

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>vii</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>ix</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>xi</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1. Stratégie énergétique 2050 .....	2
1.1.1. Efficacité énergétique.....	4
1.1.2. Energies renouvelables .....	4
1.1.3. Autres mesures .....	5
1.2. Les objectifs de cet audit.....	5
1.3. Pourquoi le choix de ce sujet ?.....	6
1.4. Structure du travail .....	7
1.5. Connaissances théoriques .....	7
1.5.1. Délai de recouvrement du capital investi .....	7
1.5.2. Le béaba énergétique .....	8
<b>2. Développement du contexte .....</b>	<b>9</b>
2.1. Description du projet .....	9
2.1.1. Méthodologie.....	9
2.2. Présentation de la commune d'Evolène .....	10
2.2.1. Situation géographique.....	10
2.2.2. Le climat.....	11
2.2.3. Ses activités en été et en hiver.....	14
<b>3. Présentation de l'association.....</b>	<b>15</b>
3.1. La Cordée .....	15
3.2. Les diverses activités .....	16
<b>4. Les bâtiments collectifs .....</b>	<b>18</b>
4.1. Le chalet « Cordée » .....	18
4.1.1. Inventaire des électroménagers .....	19
4.1.2. Inventaire des sanitaires.....	23
4.1.3. Inventaire de l'éclairage.....	26
4.1.4. Inventaire des fenêtres .....	29
4.2. Le chalet « Vejjic » .....	32
4.2.1. Inventaire des électroménagers .....	32
4.2.2. Inventaire des sanitaires.....	35
4.2.3. Inventaire de l'éclairage.....	36
4.2.4. Inventaire des fenêtres et portes .....	38

4.2.5. Inventaire des chauffages .....	39
<b>5. L'audit énergétique.....</b>	<b>42</b>
5.1. L'enveloppe du bâtiment .....	42
5.1.1. Analyse des chalets .....	43
5.1.2. Amélioration de l'enveloppe des chalets.....	46
5.2. Le chauffage .....	49
5.2.1. Chalet « Veijic » .....	49
5.2.2. Chalet « Cordée » .....	51
5.2.3. Remplacement de la chaudière à mazout.....	52
5.3. L'électricité .....	57
5.3.1. Électricité « Veijic » .....	58
5.3.2. Électricité « Cordée » .....	63
5.3.3. Optimisation de la consommation électrique .....	65
5.4. L'eau chaude sanitaire (ECS).....	68
5.5. L'éclairage.....	80
<b>6. Autoproduction d'énergie .....</b>	<b>87</b>
6.1. Étude de la pose de panneaux solaires.....	87
6.2. Analyse d'un regroupement de consommation propre.....	95
<b>7. Recommandations.....</b>	<b>98</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>102</b>
<b>Limites du travail .....</b>	<b>103</b>
<b>Références .....</b>	<b>104</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>115</b>
Annexe 1 : Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse .....	115
Annexe 2 : Plans du chalet "Cordée" .....	117
Annexe 3 : Plans du chalet "Veijic" .....	121
Annexe 4 : Taxes annuelles de l'eau potable - commune d'Évolène .....	123
Annexe 5 : Taxes annuelles des eaux usées - commune d'Évolène .....	125
Annexe 6 : Article 25 de la loi sur la TVA .....	127
Annexe 7 : Plans modifiés du chalet "Cordée" avec répartition des pièces .....	129
Annexe 8 : Mesures des pièces selon les plans modifiés du chalet "Cordée" .....	131
Annexe 9 : Plans modifiés du chalet "Veijic" avec répartition des pièces .....	132
Annexe 10 : Mesures des pièces selon les plans modifiés du chalet "Veijic" .....	133
Annexe 11 : Données météorologiques - moyenne de 2016 à 2018 .....	134
Annexe 12 : Déperditions thermiques du chalet "Cordée" .....	135
Annexe 13 : Déperditions thermiques du chalet "Veijic" .....	136
Annexe 14 : Déperditions thermiques du chalet "Cordée" - après les rénovations .....	137

Annexe 15 : Déperditions thermiques du chalet "Veijic" - après les rénovations .....	138
Annexe 16 : Tableau des valeurs "U" selon type de surface .....	139
Annexe 17 : Récapitulatif des factures d'électricité de 2015 à 2018 - chalet "Veijic" .....	140
Annexe 18 : Récapitulatif des factures d'électricité de 2015 à 2018 - chalet "Cordée" ...	141
Annexe 19 : Tableaux des locations de 2015 à 2018 - chalets "Cordée" et "Veijic".....	142
Annexe 20 : Potentiel de production d'énergie des toits du chalet "Cordée".....	146
Annexe 21 : Nombre de nuitées et moyenne mensuelle - chalets "Cordée" et "Veijic" ...	147
Annexe 22 : Sujet et mandat du travail de Bachelor.....	148
<b>Déclaration de l'auteur .....</b>	<b>156</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Production d'électricité en Suisse - 2017 .....	3
Tableau 2 : Formulaire des "Unités de base du Système International d'Unités (SI)".....	8
Tableau 3 : Inventaire des sanitaires de la nouvelle partie du chalet "Cordée" .....	23
Tableau 4 : Inventaire des sanitaires de l'annexe du chalet "Cordée" .....	23
Tableau 5 : Inventaire des sanitaires de l'ancienne partie du chalet "Cordée".....	24
Tableau 6 : Utilisation d'eau journalière par personne – robinetterie des WC « Cordée »	25
Tableau 7 : Utilisation d'eau journalière – robinetterie de la cuisine « Cordée ».....	25
Tableau 8 : Caractéristiques de l'éclairage du chalet "Cordée" .....	26
Tableau 9 : Inventaire de l'éclairage du grand chalet "Cordée" .....	28
Tableau 10 : Inventaire de l'éclairage du corridor et des sanitaires "Cordée" .....	28
Tableau 11 : Inventaire de l'éclairage du petit chalet "Cordée".....	29
Tableau 12 : Inventaire des fenêtres du grand chalet "Cordée" .....	29
Tableau 13 : Inventaire des fenêtres du corridor et des sanitaires "Cordée" .....	30
Tableau 14 : Inventaire des fenêtres du petit chalet "Cordée" .....	30
Tableau 15 : Dimensions des fenêtres, portes vitrées et du velux – chalet « Cordée » ....	31
Tableau 16 : Inventaire des sanitaires - chalet "Veijic" .....	35
Tableau 17 : Durée d'utilisation d'eau journalière – robinetterie de la cuisine « Veijic » ...	36
Tableau 18 : Caractéristiques de l'éclairage du chalet "Veijic" .....	36
Tableau 19 : Inventaire de l'éclairage du chalet "Veijic" .....	37
Tableau 20 : Inventaire des fenêtres du chalet "Veijic" .....	38
Tableau 21 : Dimensions des fenêtres et des portes vitrées – chalet « Veijic ».....	38
Tableau 22 : Caractéristiques du radiateur électrique direct - Nobö .....	40
Tableau 23 : Résultats de l'analyse liée à la déperdition thermique - chalet "Veijic" .....	45
Tableau 24 : Résultats de l'analyse liée à la déperdition thermique - chalet "Cordée".....	46
Tableau 25 : Déperdition thermique avant et après améliorations - chalet "Veijic" .....	47
Tableau 26 : Déperdition thermique avant et après améliorations - chalet "Cordée" .....	48
Tableau 27 : Consommation du chauffage "Veijic" - durée de chauffe de 48 jours.....	50
Tableau 28 : Fuel léger consommé de 2016 à 2018 - conversion de litre en kWh.....	52
Tableau 29 : Puissance nécessaire de l'installation de chaleur de remplacement.....	53
Tableau 30 : Production annuelle d'électricité par la pompe à chaleur .....	54
Tableau 31 : Pouvoir calorifique des pellets .....	56
Tableau 32 : Consommation des électroménagers du chalet "Veijic" de 2015 à 2018 .....	60
Tableau 33 : Caractéristiques du boiler du chalet "Veijic" .....	62
Tableau 34 : Les relevés électrique du compteur n°115'489 - boiler .....	62
Tableau 35 : Consommation des électroménagers du chalet "Cordée" de 2015 à 2018 ..	65

Tableau 36 : Tarifs de l'électricité 2019 - Tarif puissance A .....	66
Tableau 37 : Consommations et coûts avant et après investissement du nouveau réfrigérateur .....	67
Tableau 38 : Récapitulatif de la facturation de l'eau potable et des eaux usées - 2014 à 2018 .....	68
Tableau 39 : Les consommations d'eau pour le chalet "Cordée" en 2018.....	72
Tableau 40 : Les consommations d'eau pour le chalet "Veijic" en 2018 .....	73
Tableau 41 : Prévision des consommations basées sur les données de l'année 2018, suite aux investissements – chalet « Cordée ».....	77
Tableau 42 : Prévision des consommations basées sur les données de l'année 2018, suite aux investissements – chalet « Veijic » .....	78
Tableau 43 : Les économies d'eau réalisées - chalets "Cordée" et « Veijic » .....	79
Tableau 44 : Les consommations en électricité et les coûts liés à l'éclairage de 2014 à 2018 – chalet « Cordée » .....	81
Tableau 45 : Les consommations en électricité et les coûts liés à l'éclairage de 2014 à 2018 – chalet « Veijic ».....	82
Tableau 46 : Les consommations en électricité et les coûts liés à l'éclairage de 2014 à 2018 – chalet « Cordée » - après investissements .....	84
Tableau 47 : Comparaison des consommations et coûts après la réalisation des investissements .....	85
Tableau 48 : Gain financier lié à la consommation électrique et coût total des investissements .....	85
Tableau 49 : Description de la toiture du chalet "Veijic" .....	89
Tableau 50 : Description de la toiture du chalet "Cordée" .....	90
Tableau 51 : Superficie corrigée de la pose des panneaux solaires.....	91
Tableau 52 : Prix de l'installation photovoltaïque et sa rétribution unique.....	91
Tableau 53 : Analyse de l'autoconsommation pour l'association "La Cordée" .....	93
Tableau 54 : Tarif du kWh vendu aux consommateurs finaux dans le cadre d'un RCP avec une batterie.....	96
Tableau 55 : Tarif du kWh vendu aux consommateurs finaux dans le cadre d'un RCP sans batterie .....	97

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Provenance de l'électricité et du CO2 en 2015 (en %) .....	3
Figure 2 : Formule du délai de récupération.....	8
Figure 3 : Commune d'Évolène.....	11
Figure 4 : Rayonnement global en 2018 pour le territoire suisse.....	11
Figure 5 : Température annuelle - Station météorologique d'Évolène/Villa .....	12
Figure 6 : Ensoleillement annuel - Station météorologique d'Évolène/Villa .....	13
Figure 7 : Rayonnement global - Station météorologique d'Évolène/Villa.....	13
Figure 8 : Plan de situation des chalets de l'association "La Cordée".....	16
Figure 9 : Camp d'alpinisme et d'escalade.....	17
Figure 10 : Randonnée à ski - camp poudreuse.....	17
Figure 11 : Photo du chalet "Cordée" .....	18
Figure 12 : Bloc fourneau GICO – cuisine « Cordée » .....	19
Figure 13 : Lave-vaisselle Elettrobar Niagara – cuisine « Cordée » .....	20
Figure 14 : Réfrigérateur Liebherr - cuisine "Cordée" .....	21
Figure 15 : Lave-linge Bosch - Série 8 .....	22
Figure 16 : Sèche-linge Bosch - Série 8.....	22
Figure 17 : Photo du chalet "Veijic" .....	32
Figure 18 : Bouilloire Rotel – chalet « Veijic » .....	33
Figure 19 : Réfrigérateur Miele - chalet "Veijic" .....	33
Figure 20 : Cuisinière encastrable Bosch – chalet « Veijic » .....	34
Figure 21 : Chauffage électrique par accumulation - Bauknecht .....	39
Figure 22 : Radiateur électrique direct - Nobö.....	40
Figure 23 : Pierre ollaire - séjour du chalet "Veijic".....	41
Figure 24 : Les consommations électriques du chauffage "Veijic" - 2015 à 2018 .....	50
Figure 25 : Chaudière à mazout du chalet "Cordée" .....	51
Figure 26 : Illustration d'une chaudière à pellets équipée d'un silo à plancher incliné.....	56
Figure 27 : Compteur 96'825 - chalet "Veijic" .....	59
Figure 28 : Compteur 97'226 - chalet "Veijic" .....	59
Figure 29 : Les consommations électriques du compteur n°97'226 - 2015 à 2018.....	60
Figure 30 : Compteur 115'489 - boiler du chalet "Veijic" .....	61
Figure 31 : Boiler du chalet "Veijic" .....	61
Figure 32 : Compteur 111'600 - chalet "Cordée" .....	63
Figure 33 : Les consommations électriques du compteur n°111'600 - 2015 à 2018.....	64
Figure 34 : Modèle de toilette se trouvant dans les deux bâtiments de l'association .....	74
Figure 35 : Robinetterie présente dans les chalets "Cordée" et "Veijic" .....	75

Figure 36 : Pommeau de douche mural et la robinetterie .....	76
Figure 37 : Ampoule Osram de 10.5W .....	83
Figure 38 : Tube Osram 15.1W - 120 cm .....	83
Figure 39 : Aptitude solaire des toits du chalet "Veijic" .....	88
Figure 40 : Légende de l'aptitude des toits .....	88
Figure 41 : Aptitude solaire des toits du chalet "Cordée" .....	89
Figure 42 : Superficie corrigée pour la pose des panneaux solaires .....	90
Figure 43 : Répartition du tarif de l'électricité .....	94
Figure 44 : Système solaire Smartflower.....	95

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

°C	:	Degré Celsius
Cm	:	Centimètres
CO <sub>2</sub>	:	Dioxyde de carbone
DETEC	:	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DJ	:	Degré-Jour
HC	:	Heures creuses
HP	:	Heures pleines
J	:	Joule
kWh	:	Kilowatt-heure
LED	:	Lampe à diode électroluminescente (en anglais : Light-Emitting Diode)
LEne	:	Loi sur l'énergie
M.	:	Monsieur
Mme	:	Madame
MJ	:	Mégajoule
NER	:	Nouvelles énergies renouvelables
OFEN	:	Office fédéral de l'énergie
TVA	:	Taxe sur la valeur ajoutée
W	:	Watt
WC	:	Les toilettes (en anglais : Water closet)

## 1. INTRODUCTION

Dès le dimanche 21 mai 2017, date à laquelle la Suisse a adopté la législation « Stratégie énergétique 2050 », la population helvétique s'est engagée à effectuer une transition en direction des énergies renouvelables. Cette nouvelle loi est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2018 (DETEC, 2018). Le 18 janvier 2019, un peu plus d'un an après sa mise en place, nous avons pu observer sur l'ensemble du territoire suisse des étudiants manifester pour le climat. Ces actions commencent à prendre de l'ampleur et démontrent parfaitement l'inquiétude de ces jeunes envers les changements climatiques actuels. Malgré leur jeune âge, nous constatons qu'ils prennent conscience de la répercussion que notre façon de consommer a sur notre planète et souhaitent prendre part à cette transition énergétique (Radio Télévision Suisse, 2019).

Comme nous l'avons démontré ci-dessus, il est temps pour la population helvétique de changer les choses au niveau climatique et d'aller de l'avant. Chaque personne peut apporter sa pierre à l'édifice à sa propre façon et avec les moyens dont elle dispose. Par exemple, cela peut aller de l'investissement dans une installation de panneaux photovoltaïques, ou bien par l'achat d'électroménagers économiques et même par revoir sa façon de consommer. De manière à prendre part à cette transition, nous avons décidé de réaliser un audit énergétique à la demande de l'association « La Cordée ».

Le but de cette étude sera de définir les consommations des énergies présentes dans les chalets et ainsi d'apporter nos recommandations afin de réduire l'impact énergétique. Parmi les changements à apporter, nous nous focaliserons sur la chaudière à mazout actuelle. Selon les membres de l'association, leur souhait serait le remplacement de cette installation qui devient vétuste. Par la suite nous effectuerons une étude en rapport avec l'installation de panneaux solaires, de manière à ce que l'association puisse consommer sa propre électricité. De plus, nous analyserons la possibilité de réaliser un regroupement de consommation propre et également le retour en termes de gain financier que cela peut apporter à l'association. Tout au long de cet audit, nous tenterons d'appliquer des recommandations qui vont dans le sens des mesures présentes dans la législation « Stratégie énergétique 2050 ».

La réalisation de ce travail de Bachelor aura donc pour but de répondre à la problématique qui est la suivante : *Comment réduire la consommation et les coûts liés aux énergies consommées par les occupants des chalets appartenant à l'association « La Cordée » ?*



## 1.1. STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE 2050

Pour l'élaboration de ce travail, il est fondamental d'aborder la votation populaire qui a eu lieu le 21 mai 2017, concernant la stratégie énergétique qui sera mise en place pour les années à venir en Suisse. Cette nouvelle loi sur l'énergie a été acceptée par la population helvétique à hauteur de 58.2 % des votes (DETEC, 2018).

Avant l'entrée en vigueur de la loi « Stratégie énergétique 2050 », la Confédération suisse a mis en place en 2008, un plan d'action qui consistait à réaliser une efficacité énergétique sur tout le territoire suisse. Ce projet contient 15 mesures qui touchent plusieurs domaines, comme celui de la recherche et de la formation, de l'industrie et des services, des appareils et des moteurs, ainsi que celui des bâtiments. Concernant le secteur du bâtiment, qui est le plus impacté par ce plan d'action, nous retrouvons principalement tout ce qui est lié au domaine des énergies renouvelables, comme la production d'énergie propre, la rénovation d'anciens immeubles et de soutenir les nouvelles constructions à respecter le label Minergie (OFEN, 2008).

En respectant ces mesures, le but est d'atteindre au niveau national et international, les objectifs climatiques suivants, selon le communiqué de l'Office fédéral de l'énergie :

- réaliser entre 2010 et 2020, une réduction de 20 % liée à la consommation des énergies fossiles ;
- encourager les investisseurs et acheteurs à prendre en considération l'efficacité énergétique lors d'un achat ;
- faire en sorte que la consommation d'électricité n'augmente pas de plus de cinq pourcent entre 2010 et 2020 (OFEN, 2008).

Il est important de savoir que suite à l'incident nucléaire qui s'est produit à Fukushima, le 11 mars 2011, le Conseil fédéral ainsi que le Parlement ont décidé l'arrêt progressif de la production d'énergie nucléaire (OFEN, 2018). Cela signifie qu'aucune autre centrale nucléaire sera construite sur le territoire helvétique. De plus, il consiste aussi en la mise en arrêt et la désaffection des cinq centrales existantes. Nous constatons dans le tableau 1, la grande importance des centrales nucléaires pour la production d'électricité en Suisse durant l'année 2017. Cette dernière se situe en deuxième position, derrière l'hydraulique qui représente toutefois 59.6 % de l'électrique produite en Suisse.

Tableau 1 : Production d'électricité en Suisse - 2017

Type de production	Production d'électricité en GWh	Part en %
Production hydraulique	36'666 GWh	59.6 %
Production nucléaire	19'499 GWh	31.7 %
Production thermique classique et renouvelable	5'322 GWh	8.7 %
Total de production d'électricité en 2017	61'487 GWh	100 %

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples

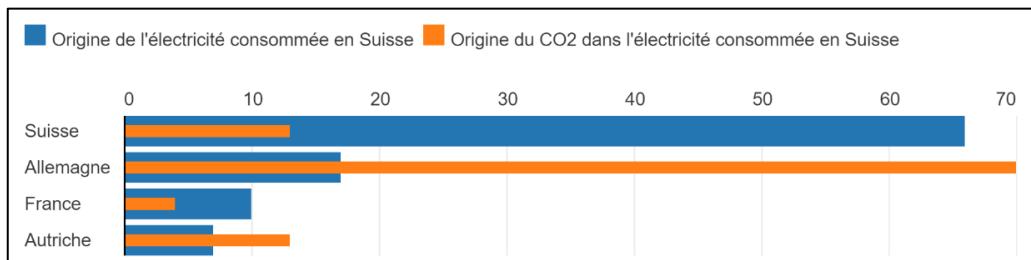
a) (OFEN, 2018)

Nous constatons que l'électricité produite au moyen des installations hydrauliques ainsi que celle créée avec les centrales nucléaires représentent une production totale de 91.3 % de l'électricité en Suisse.

Avant de continuer à discuter de la « Stratégie énergétique 2050 », il est important d'ouvrir une parenthèse concernant l'énergie atomique suisse. Dans les prochaines années à venir, avec les arrêts progressifs des centrales nucléaires, il sera important pour la Suisse de ne pas imiter son voisin allemand. En 2011, l'Allemagne a décidé de mettre un terme au nucléaire, les dernières installations stopperont leur production en 2022, selon l'article paru sur Allemagne Énergies (Lauer, 2018). Toutefois, afin de combler ce manque d'électricité provenant du thermonucléaire, elle s'est retournée vers le charbon, qui est un composant extrêmement polluant. D'après les données publiées par la Banque mondiale en 2015, la production d'électricité provenant de matières fossiles se monte à 53.9 % en Allemagne (La Banque mondiale, 2016), dont 44.2 % découlent du charbon (La Banque mondiale, 2016).

Alors que les centrales nucléaires n'ont pas encore été mises à l'arrêt, nous notons dans la figure 1 que la Suisse consomme de l'énergie provenant d'Allemagne pour près de 17%.

Figure 1 : Provenance de l'électricité et du CO2 en 2015 (en %)



Source : (Radio Télévision Suisse, 2018)

Qu'adviendra-t-il des rejets de dioxyde de carbone lorsque le nucléaire sera totalement abandonné en Suisse ? Dans la figure 1, nous apercevons qu'en 2015, la Suisse produit deux tiers de l'électricité qu'elle consomme et elle en importe 17 % provenant d'Allemagne, 13 % de l'Autriche et 10 % de la France. Le plus important dans cette comparaison est lorsque nous analysons l'empreinte carbone de la consommation mixte d'électricité en Suisse. Si nous parlons de l'électricité d'origine helvétique, nous constatons qu'elle est propre, en comparaison à celle provenant d'Allemagne qui atteint une part de 70 % de l'empreinte carbone de la Suisse (Radio Télévision Suisse, 2018).

Dès la fin du nucléaire en Suisse, il sera pertinent que les 31.7 % de production d'électricité (voir tableau 1) soient remplacés par des énergies renouvelables provenant de Suisse et non pas d'Allemagne. Si cela n'est pas respecté, l'empreinte carbone de la Suisse sera très élevée à l'avenir, tout cela en raison des centrales thermiques au charbon d'origine allemande. Afin d'éviter cette situation, nous devons prendre conscience et mettre en pratique rapidement la loi « Stratégie énergétique 2050 ». Ci-dessous, nous retrouvons certains points de cette législation.

### 1.1.1. EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Parmi les mesures qui seront mises en place avec cette nouvelle législation, il y a l'efficacité énergétique. Dans celle-ci, nous trouvons tout d'abord le programme « Bâtiments » qui consistera au financement des rénovations des bâtiments en matière d'énergie. Cela permettra une diminution de la consommation des ménages, ainsi qu'une baisse de gaz carbonique. Il est important de savoir que le bâtiment représente plus de 40 % de l'énergie consommée et environ un tiers des rejets de monoxyde de carbone. Ensuite, vient la partie liée à la fiscalité qui incitera les personnes à investir et à réaliser des rénovations en matière énergétique, car ils pourront procéder à des déductions fiscales pour les deux années suivant les travaux. Pour terminer, il faut savoir qu'il y a eu un durcissement de la loi concernant les véhicules de tourisme. La diminution de rejet de gaz carbonique qui devait être atteinte en 2015 était de l'ordre de 130 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre. Pour 2020, le Conseil fédéral a décidé de mettre la barre encore plus haute, en visant un seuil de 95 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre (OFEN, 2018).

### 1.1.2. ENERGIES RENOUVELABLES

Pour contribuer à la réussite de la mise en place du défi « Stratégie énergétique 2050 », les énergies renouvelables ont un poids considérable. Afin que la population helvétique prenne part à ce mouvement de transition énergétique, plusieurs mesures ont été proposées.

Tout d'abord, il y a la rétribution de l'injection, qui consistera à réinjecter l'électricité produite par le biais des différentes installations provenant d'énergie renouvelable, tels que le solaire, l'éolien, la géothermie et la biomasse. Dans le but de promouvoir cette démarche et d'encourager un maximum de personne, l'augmentation du plafond du kWh est un facteur important, ce dernier passera de 1.5 centimes à 2.3 centimes. Cette mesure obligera donc les propriétaires d'installations photovoltaïques à redistribuer leur électricité produite sur le marché. Lorsqu'un investisseur décide d'acquérir une installation produisant de l'électricité provenant d'énergie propre, il peut faire une demande et obtenir une contribution d'investissement qui lui sera allouée (OFEN, 2018). À noter que chaque type de production possède son propre subside, selon le recueil sur la Loi de l'énergie (LEne).

Prenons le cas de la production d'énergie solaire, qui sera un des sujets pour la suite de ce travail. Comme indiqué dans l'article 25 al.1 de la Loi sur l'énergie (LEne), les possesseurs de centrales photovoltaïques de petite taille ayant une puissance inférieure à 30 kilowatts peuvent se voir octroyer une contribution allant jusqu'à 30% des coûts d'investissements réalisés.

### 1.1.3. AUTRES MESURES

Outre l'efficacité énergétique, ainsi que les énergies renouvelables, il existe d'autres mesures qui ont été rédigées dans la loi de la « Stratégie énergétique 2050 ». Nous retrouvons le développement du réseau électrique suisse, qui consistera à garantir l'approvisionnement sur l'ensemble du territoire helvétique (OFEN, 2018).

Souhaitant montrer l'exemple à la population, la Confédération a décidé de participer au plan d'efficacité énergétique. Cette dernière souhaite que les administrations ainsi que les entreprises appartenant au gouvernement augmentent leur efficacité énergétique de 25 % à l'horizon 2020 (OFEN, 2018).

## 1.2. LES OBJECTIFS DE CET AUDIT

Cette analyse est réalisée à la demande de l'association alpine « La Cordée » qui souhaite prendre part à la transition énergétique en Suisse. Cet audit consiste dans un premier temps à relever toutes les données concernant les deux bâtiments collectifs. Cette récolte d'informations prendra en compte des énergies consommées lors de ces dernières années, ainsi que les installations présentes dans chaque pièce des deux chalets. Cela permettra d'étudier la façon dont les occupants des infrastructures consomment de l'énergie et quels sont les objets énergivores. Avant de réaliser des investissements onéreux, il conviendra d'abord d'effectuer de la prévention auprès des habitants des lieux en les sensibilisant aux

gestes du quotidien. Un impact au niveau énergétique et financier est réalisable, si les hôtes prêtent attention à leur façon de consommer lors de leur séjour.

Par la suite, cet audit permettra d'étudier les investissements adéquats pour les deux bâtiments. Sachant que les enveloppes internes ont été renouvelées ces deux dernières années, permettant ainsi une meilleure isolation thermique, les recommandations cibleront la pose de panneaux solaires et le remplacement de la chaudière à mazout.

Cette étude permettra à l'avenir à l'association de continuer à proposer des prestations de qualité et en même temps de faire partie de la transition énergétique, en autoproduisant leur propre énergie et en polluant moins.

### 1.3. POURQUOI LE CHOIX DE CE SUJET ?

Dans le cadre de ma dernière année de cursus académique à l'HES-SO, j'ai opté pour l'option principale « Energy Management », qui est liée au développement durable. Ce thème m'était totalement inconnu avant de débuter ce cours. Au fur et à mesure, j'ai pris goût à ce domaine de l'énergie, suite à plusieurs travaux pratiques réalisés tout au long de l'année. C'est grâce à ces derniers, qu'il m'est venu l'idée d'envisager la possibilité de réaliser un travail de Bachelor en lien avec les énergies renouvelables.

Le choix de traiter un tel sujet est quelque chose d'important pour moi. Nous nous situons actuellement dans une ère décisive pour notre planète, où il est primordial de réagir rapidement face à la pollution due à notre manière de consommer et également de pouvoir préserver certaines ressources naturelles qui disparaissent, comme le pétrole par exemple.

Suite à l'acceptation de la population suisse sur la révision des énergies, appelée « Stratégie énergétique 2050 », de nombreuses personnes souhaitent prendre part à ce défi. Toutefois, pour la plupart des gens c'est le flou, comme cela a été le cas pour l'association alpine « La Cordée ». Lors de la proposition de ce sujet, j'ai directement accepté, car c'est le meilleur moyen de pouvoir aider ces personnes avec les connaissances acquises durant mon cursus académique et principalement lors de l'option principale, que ce soit dans le domaine financier ou du développement durable.

D'autre part, en traitant ce thème, il sera possible d'attirer l'attention des personnes à propos de la « Stratégie énergétique 2050 ». Ces dernières prendront alors conscience que tout le monde peut apporter sa pierre à l'édifice et ainsi réduire les consommations d'énergie excessives, grâce aux moyens qui sont abordés dans ce travail.

## 1.4. STRUCTURE DU TRAVAIL

Cette étude énergétique sera décomposée en plusieurs parties bien distinctes. Dans un premier temps, nous aurons une analyse de la situation générale de l'association bénévole « La Cordée » avec sa situation géographique, son climat, ainsi que les activités réalisées dans la région que ce soit en hiver ou en été. Dans un deuxième temps, les énergies utilisées dans les deux bâtiments collectifs de cette association seront analysées. Dans la troisième partie de ce travail, il sera question d'examiner les consommations et les coûts de ces ressources, d'étudier l'enveloppe des infrastructures et d'inspecter les appareils électroménagers qui pourraient occasionner de grandes consommations d'énergie.

Par la suite, une étude en rapport avec les nouvelles énergies renouvelables (NER) sera traitée. Cela permettra d'analyser le potentiel de production d'énergie afin de déterminer si des investissements peuvent avoir lieu pour les bâtiments collectifs de « La Cordée ».

Après une analyse approfondie des points cités ci-dessus, nous arriverons à la partie qui consistera à apporter des recommandations, dans le but d'améliorer et de réduire les consommations énergétiques des chalets. Il sera principalement sujet des choix à prendre en compte pour l'amélioration de la consommation d'énergie. Il sera également question de la pose de panneaux solaires, afin de pouvoir consommer sa propre énergie et d'un éventuel remplacement de la chaudière à mazout par une installation plus écologique.

## 1.5. CONNAISSANCES THÉORIQUES

Lors de l'élaboration de cette étude, plusieurs domaines seront abordés. Nous traiterons principalement de la partie développement durable, il sera donc nécessaire de connaître certaines bases liées aux énergies, qui sont consultables au point 1.5.2. Afin de compléter les analyses liées au domaine énergétique, il sera important d'avoir quelques notions financières, dans le but de pouvoir calculer la rentabilité de certains investissements à réaliser.

### 1.5.1. DÉLAI DE RECOUVREMENT DU CAPITAL INVESTI

Grâce à cette méthode financière, il est possible de définir le temps nécessaire pour recouvrir l'investissement réalisé pour tous les types d'infrastructures. Dans le cas de ce travail, ce procédé sera utilisé pour un éventuel achat de panneaux photovoltaïques, voire même pour la nouvelle installation remplaçant la chaudière à mazout. Ce calcul peut être utilisé de deux façons.

La première consiste à calculer l'intervalle ou le temps nécessaire au cash-flow pour rembourser la totalité de l'investissement. La seconde, qui a été sélectionnée pour la suite de ce travail, repose sur l'intervalle qui va permettre le remboursement total de l'investissement grâce aux économies réalisées (Leimgruber & Prochinig, 2015). Dans ce travail, les économies sont en lien avec les coûts de consommation d'électricité.

La formule permettant la réalisation du calcul du délai de récupération est la suivante :

**Figure 2 : Formule du délai de récupération**

$$\text{Délai de récupération} = \frac{\text{Investissement}}{\text{Economies de coûts}}$$

**Source : (Leimgruber & Prochinig, 2015)**

### 1.5.2. LE BÉABA ÉNERGÉTIQUE

Ci-dessous, quelques bases essentielles concernant le domaine énergétique. Le tableau 2 permettra ainsi d'élaborer des analyses liées aux consommations des bâtiments collectifs de « La Cordée ».

**Tableau 2 : Formulaire des "Unités de base du Système International d'Unités (SI)"**

<b>Unités de base du Système International d'Unités (SI)</b>	
Ampère (A) <sup>a)</sup>	= intensité d'un courant constant
Kelvin (K) <sup>b)</sup>	= 1/273.16 de la température du point triple de l'eau
Joule (J) <sup>a)</sup>	= unité de mesure officielle de l'énergie
Volt (V) <sup>a)</sup>	= tension électrique
Watt (W) <sup>a)</sup>	= unité internationale de puissance = 1 Watt = 1 Joule/seconde
Kilowatt (kW) <sup>a)</sup>	= 1'000 Watts = 10 <sup>3</sup> W
Watt-heure (Wh) <sup>a)</sup>	= 1 Wh = 3600 J
Kilowatt-heure (kWh) <sup>a)</sup>	= 1 kWh = 1'000 Watts-heure
Gigawatt-heure (GWh) <sup>a)</sup>	= 1 GWh = 1'000'000'000 Watts-heure

**Source : Tableau provenant de sources multiples**

a) (Commissions romandes de mathématique, de physique et de chimie, 2012)

b) (Energie+, 2016)

## 2. DÉVELOPPEMENT DU CONTEXTE

Avant de rentrer dans le vif du sujet lié à l'audit des bâtiments appartenant à l'association « La Cordée », une brève présentation de la réalisation de ce travail de Bachelor, ainsi que la méthodologie mise en place pour son accomplissement sera faite. Pour finaliser cette partie, il est important de connaître le contexte géographique des infrastructures analysées et les activités présentes ou organisées dans la région.

### 2.1. DESCRIPTION DU PROJET

La réalisation de cette étude énergétique exécutée dans le cadre de ma dernière année de cursus académique à l'HES-SO, permettra à l'association alpine « La Cordée » d'être en possession d'un dossier complet concernant leur consommation énergétique. Dans ce document qui leur sera transmis, ils trouveront également des recommandations touchant le domaine des énergies renouvelables, ainsi que des méthodes pour réduire leur consommation. L'ensemble des points cités ci-dessus aidera cette colonie à participer à la transition énergétique, suite à la votation du 21 mai 2017 pour la loi « Stratégie énergétique 2050 ».

#### 2.1.1. MÉTHODOLOGIE

Dans le but de pouvoir répondre aux attentes de l'association, un plan méthodologique est mis en place. Ce dernier est divisé en plusieurs parties bien distinctes.

La première étape de ce travail consistera à récolter les bases de données financières qui seront par la suite analysées. Ces informations s'obtiendront de différentes manières. Tout d'abord, les consommations d'électricité et ses coûts lors de ces dernières années s'acquerront par le biais de l'espace client qu'Énergies Sion région met à disposition de sa clientèle. Ce compte étant inexistant à ce jour, il sera nécessaire de le créer. Pour les dépenses en lien avec la consommation de mazout, ainsi que pour l'eau il sera nécessaire de parcourir les classeurs d'archives contenant toutes les factures. Tous ces documents me seront mis à disposition par Mme Nathalie Perrenoud, administratrice et trésorière de l'association « La Cordée ».

La deuxième partie consistera à récolter les informations en lien avec les installations consommant les énergies déjà citées. Dans un premier temps, cela aura pour conséquence de se rendre sur place, afin d'inspecter les lieux. Par la suite, une analyse des installations telles que la chaudière à mazout et les compteurs électriques sera faite. Après cela, un inventaire des appareils électroménagers, de l'éclairage et des fenêtres sera réalisé, pour

chaque bâtiment collectif. Pour chaque appareil inventorié, il sera important de noter les caractéristiques de chacun, afin d'analyser leur impact sur les consommations d'énergie.

Pour le troisième segment du travail, il consistera à mettre en lien les parties une et deux, précédemment citées. Cette étape permettra ensuite de réaliser l'analyse énergétique des deux bâtiments. Cette partie sera fondamentale pour la suite de l'étude, car elle apportera des solutions au niveau financier avec des diminutions des charges d'énergie et également d'instaurer un environnement adhérent au développement durable au sein des infrastructures de l'association.

La dernière phase de ce travail interdisciplinaire amènera des solutions et recommandations, suite aux résultats obtenus dans la partie antérieurement discutée. Le sujet de cette partie se basera principalement sur la transition énergétique à effectuer pour les deux chalets. Cela permettra à l'association de prendre part à la loi « Stratégie énergétique 2050 » et d'y apporter sa pierre à l'édifice. Chaque proposition d'investissement sera détaillée. Des explications à propos des avantages que l'investisseur aura en investissant dans le domaine du développement durable seront également présentées. Ces dernières seront du domaine fiscal ou bien du subventionnement.

## 2.2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE D'EVOLÈNE

### 2.2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les deux chalets appartenant à l'association « La Cordée » se situent au nord du village d'Évolène qui est situé à 1'370 mètres d'altitude. Il appartient à la commune d'Évolène qui porte le même nom. Cette dernière se répand sur plus de 20'983 hectares, ce qui fait d'elle une des plus grandes de Suisse en termes de superficie.

Malgré sa grande surface, sa population vivant à l'année n'est que d'environ 1'700 personnes, selon le dernier recensement de la commune. Cette commune possède un relief très montagneux, due principalement au fait qu'elle se situe dans le Val d'Hérens. Dans cette vallée, nous trouvons plusieurs villages, tels qu'Arolla qui est situé sur la rive gauche et ceux de la Sage et de la Forclaz sur la rive droite (Commune d'Evolène, 2018).

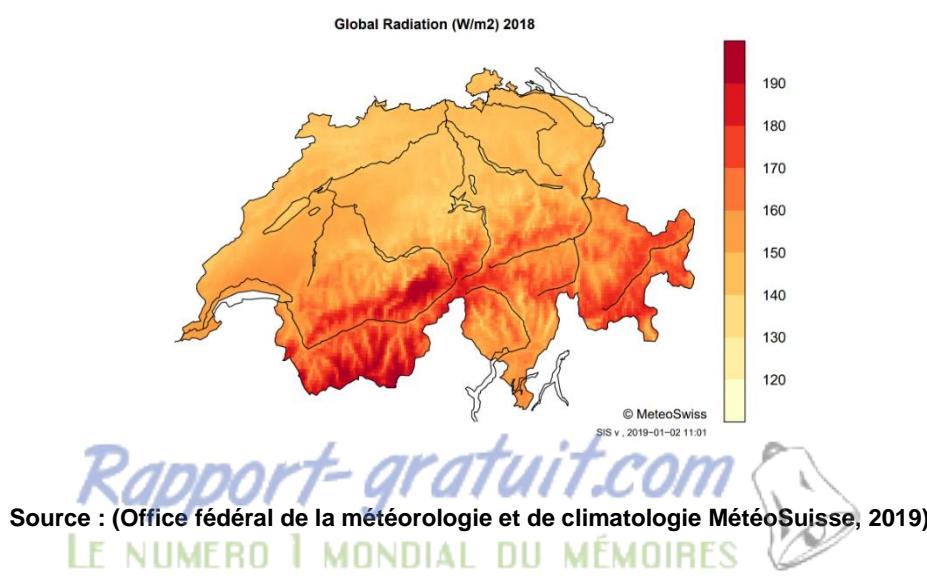
**Figure 3 : Commune d'Évolène**

Source : (Google Maps, 2018)

## 2.2.2. LE CLIMAT

Pour la suite de ce travail, la partie climatologique est primordiale afin d'obtenir un premier aperçu concernant le potentiel énergétique de la région favorisant les énergies renouvelables. Les informations obtenues dans cette section seront utilisées pour le chapitre des recommandations, principalement pour un éventuel futur investissement de panneaux solaires.

Connu pour son ensoleillement durant toute l'année, le Valais possède un fort potentiel pour les énergies renouvelables, tout spécialement pour les installations photovoltaïques. Comme la figure 4 le démontre parfaitement ci-dessous, la région valaisanne est propice à cette technologie avec un rayonnement global en 2018 dans la majorité du territoire qui se situe entre 170 W/m<sup>2</sup> et 180 W/m<sup>2</sup>.

**Figure 4 : Rayonnement global en 2018 pour le territoire suisse**

Dans l'intention d'obtenir des données ciblant plus la région d'Évolène, les informations climatologiques ont été prélevées auprès de la station météorologique d'Évolène/Villa, qui se situe à 1'825 mètres d'altitude. Cette dernière est l'unique poste se trouvant dans la région du Val d'Hérens et sur la commune d'Évolène, c'est pour cela qu'elle a été sélectionnée.

Débutons par la température relevée par la station météorologique. Comme indiqué sur la figure 5, nous constatons que les températures sont régulièrement négatives entre mi-novembre jusqu'à fin avril. Cette observation permet de conclure que l'utilisation des chauffages est évidente pour chauffer les deux établissements lors de leur occupation. Pour les mois restants, le chauffage est utilisé de manière ponctuelle pour certaines périodes où les températures sont en-dessous de dix degrés Celsius.

**Figure 5 : Température annuelle - Station météorologique d'Évolène/Villa**



**Source :** (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2019)

Place dorénavant à la durée d'ensoleillement de la commune évolènarde. Comme indiqué sur la figure 6, on détermine parfaitement que pendant la période estivale, l'ensoleillement est très présent.

Du mois d'avril jusqu'à fin septembre, cette région du Valais a connu une présence importante de soleil, de l'ordre de 480 minutes jusqu'à des pics de plus de 720 minutes, ce qui correspond en heures à huit heures et plus de 12 heures de soleil.

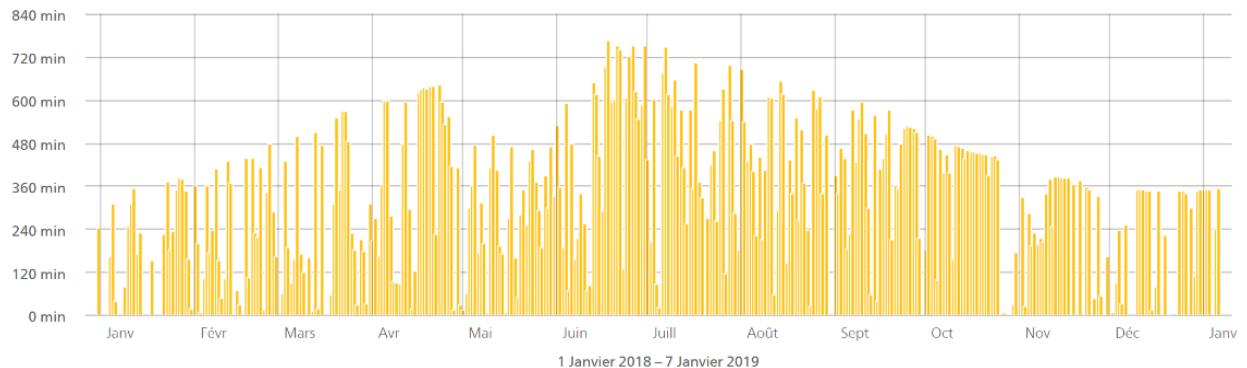
Ces périodes de lumière constante représentent un grand potentiel pour produire de l'énergie. Pour la période hivernale, où les journées sont plus courtes, nous distinguons que l'ensoleillement journalier se situe régulièrement entre les 240 minutes (quatre heures) et 360 minutes (six heures).

Au premier abord, le potentiel pour la production d'électricité grâce aux panneaux solaires dans cette zone du canton ne sera pas un problème pour la période estivale. Contrairement à

cette dernière, les mois d'octobre à mars seront moins productifs en raison d'une luminosité moins importante.

Grâce à la figure 7 démontrant le rayonnement, il sera possible de déterminer si pendant ces mois-là de faible lumière, le potentiel pour produire de l'énergie est suffisant pour approvisionner les deux chalets.

**Figure 6 : Ensoleillement annuel - Station météorologique d'Évolène/Villa**

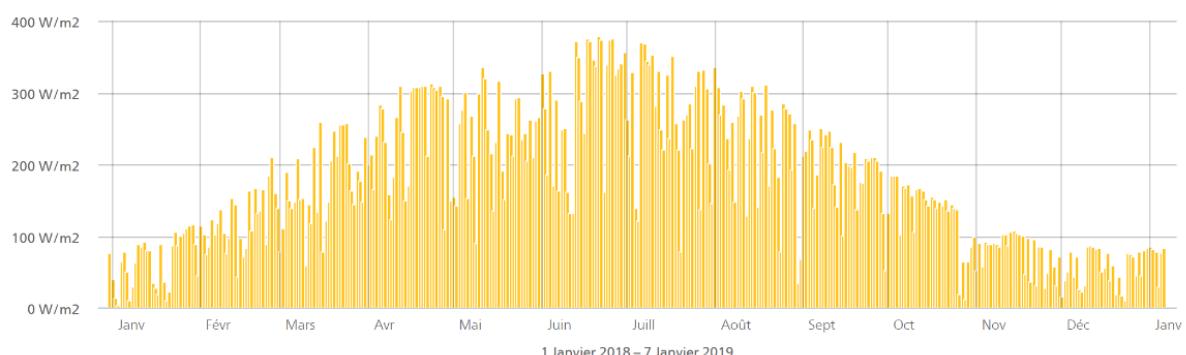


Source : (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2019)

Le rayonnement global représenté sur la figure 7 ci-dessous, permet d'analyser la capacité de création d'énergie en watt et par mètre carré. Ces indications seront importantes pour la suite, particulièrement pour l'étude à propos des panneaux photovoltaïques.

Comme il est démontré sur la figure 7, la période entre la fin du mois d'octobre et la fin janvier s'est retrouvée la quasi-intégralité du temps sous la barre de 100 watts par mètre carré. Cet intervalle de l'année sera à nouveau analysé ultérieurement dans cette étude, afin de définir si des installations solaires peuvent subvenir aux besoins des occupants pendant ces mois.

**Figure 7 : Rayonnement global - Station météorologique d'Évolène/Villa**



Source : (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2019)

Cette analyse du climat de la commune évolènarde n'est qu'un premier aperçu du potentiel que représente cette région. Postérieurement, une analyse plus complète de ces différentes mesures sera effectuée. Ces dernières seront utilisées lors de l'audit des différentes énergies présentes dans les locaux de l'association.

### 2.2.3. SES ACTIVITÉS EN ÉTÉ ET EN HIVER

La commune d'Évolène possédant une grande superficie et située en milieu montagneux, les activités proposées tout au long de l'année seront principalement de nature alpine.

Pour débuter, la saison hivernale est la plus mouvementée dans la région. Elle possède tout d'abord un domaine skiable avec plus de 100 kilomètres de pistes, qui est réparti sur les secteurs d'Évolène, d'Arolla et de la Forclaz (Val d'Hérens, 2018). La pratique du ski alpin, du ski nordique, de la randonnée en peau de phoque, ainsi qu'en raquettes peuvent être pratiquées sur l'ensemble de la commune. Cette région du Valais a un atout en comparaison avec d'autres stations valaisannes qui sont très fréquentées : il est possible de s'adonner à la pratique sportive dans un cadre calme et sans grande démesure, comme il est notable dans les stations concurrentes, telles que Verbier et Crans-Montana.

Lors de la période estivale, cette partie du canton du Valais accueille de nombreux événements. Des courses à pieds, plus communément appelé trek, sont organisées tout au long de cette période sur les divers parcours que propose cette région montagneuse. Grâce à son relief très alpin, la pratique de sport de grimpe est très convoitée par les amateurs et professionnels de cette discipline. Les personnes peuvent s'adonner à de nombreuses activités, comme le vélo tout-terrain ou des randonnées pédestres. La diversité de ce coin du canton du Valais permet aux amateurs de la nature et du sport, de faire de nouvelles découvertes chaque jour (Val d'Hérens, 2018).

En réunissant tous les points discutés ci-dessus, nous comprenons mieux le choix de l'association « La Cordée » de s'installer dans cette partie de la région valaisanne.

### 3. PRÉSENTATION DE L'ASSOCIATION

Cette partie du travail consistera en une présentation détaillée de l'association, afin d'identifier dans quel but elle a été créée et son mode de financement pour qu'elle puisse continuer à accueillir chaque année des camps. Une brève description de la situation des deux chalets sera également réalisée de façon à avoir une première vue d'ensemble de ces derniers.

#### 3.1. LA CORDÉE

C'est une association alpine bénévole qui a été fondée en 1952. Les fondateurs de cette dernière sont Monsieur Yves Brun, l'abbé Charles Rossi et l'abbé Etienne Brun. Cette communauté tire son existence des mouvements religieux catholiques du canton de Genève (La Cordée, 2018).

Le but premier de la réalisation des camps était de permettre aux jeunes de vivre en communauté en montagne et de donner une raison à leur vie. Cependant, aujourd'hui les camps n'ont plus aucun rapport avec l'aspect religieux de l'époque. De nos jours, ces campements permettent surtout aux jeunes de pouvoir se dépasser en affrontant la montagne et de s'émerveiller en la contemplant.

Cette organisation existe et propose des prix abordables, grâce aux subventions perçues des entités comme le Sport-Toto, qui a pour but de reverser les fonds de Swisslos et de la Loterie Romande. Nous retrouvons par ailleurs les communes genevoises qui participent au financement de ces camps. S'ajoute le programme Jeunesse+Sport qui a été mis sur pieds par la Confédération dans le but d'encourager les jeunes à faire des activités physiques. À noter que le seul personnel rémunéré sont les guides de montagnes. Toutes les autres personnes qui préparent ces camps le font de manière totalement bénévole (La Cordée, 2018).

À savoir également qu'en dehors des périodes de campements que l'association « La Cordée » organise durant l'année, les chalets sont mis en location pour tout public. Cela permet ainsi de rentabiliser les chalets lorsqu'ils ne sont pas occupés et de réaliser des revenus nécessaires aux travaux et aux investissements.

Ci-après, nous pouvons apercevoir la localisation des deux bâtiments collectifs de l'association. Chaque bâtiment possède sa propre adresse, ainsi que son propre nom. Ce dernier détail sera important pour la suite du travail, il permettra ainsi de différencier les deux infrastructures lors du traitement des données et de l'analyse des factures perçues par le distributeur d'énergie de la région.

**Figure 8 : Plan de situation des chalets de l'association "La Cordée"**

Source : (Google Maps, 2018)

Sur la représentation ci-dessus, nous pouvons constater qu'il y a deux types de bâtiments. Le premier chalet comportant le numéro un sur la figure 8, se situe au chemin du Veijic 2 et s'appelle « Veijic » en référence à l'adresse.

Le bâtiment comportant le numéro deux se situe quant à lui à quelques mètres au-dessus du premier. Il est établi à chemin du Veijic 4 et il se nomme « Cordée ». Il est important de ne pas le confondre, avec le petit chalet, qui comporte sur sa devanture le nom de l'association « La Cordée ».

### 3.2. LES DIVERSES ACTIVITÉS

Dès la création de l'association, les fondateurs avaient pour objectif que les participants des camps, généralement des jeunes, participent à des activités en lien avec le domaine de la montagne.

Ce souhait continue de perdurer jusqu'à ce jour, grâce à l'organisation de trois camps durant l'année. Les deux premiers campements ont lieu pendant la saison d'été avec un programme très varié. Les activités dispensées lors de cette période de l'année sont la réalisation de bivouacs, de virées glaciaires, de courses de crêtes, ainsi que de l'escalade de falaise (La Cordée, 2018).

**Figure 9 : Camp d'alpinisme et d'escalade**



**Source :** (Callegari, 2014)

Le troisième camp est réalisé en hiver. Ce dernier est plus destiné à des personnes souhaitant s'évader des stations de ski de remontées mécaniques. Encadré par des guides professionnels de la haute montagne, les participants vont s'immerger dans le monde de la randonnée en montagne. Avec des activités comme l'apprentissage de la randonnée et de sa mise en pratique en ski ou en snowboard. Ils pourront également s'entraîner à la gestion des risques d'avalanches (La Cordée, 2018).

**Figure 10 : Randonnée à ski - camp poudreuse**



**Source :** (Pfiffner, 2015)

## 4. LES BÂTIMENTS COLLECTIFS

Ce chapitre, concernant les chalets appartenant à l'association « La Cordée », représente la partie initiale de cet audit énergétique. Il consiste dans un premier temps à identifier les caractéristiques de chaque bâtie. Un inventaire des appareils électroménagers est établi, afin de connaître les différentes sources consommant de l'électricité. À ce répertorage s'ajoute également la partie de l'éclairage et celui concernant les fenêtres.

### 4.1. LE CHALET « CORDÉE »

Ce bâtiment est très différent en comparaison du petit chalet « Vejjic ». Il est composé de deux chalets tous les deux communiquant, grâce à une annexe faisant objet de couloir. Le premier a été construit en 1944 et a connu des rénovations en 1991. Durant cette même année a eu lieu la construction du deuxième bâtiment. Il peut accueillir jusqu'à 31 personnes au maximum.

Cet établissement est pourvu d'une cuisine professionnelle équipée d'installations usuelles de la restauration. À l'aide des plans du chalet se trouvant dans l'annexe 2, nous pouvons constater que le bâtiment est également composé de neuf chambres, d'un réfectoire, d'un séjour, de quatre toilettes et d'un grand espace sanitaire doté de plusieurs douches.

Figure 11 : Photo du chalet "Cordée"



Source : Photo prise par l'auteur

#### 4.1.1. INVENTAIRE DES ÉLECTROMÉNAGERS

Pour analyser les consommations des appareils électroménagers, un listing de chaque appareillage est réalisé, comprenant également toutes ses caractéristiques techniques. De plus, une estimation de la durée d'utilisation journalière sera incorporée à l'inventaire de chaque objet. Lors des locations des chalets, nous n'avons pas pu prendre part à la vie commune, car ces derniers étaient occupés par des personnes externes à l'association. Toutefois nous avons quand même pu établir un ordre de mesure, en discutant avec certains membres de l'association, concernant la durée d'utilisation des appareils lors des camps organisés.

Nous commençons par la partie cuisine de l'établissement. Ce chalet pouvant accueillir un nombre important d'hôtes, l'association a décidé d'investir dans des appareils de cuisine professionnels.

##### Bloc fourneau GICO

La puissance totale de cet appareil est de 19.55 kW. Elle se répartit de la manière suivante :

- trois plaques de cuisson possédant chacune d'elles 3 kW ;
- une plaque chauffante avec 4 kW de puissance ;
- le four a une puissance de 6.55 kW (GICO - Griandi impianti cucine, 2010).

**Figure 12 : Bloc fourneau GICO – cuisine « Cordée »**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Outre les informations concernant la puissance de ce bloc, nous devons prendre en compte que l'utilisation de cet appareil dans une journée est de deux fois. La première à midi et la deuxième le soir. Sachant également que c'est une colonie et que lors de sorties en extérieur,

les membres de cette dernière ne reviennent pas, l'utilisation du bloc fourneau n'est que d'une fois par jour. Le temps estimé est donc d'environ une heure et 45 minutes par jour.

### Lave-vaisselle Elettrobar Niagara

Place dorénavant au lave-vaisselle se trouvant dans le chalet « Cordée ». Ce dernier est utilisé de manière journalière, deux cycles à midi et de même le soir. Le programme généralement privilégié est « ProTemp », avec un cycle de lavage de 180 secondes et de 2.6 litres d'eau (Niagara, 2017). Sa durée d'utilisation quotidienne est donc de :

$$\begin{aligned} \text{Durée d'utilisation quotidienne} &= \text{Durée du cycle de nettoyage} \times \text{nombre de cycle par jour} \\ &= 180 \text{ secondes} \times 4 = 720 \text{ secondes par jour} \end{aligned}$$

**Figure 13 : Lave-vaisselle Elettrobar Niagara – cuisine « Cordée »**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Les caractéristiques de cet électroménager sont les suivantes :

- puissance énergétique : 7.9 kW ;
- consommation par cycle : de 1.9 à 3.6 litres d'eau ;
- raccordement : 400 V, 16 A (Niagara, 2017).

### Réfrigérateur Liebherr

Le chalet « Cordée » étant occupé par un grand nombre de personnes lors de ses locations, il est nécessaire de répondre aux attentes en y installant des infrastructures de cuisine collective. Comme nous distinguons ci-dessous sur la figure 14, le réfrigérateur Liebherr possède une capacité de 600 litres pouvant conserver les aliments et boissons. Les caractéristiques de cet appareil, se trouvent ci-après :

- puissance énergétique : 400 W ;
- raccordement : 220-240 V.

**Figure 14 : Réfrigérateur Liebherr - cuisine "Cordée"**



**Source : Photo prise par l'auteur**

### Lave-linge Bosch – Série 8

Le chalet « Cordée » possède dans le local technique un lave-linge de la marque Bosch (voir figure 15) qui permet de laver les draps, les linges et autres textiles mis à disposition de la clientèle. Cette tâche est effectuée dès le départ des personnes ayant loué le chalet « Cordée » ou « Veijic », car ce dernier n'est pas muni de cet appareil électroménager.

Cet appareil possède les caractéristiques suivantes :

- puissance énergétique : 2'000 W ;
- raccordement : 220-240 V.

Contrairement aux appareils analysés précédemment, nous connaissons sa consommation d'énergie lorsqu'il est éteint et qui est de 0.13 W (Bosch, 2015). Sachant que cet appareil est branché à l'année, sa répercussion sur le décompte annuel peut être importante au niveau de la consommation énergétique et des coûts occasionnés.

**Figure 15 : Lave-linge Bosch - Série 8**



**Source : Photo prise par l'auteur**

#### Sèche-linge Bosch – Série 8

Comme pour le lave-linge Bosch (figure 15) précédemment cité, le sèche-linge Bosch, figurant ci-dessous (figure 16) est également présent dans le local technique. Son utilisation se fait aussi à chaque départ des occupants ayant loué les chalets.

**Figure 16 : Sèche-linge Bosch - Série 8**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Concernant les caractéristiques de ce séchoir à linge Bosch, elles sont les suivantes :

- puissance énergétique : 800 W ;
- raccordement : 220-240 V, 10 A

#### 4.1.2. INVENTAIRE DES SANITAIRES

L'inventaire de la partie sanitaire du bâtiment « Cordée » s'est effectué de la manière suivante. Tout d'abord, nous avons dû réaliser un comptage de chaque installation, afin de connaître le nombre de douches et de toilettes étant présents dans l'infrastructure. À cela, nous avons dû réaliser le relevé du débit d'eau pour chaque robinet et pommeau de douche, ainsi qu'analyser la contenance pour les chasses d'eau des toilettes.

Pour effectuer les prélevements d'eau, nous avons calculé la durée de remplissage d'un bidon de dix litres. Après cela, nous avons adapté les données obtenues pour connaître le débit d'eau en litre pour une seconde et pour une minute.

Des tableaux pour chaque pièce en lien avec le domaine sanitaire ont été établis, afin que la réalisation de l'audit effectué soit accomplie de manière à ce que nous rencontrions le moins de difficulté. Ci-après le tableau 3 concernant les mesures effectuées pour la partie la plus récente du chalet « Cordée » nous y retrouvons également les valeurs relevées pour le débit d'eau de la robinetterie présente dans la cuisine.

**Tableau 3 : Inventaire des sanitaires de la nouvelle partie du chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Installation : évier/lavabo	Débit du raccordement		Installation : douche	Débit du raccordement		Installation : chasse d'eau	Débit d'eau
		litre/s	litre/min		litre/s	litre/min		
Sous-sol - cuisine	2	0.26 litre/s	15.6 litres/min	-	-	-	-	-
Sous-sol - WC	1	0.15 litre/s	9.5 litres/min	-	-	-	1	9 litres
Rez-de-chaussée - WC	1	0.15 litre/s	9.5 litres/min	-	-	-	1	9 litres
1er étage - WC douche	1	0.15 litre/s	9.5 litres/min	1	0.13 litre/s	7.5 litres/min	1	9 litres

**Source : Données de l'auteur**

À la suite, le tableau 4 analyse le secteur où se trouve le plus grand nombre d'installations sanitaires des bâtiments appartenant à l'association « La Cordée ». Cette pièce est située dans l'annexe, reliant la nouvelle à l'ancienne partie du chalet « Cordée ».

**Tableau 4 : Inventaire des sanitaires de l'annexe du chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Installation : évier/lavabo	Débit du raccordement		Installation : douche	Débit du raccordement		Installation : chasse d'eau	Débit d'eau
		litre/s	litre/min		litre/s	litre/min		
Sanitaire principal	8	0.15 litre/s	9.5 litres/min	5	0.3 litre/s	18 litres/min	4	9 litres

**Source : Données de l'auteur**

Le tableau 5, ci-dessous, analyse l'ancien secteur du bâtiment « Cordée ». Étant une bâtie datant de 1944, la partie sanitaire de ce chalet n'est pas aussi imposante que le reste du complexe. De plus, nous pouvons comparer le débit qui est plus faible que dans les tableaux 3 et 4. Ceci n'est pas la conséquence d'une installation permettant de réaliser des économies d'eau, mais plus à la faible puissance d'acheminement d'eau, étant donné que ce chalet est plus ancien.

**Tableau 5 : Inventaire des sanitaires de l'ancienne partie du chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Installation : évier/lavabo	Débit du raccordement		Installation : douche	Débit du raccordement		Installation : chasse d'eau	Débit d'eau
		litre/s	litre/min		litre/s	litre/min		
1er étage - WC douche	1	0.13 litre/s	7.5 litres/min	-	-	-	1	9 litres

**Source : Données de l'auteur**

Pour terminer cette partie portant sur l'inventaire, nous devons analyser la durée d'utilisation de ces installations par personne selon les avis obtenus par les membres. Comme cité précédemment, il n'a pas été possible de nous rendre sur place lors de la location des chalets, afin d'analyser la durée de consommation. Cela provient du fait que les lieux étaient occupés par des personnes autres que ceux de l'association.

Nous avons donc émis l'hypothèse d'entente avec l'association, que les personnes présentes dans les locaux, le sont uniquement le matin, le midi et le soir. Le reste du temps, celles-ci partent en extérieur pratiquer des activités. La durée d'utilisation ou le nombre d'utilisation pour chaque installation se décompose comme indiqué ci-dessous. Ces données seront utiles dans l'audit réalisé par la suite.

#### Utilisation journalière de la chasse d'eau des toilettes par personne

Nous allons prendre en compte qu'en moyenne, une personne se rend aux toilettes trois fois par jour, donc cela correspondra à trois chasses d'eau tirées par jour et par personne.

#### Durée de consommation journalière d'eau via la douche

Concernant le temps de consommation d'eau journalière d'une douche par personne, elle est en moyenne de six minutes et trente secondes. Nous estimons que les hommes restent cinq minutes sous la douche, tandis que les femmes restent quant à elles huit minutes.

### Durée de consommation journalière d'eau via la robinetterie

Concernant la consommation d'eau provenant du robinet, elle est répartie de la façon suivante :

**Tableau 6 : Utilisation d'eau journalière par personne – robinetterie des WC « Cordée »**

Période de la journée	Action réalisée	Durée
Matin	Lavage du visage et se coiffer	3 min
	Brossage des dents	2 min
Midi	Brossage des dents	2 min
Soir	Brossage des dents	2 min
Journée entière	Lavage de mains (après les toilettes)	2 min
	<b>Total</b>	<b>11 min</b>

**Source : Données de l'auteur**

Comme nous pouvons le remarquer dans le tableau 6, ci-dessus, la durée d'utilisation journalière d'eau par personne s'élève à 11 minutes.

À ne pas oublier que l'eau provenant de la robinetterie est également utilisée en cuisine pour la vaisselle. Le chalet « Cordée » possède un lave-vaisselle, ce qui permet de réduire le temps d'utilisation d'eau potable. Son utilisation se présente de la manière suivante, dans le tableau 7.

**Tableau 7 : Utilisation d'eau journalière – robinetterie de la cuisine « Cordée »**

Période de la journée	Action réalisée	Durée
Matin	Rinçage des couverts	10 min
Midi	Rinçage des couverts, des ustensiles et des plats de cuisine	20 min
Soir	Rinçage des couverts, des ustensiles et des plats de cuisine	20 min
	<b>Total</b>	<b>50 min</b>

**Source : Données de l'auteur**

Pour conclure cette section, nous ne devons pas oublier de tenir compte que les durées sont des estimations réalisées avec les explications des membres de l'association. Toute cette partie exécutée permettra pour la suite du travail d'analyser les consommations d'eau et d'apporter des jugements permettant d'améliorer son utilisation.

#### 4.1.3. INVENTAIRE DE L'ÉCLAIRAGE

L'inventoriel des luminaires présents dans le bâtiment « Cordée » s'est effectué en trois parties afin de bien pouvoir déterminer chaque secteur de l'infrastructure. Trois tableaux ont été réalisés dans le but de mieux situer les emplacements des éclairages dans chaque section du bâtiment. Chaque pièce a été nommée en fonction des plans du chalet « Cordée » présent à l'annexe 2.

Afin de mieux se rendre compte du type d'éclairage présent dans les pièces du bâtiment, la description de chaque ampoule est effectuée en amont des tableaux liés aux inventaires.

**Tableau 8 : Caractéristiques de l'éclairage du chalet "Cordée"**

OSRAM	OSRAM	LEDVANCE	Aucune marque	General Electric
				
Caractéristiques :	Caractéristiques :	Caractéristiques :	Caractéristiques :	Caractéristiques :
15 watts	77 watts	18 watts	8 watts	40 watts
220-240 V	230 V	84-102 V	230 V	T12
50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz	-
10'000 heures	2'000 heures	50'000 heures	-	10'000 heures

**Source : Données de l'auteur**

Nous constatons que les installations lumineuses existantes dans le chalet « Cordée » ne sont pas du tout homogènes. Ces dernières ne possèdent pas toutes les mêmes puissances de watts. De plus, elles ne sont pas toutes de même nature. Nous retrouvons par exemple des ampoules, des halogènes, des tubes fluorescents et des systèmes fonctionnant au LED<sup>1</sup>.

Dans les tableaux 9, 10 et 11 suivants, nous pouvons observer les inventaires accomplis pour les lumières du bâtiment. À ces répertoires, l'ajout des durées d'utilisation journalière pour chaque pièce du chalet « Cordée » ont été annexées. Il faut prendre note que les temps d'éclairage sont subjectifs. Ils ressortent des discussions tenues avec les membres de l'association. Bien évidemment, le relevé de ces temps d'éclairage tente de se rapprocher le plus possible de la réalité.

<sup>1</sup> Les lampes disposant d'un système d'éclairage à diodes électroluminescentes (LED, signifiant light-emitting diode) permettent de réaliser des économies d'énergie en comparaison aux autres produits existants comme les lampes halogènes (Office fédéral de l'énergie OFEN, 2016).

En ce qui concerne le tableau 9, nous allons principalement argumenter à propos de la durée d'utilisation journalière de chaque pièce, concernant l'éclairage. Pour débuter cette analyse, prenons d'abord le sous-sol.

La cave et le local technique sont des lieux rarement fréquentés. Malgré la présence de la machine à laver et du séchoir dans la dernière pièce citée, l'utilisation de l'éclairage est de courte durée. D'ailleurs ce local est utilisé uniquement à la fin de chaque location pour faire la lessive des draps. C'est donc pour cela que nous avons choisi de ne pas attribuer de temps pour ces deux pièces.

À ce niveau du bâtiment, nous trouvons également un WC, qui fait office de roue de secours. Son utilisation étant peu fréquente, nous avons émis une durée de cinq minutes quotidiennes, principalement utilisé par les personnes présentes en cuisine.

L'utilisation du local de skis s'étend sur une journée à une heure. Ce temps est consacré à la prise des skis le matin et à son dépôt le soir, mais également au temps nécessaire afin de s'équiper le matin. Pour terminer l'analyse de ce premier niveau, la cuisine est le lieu le plus utilisé de cette zone. Le matin nous comptabilisons 30 minutes pour le petit déjeuner, à midi une heure et le soir une heure et demi.

Le temps d'utilisation de l'éclairage des deux étages restants se fait de manière regroupée. Pour chacune des chambres, l'utilisation quotidienne en lumière est de 40 minutes. Ce chiffre se détaille de la manière suivante : 20 minutes le matin et 20 minutes le soir. C'est le temps consacré par les personnes, afin de pouvoir se vêtir et ranger leur chambre.

Les toilettes ont quant à elles une utilisation journalière de 15 minutes. Les personnes ne les emploient pas pour se doucher, elles utilisent directement les sanitaires se trouvant dans l'annexe du bâtiment pour faire cela.

Place maintenant au réfectoire qui est un lieu de vie où l'éclairage est principalement utilisé le soir. La journée cette pièce bénéficie d'un éclairage naturel grâce à sa grande baie vitrée. Le temps consacré à l'utilisation de la lumière est d'une heure le matin et de trois heures le soir. Concernant les halls d'escalier, la durée d'éclairage est de 15 minutes. Ce sont des secteurs de passage et en journée, ils sont éclairés par la lumière du jour.

**Tableau 9 : Inventaire de l'éclairage du grand chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière
Sous-sol - cuisine	Tube fluorescent	4	General Electric	40 W	-	180 min
Sous-sol - WC	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	5 min
Sous-sol - local de skis	Tube fluorescent	5	General Electric	40 W	-	60 min
Sous-sol - local technique	Tube fluorescent	1	General Electric	40 W	-	0 min
Sous-sol - cave	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	0 min
Sous-sol - hall	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min
Rez-de-chaussée - réfectoire	Ampoule	6	OSRAM	15 W	220-240 V	240 min
Rez-de-chaussée - chambre nord	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min
Rez-de-chaussée - chambre sud	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min
Rez-de-chaussée - WC	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min
Rez-de-chaussée - hall	Halogène	2	OSRAM	77 W	230 V	15 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min

**Source : Données de l'auteur**

Après l'analyse de la partie récente du chalet « Cordée », nous passons à l'annexe qui permet de faire la connexion avec l'ancien chalet (consulter tableau 10). Nous commençons avec le corridor, qui possède une utilisation d'éclairage journalière égale à celle du réfectoire, donc de quatre heures. Tout comme cette dernière pièce citée, le corridor possède une baie vitrée qui permet d'avoir une lumière naturelle toute la journée. La lumière n'est donc allumée que le matin pendant une heure et le soir pendant trois heures. Cette durée de quatre heures est due au fait que ce corridor relie deux pièces où les personnes passent beaucoup de temps dans une journée, ce sont les sanitaires et le réfectoire.

L'éclairage se trouvant dans les sanitaires se décompose de cette façon : 30 minutes le matin, le temps de pouvoir faire sa toilette matinale et de trois heures et demi le soir, car les personnes se douchent principalement après être rentrées de randonnée à ski.

**Tableau 10 : Inventaire de l'éclairage du corridor et des sanitaires "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière
Corridor	Halogène	4	OSRAM	77 W	230 V	240 min
Sanitaire	Tube fluorescent	7	General Electric	40 W	-	180 min

**Source : Données de l'auteur**

Pour terminer la section de l'éclairage du chalet « Cordée », nous avons analysé l'ancienne partie du bâtiment, voir tableau 11. Comme expliqué auparavant pour la partie récente de

l'infrastructure, l'éclairage dans les chambres est également de 40 minutes, ainsi que de 15 minutes pour la pièce des toilettes. Cette section comporte un séjour, où son utilisation est d'une heure. Pour conclure cette partie, les halls de ce secteur du chalet ont une utilisation d'éclairage de 15 minutes.

**Tableau 11 : Inventaire de l'éclairage du petit chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière
Rez-de-chaussée - séjour	LED	4	LEDVANCE	18 W	84-102 V	60 min
Rez-de-chaussée - hall	Halogène	2	OSRAM	77 W	230 V	15 min
1 <sup>er</sup> étage - hall	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min
1 <sup>er</sup> étage - WC	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	40 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-est	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	40 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	Halogène	2	OSRAM	77 W	230 V	40 min
2 <sup>ème</sup> étage - chambre est	Halogène	2	OSRAM	77 W	230 V	40 min
2 <sup>ème</sup> étage - chambre ouest	Halogène	4	OSRAM	77 W	230 V	40 min

**Source : Données de l'auteur**

#### 4.1.4. INVENTAIRE DES FENÊTRES

Cette partie de l'étude sera utile pour le chapitre de l'audit en lien avec l'enveloppe du chalet « Cordée ». Nous pouvons nous apercevoir, grâce aux tableaux 12, 13 et 14, le nombre de fenêtres du bâtiment. L'entier des cadres, ainsi que des vitres ont été rénovés entre 2014 et 2016. Commençons par la partie la plus récente du chalet « Cordée ». Cette dernière est composée de 12 fenêtres au sous-sol et d'une porte. Ensuite, le rez-de-chaussée comptabilise 11 fenêtres et une porte. Pour terminer, le premier étage comporte une fenêtre, un velux et une porte.

**Tableau 12 : Inventaire des fenêtres du grand chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Nombre de fenêtres	Nombre de porte	Vitrage
Sous-sol - cuisine	7	1	Double vitrage
Sous-sol - local de skis	4	-	Double vitrage
Sous-sol - local technique	1	-	Double vitrage
Rez-de-chaussée - réfectoire	8	1	Double vitrage
Rez-de-chaussée - chambre nord	1	-	Double vitrage
Rez-de-chaussée - chambre sud	1	-	Double vitrage
Rez-de-chaussée - WC	1	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	-	1	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud	1	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	1 velux	-	Double vitrage

**Source : Données de l'auteur**

Pour la partie du chalet où se trouve les sanitaires et le grand corridor permettant la connexion entre la section plus récente et la plus ancienne du bâtiment, nous dénombrons trois types d'installations vitrées.

Pour la grande pièce d'eau, nous avons comptabilisé six fenêtres normales. Pour la deuxième pièce, quant à elle, nous avons observé six grandes fenêtres et une porte. Les installations présentes dans ce dernier secteur cité, permettent d'obtenir une luminosité naturelle journalière, grâce à cette grande étendue de vitres.

**Tableau 13 : Inventaire des fenêtres du corridor et des sanitaires "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Nombre de fenêtres	Nombre de porte	Vitrage
Corridor	6 grandes	1	Double vitrage
Sanitaire	6	-	Double vitrage

**Source : Données de l'auteur**

Concernant le secteur ancien du chalet « Cordée », les fenêtres sont toutes identiques en termes de taille. Elles sont au nombre de huit au niveau du rez-de-chaussée, de 11 pour l'ensemble du premier étage et de deux pour le deuxième palier.

Sur l'ensemble de ce secteur, nous avons dénombré deux portes. Elles sont réparties entre le premier et le deuxième étage du chalet.

**Tableau 14 : Inventaire des fenêtres du petit chalet "Cordée"**

Pièce du bâtiment	Nombre de fenêtres	Nombre de porte	Vitrage
Rez-de-chaussée - séjour	7	-	Double vitrage
Rez-de-chaussée - hall	1	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - hall	2	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - WC	1	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	4	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-est	2	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	2	1	Double vitrage
2 <sup>ème</sup> étage - chambre est	-	1	Double vitrage
2 <sup>ème</sup> étage - chambre ouest	2	-	Double vitrage

**Source : Données de l'auteur**

Afin d'obtenir des données précises, des prises de mesures ont été effectuées pour chaque installation, que ce soit pour les fenêtres, les portes ou pour le velux. Nous pouvons remarquer dans le tableau 15, que les dimensions ne sont pas forcément toutes les mêmes pour les trois différentes parties de ce chalet « Cordée ». La conséquence de ces différences est due aux rénovations qui n'ont pas été effectuées dans les mêmes périodes, donc la construction de chaque fenêtre n'a pas été réalisée de la même manière. Ces mesures seront utilisées lors de l'analyse de l'enveloppe du bâtiment.

**Tableau 15 : Dimensions des fenêtres, portes vitrées et du velux – chalet « Cordée »**

Section du chalet "Cordée"	Type d'installation	Cadre		Vitre		Vitrage
		Largeur	Hauteur	Largeur	Hauteur	
Nouvelle partie du chalet	Fenêtre	63 cm	74 cm	47 cm	58 cm	Double vitrage
	Porte	126 cm	205 cm	-	-	-
	Velux	70 cm	118 cm	55 cm	103 cm	Double vitrage
Annexe	Fenêtre	70 cm	82 cm	54 cm	66 cm	Double vitrage
	Grande fenêtre	170 cm	220 cm	150 cm	150 cm	Double vitrage
	Porte	126 cm	205 cm	-	-	-
Ancienne partie du chalet	Fenêtre	70 cm	82 cm	54 cm	66 cm	Double vitrage
	Porte	126 cm	205 cm	-	-	-

#### Source : Données de l'auteur

Les mensurations des deux baies vitrées se trouvant dans la pièce du réfectoire se calculent différemment des autres fenêtres, étant donné que celles-ci sont triangulaires. À noter également que les vitres sont équipées de double vitrage. Les dimensions sont présentées ci-dessous :

- longueur : 295 centimètres ;
- hauteur : 120 centimètres.

La surface de ces baies sera utilisée ultérieurement pour l'enveloppe du bâtiment. Elle se calcule de la façon suivante :

$$\text{Surface d'une baie vitrée de forme triangulaire} = \frac{\text{longueur} \times \text{hauteur}}{2} = \\ \frac{295 \text{ cm} \times 120 \text{ cm}}{2} = 17'700 \text{ cm}^2 = 1.77m^2$$

## 4.2. LE CHALET « VEIJIC »

Ce bâtiment est le deuxième chalet appartenant à l'association « La Cordée ». Il a été construit en 1944 sur trois niveaux. Tout d'abord, nous avons le sous-sol où se trouve les compteurs électriques, ainsi que le boiler destiné à cette petite infrastructure.

Concernant le rez-de-chaussée et le premier étage, ce sont des lieux de vie. Ce chalet est composé d'une cuisine familiale, d'un salon muni d'une pierre ollaire permettant de maintenir une température ambiante dans la pièce, d'une salle de douche et d'une salle de bain, ainsi que de trois chambres. À savoir que ce chalet peut accueillir jusqu'à 13 personnes au maximum.

**Figure 17 : Photo du chalet "Veijic"**



**Source : Photo prise par l'auteur**

### 4.2.1. INVENTAIRE DES ÉLECTROMÉNAGERS

Afin de continuer dans l'analyse de ce chalet, voici l'inventaire des appareils électroménagers se trouvant dans le bâtiment, avec pour chacun ses caractéristiques énergétiques.

#### Bouilloire Rotel

Dans la cuisine, nous avons pu observer l'existence d'une bouilloire Rotel, qui possède les spécificités suivantes :

- puissance énergétique : 2'200 W ;
- temps d'ébullition calculé : 4 minutes et 20 secondes.

Comme indiqué, nous avons pu calculer sur place le temps que la bouilloire remplit d'eau mettait afin de bouillir l'eau. Cet appareil est utilisé à trois reprises dans la journée. Ce qui correspond à une durée totale de 13 minutes au quotidien.

**Figure 18 : Bouilloire Rotel – chalet « Veijic »**



**Source : Photo prise par l'auteur**

#### Réfrigérateur Miele

Le frigo Miele encastrable (voir figure 19) se trouvant dans la cuisine est uniquement allumé lorsque les occupants arrivent. Dès le départ de ces derniers, il est directement éteint.

**Figure 19 : Réfrigérateur Miele - chalet "Veijic"**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Les caractéristiques du réfrigérateur sont les suivantes :

- puissance énergétique : 120 W ;
- raccordement : 220-230 V.

### Cuisinière encastrable Bosch

La cuisine se trouvant dans le chalet « Veijic » est également équipée d'une cuisinière Bosch encastrable (voir figure 20), ainsi que de plaques de cuisson en fonte.

**Figure 20 : Cuisinière encastrable Bosch – chalet « Veijic »**



**Source : Photo prise par l'auteur**

- puissance énergétique : 10'900 W ;
- raccordement : 400 V.

Selon les données techniques apparaissant dans le catalogue en ligne Bosch, la consommation d'énergie de cet appareil est de 0.89 kWh pour un cycle d'une durée de 47 minutes (Bosch, 2015).

À cette cuisinière, nous devons ajouter les deux plaques chauffantes en fonte de 15 centimètres de diamètre, ainsi que les deux autres ayant un diamètre de 18 centimètres. Les caractéristiques sont les suivantes :

- plaque de 15 cm de diamètre : 1.5 kW ;
- plaque de 18 cm de diamètre : 2.0 kW (Bosch, 2015).

#### 4.2.2. INVENTAIRE DES SANITAIRES

L'élaboration de cette section s'est tout d'abord concentrée sur la comptabilisation des installations présentes dans le chalet « Veijic » et utilisant l'eau potable provenant des canalisations. Après cette première étape, le calcul du débit d'eau s'est effectué avec la même technique utilisée pour le chalet « Cordée ». Nous avons dû calculer le temps de remplissage d'un bidon de dix litres. Suite à cela, les données obtenues ont été converties afin d'acquérir le débit d'eau en litre pour une seconde et également pour une minute.

La présence d'installations sanitaires dans la bâtie « Veijic » est moindre en comparaison avec le plus grand chalet de l'association. Contrairement à ce dernier bâtiment, l'établissement « Veijic » possède une baignoire, qui est très rarement utilisée. Nous n'allons donc pas la prendre en compte dans le calcul de la durée d'utilisation de l'eau.

**Tableau 16 : Inventaire des sanitaires - chalet "Veijic"**

Pièce du bâtiment	Installation : évier/lavabo	Débit du raccordement		Installation : douche	Débit du raccordement		Installation : baignoire	Débit du raccordement		Installation : chasse d'eau	Débit d'eau
		litre/s	litre/min		litre/s	litre/min		litre/s	litre/min		
Rez-de-chaussée - cuisine	1	0.2 litre/s	12 l/min	-	-	-	-	-	-	-	-
Rez-de-chaussée - WC douche	1	0.2 litre/s	12 l/min	1	0.11 litre/s	6.36 l/min	-	-	-	1	9 litres
1er étage - WC douche/baignoire	1	0.2 litre/s	12 l/min	1	0.11 litre/s	6.36 l/min	1	0.3 litre/s	18 l/min	1	9 litres

**Source : Données de l'auteur**

##### Utilisation journalière de la chasse d'eau des toilettes par personne

Comme indiqué dans l'inventaire des sanitaires du chalet « Cordée », nous allons maintenir le même nombre d'utilisation de chasse d'eau journalière, qui est de trois par personne.

##### Durée de consommation journalière d'eau via la douche

Pour le temps de consommation d'eau journalière d'une douche par personne, nous reprenons également les mêmes valeurs que pour le chalet « Cordée », qui correspond à une utilisation de six minutes.

##### Durée de consommation journalière d'eau via la robinetterie

Tout d'abord, le temps d'utilisation de l'eau provenant des robinets des salles de bains est identique à celui obtenu pour le chalet « Cordée ». La durée s'élève à 11 minutes, comme nous pouvons le distinguer dans le tableau 6.

La cuisine du chalet « Veijic » ne possède pas de lave-vaisselle, donc toute la vaisselle se fait à la main. La répartition du temps pour l'utilisation de l'eau en relation à cette tâche est exposée ci-dessous, dans le tableau 17.

**Tableau 17 : Durée d'utilisation d'eau journalière – robinetterie de la cuisine « Veijic »**

Période de la journée	Action réalisée	Durée
Matin	Lavage des couverts	15 min
Midi	Lavage des couverts, des ustensiles et des plats de cuisine	30 min
Soir	Lavage des couverts, des ustensiles et des plats de cuisine	30 min
	<b>Total</b>	<b>75 min</b>

Source : Données de l'auteur

#### 4.2.3. INVENTAIRE DE L'ÉCLAIRAGE

Le listing de l'éclairage du chalet « Veijic » a été réalisé de la même manière que pour celui prénommé « Cordée ». Après avoir examiné toute l'infrastructure, nous pouvons ressortir que ce bâtiment est homogène concernant le matériel utilisé pour éclairer les lieux. Dans chaque pièce, nous avons pu constater la présence de l'ampoule Philips, visible dans le tableau 18 comportant toutes ses caractéristiques.

**Tableau 18 : Caractéristiques de l'éclairage du chalet "Veijic"**

Philips

Caractéristiques :
12 watts
230-240 V
50-60 Hz
8'000 heures

Source : Données de l'auteur

L'inventaire des systèmes d'illumination des locaux s'est effectué de la même manière que pour le chalet « Cordée ». Toujours en prenant en compte que ce sont des durées subjectives, qui font suite à des discussions avec les membres de l'association. Concernant le temps d'utilisation pour une journée, les données sont quasiment identiques.

Tout d'abord pour les trois chambres, la durée d'éclairage par jour s'élève à 40 minutes. Comme indiqué dans l'analyse du précédent chalet, ces pièces sont des lieux de repos, dont l'utilisation de lumière est employée de la façon suivante : 20 minutes le matin et 20 minutes le soir. Ce temps est consacré au rangement de la chambre, ainsi qu'à se vêtir.

Les halls sont munis de fenêtres et de portes vitrées, ce qui permet l'entrée de lumière du jour dans ces endroits de la bâtie. Par conséquent, l'utilisation de lumière dans ces lieux est de 15 minutes par jour. Place dorénavant aux pièces des sanitaires qui sont au nombre de deux. La durée d'illumination dans ces lieux s'élève à 80 minutes par jour. La répartition de ce temps est de 20 minutes le matin pour la toilette matinale et de 60 minutes le soir pour se doucher après les excursions de la journée. À savoir que généralement, il y a 13 occupants qui doivent se partager deux salles de douche.

Maintenant place aux lieux de vie commune de ce chalet que sont la cuisine et le séjour. Pour le premier secteur du bâtiment cité, nous comptabilisons une durée d'utilisation de l'éclairage de 180 minutes. Ce chiffre se répartit par 30 minutes le matin pour le petit déjeuner, une heure à midi et d'une heure et demi pour le souper. L'utilisation de lumière dans le séjour est quant à elle de 120 minutes par jour et principalement le soir. Cela est dû au fait que c'est une pièce de vie, au même titre que la cuisine. C'est dans ces deux locaux que les habitants du chalet passent le plus de temps, quand ils ne sont pas en expédition à l'extérieur.

**Tableau 19 : Inventaire de l'éclairage du chalet "Veijic"**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière
Rez-de-chaussée - hall	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	15 min
Rez-de-chaussée - WC douche	Ampoule fluorescente compacte	1	Philips	12 W	230-240 V	80 min
Rez-de-chaussée - cuisine	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	180 min
Rez-de-chaussée - séjour	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	120 min
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	Ampoule fluorescente compacte	1	Philips	12 W	230-240 V	80 min
1 <sup>er</sup> étage - hall & passage	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	15 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord-est	Ampoule fluorescente compacte	1	Philips	12 W	230-240 V	40 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord-ouest	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	40 min
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	40 min

**Source : Données de l'auteur**

#### 4.2.4. INVENTAIRE DES FENÊTRES ET PORTES

Le procédé pour la réalisation de cette partie de l'étude a été effectué de la même manière que pour le listing des fenêtres du chalet « Cordée ». Pour débuter cet inventaire, nous avons pu constater la présence du double vitrage sur toutes les installations vitrées.

L'agencement des installations vitrées, au rez-de-chaussée, est composé de 16 fenêtres et de deux portes. En ce qui concerne le premier étage du chalet, nous comptabilisons 13 fenêtres et deux portes équipées d'une vitre.

**Tableau 20 : Inventaire des fenêtres du chalet "Veijic"**

Pièce du bâtiment	Nombre de fenêtres	Nombre de porte	Vitrage
Rez-de-chaussée - hall	4	1	Double vitrage
Rez-de-chaussée - WC douche	1	-	Double vitrage
Rez-de-chaussée - cuisine	2	1	Double vitrage
Rez-de-chaussée - séjour	9	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	1	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - palier	1	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - hall & passage	1	1	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord-est	2	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord-ouest	5	-	Double vitrage
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	3	1	Double vitrage

**Source : Données de l'auteur**

Les dimensions des fenêtres du chalet « Veijic » sont présentées ci-dessous, dans le tableau 21. Nous pouvons constater qu'elles sont de plus petite taille que celles installées dans le chalet « Cordée » (voir tableau 15).

**Tableau 21 : Dimensions des fenêtres et des portes vitrées – chalet « Veijic »**

Type d'installation	Cadre		Vitre		Vitrage
	Largeur	Hauteur	Largeur	Hauteur	
Fenêtre	47 cm	53 cm	35 cm	41 cm	Double vitrage
Porte	126 cm	205 cm	-	-	-

**Source : Données de l'auteur**

#### 4.2.5. INVENTAIRE DES CHAUFFAGES

Contrairement au chalet « Cordée » qui est directement chauffé grâce à la chaudière à mazout, le bâtiment « Veijic » est chauffé à l'aide de chauffage électrique. Il y a deux types d'installations permettant de chauffer les lieux. Tout d'abord, il y a trois chauffages par accumulation, ils sont situés dans le séjour, la cuisine et dans le hall d'entrée. Pour ce qui est de l'autre système, ce sont des radiateurs électriques directs muraux. Nous les trouvons dans chaque chambre, ainsi que dans les salles de bains et dans les corridors du premier étage. Nous comptons un total de sept sur l'ensemble de l'infrastructure.

##### Chauffage électrique par accumulation - Bauknecht

M. Merle Raymond, membre de l'association « La Cordée », nous a informé que le fonctionnement de ce chauffage par accumulation, voir figure 21, est différent de ce que l'on peut connaître. La production de chaleur se réalise principalement la nuit pendant les heures creuses (HC) et sera accumulée pour le reste de la journée grâce à des gros blocs de fontes, qui conservent la chaleur. Son temps de charge est d'environ de neuf à dix heures, pour pouvoir tenir une journée entière. En fonctionnant pendant les heures creuses (HC), l'association va profiter d'un tarif avantageux (Energie+, 2016).

Figure 21 : Chauffage électrique par accumulation - Bauknecht



Source : Photo prise par l'auteur

Cette installation est reliée directement au compteur numéro 96'825 (voir annexe 17), qui permet de faire les relevés des heures creuses (HC), ainsi que des heures pleines (HP). Concernant les caractéristiques de cette installation, aucune étiquette ne figure sur les chauffages électriques par accumulation et de même qu'il n'existe aucune documentation

concernant ses caractéristiques. Pour pouvoir tout de même réaliser cet audit, nous nous baserons sur la puissance affichée dans le catalogue d'appareils concurrents. La puissance définie pour ce chauffage électrique par accumulation sera de 3'500 watts (Systectherm, 2018).

### Radiateur électrique direct - Nobö

Comme nous l'avons déjà indiqué auparavant, il existe sept exemplaires de ce type de chauffage dans le chalet. Ils permettent de chauffer tout le premier étage, y compris les toilettes se trouvant au rez-de-chaussée. Ce type d'appareil (voir figure 22) appelé également panneau radiant, comme il est mentionné sur Energie+, consomme directement de l'électricité afin de produire de la chaleur et de la répartir dans l'ensemble de la pièce (Energie+, 2016). Ce dernier est directement relié au compteur électrique numéro 96'825, qui est doté de deux relevés de consommation. Le premier pour les heures creuses (HC) et le deuxième pour les heures pleines (HP).

**Figure 22 : Radiateur électrique direct - Nobö**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Ci-dessous, nous pouvons consulter les caractéristiques de cet appareil de chauffe. Ces informations nous seront utiles pour la suite de ce travail.

**Tableau 22 : Caractéristiques du radiateur électrique direct - Nobö**

Marque	Modèle	Puissance	Volt
Nobö	G4TZ-1	80 W	220 V

**Source : Données de l'auteur**

### Pierre ollaire

En plus des systèmes de chauffage cités précédemment, il existe également dans le séjour du chalet « Veijic », une pierre ollaire. Selon les explications de M. Raymond Merle, ce fourneau est un appoint aux autres radiateurs et son fonctionnement est simple. Il suffit simplement de faire un feu pendant trois heures de temps et la chaleur sera redistribuée dans le séjour pour les 12 heures suivantes. Malheureusement, ce système n'est pas suffisant pour permettre de chauffer toute l'infrastructure.

Figure 23 : Pierre ollaire - séjour du chalet "Veijic"



Source : Photo prise par l'auteur

## 5. L'AUDIT ÉNERGÉTIQUE

Avant de débuter ce chapitre concernant l'audit énergétique des deux chalets inhérents à l'association alpine « La Cordée », nous devons tenir compte qu'une partie du travail a déjà été réalisée en amont. Le chapitre quatre, ayant pour thématique les inventaires des chalets, a permis de réaliser diverses études. Dans un premier temps, les consommations d'eau ont été analysées, avec le comptage des installations sanitaires existantes, ainsi que leur quantité de débitage et leur temps d'utilisation. Pour la partie électrique, un inventaire des différentes sources de lumières a été réalisé, avec les spécificités de chaque ampoule et de son utilisation journalière. À cela s'est également ajouté le listing des électroménagers avec les caractéristiques de chaque appareil. Nous finissons avec la partie de l'enveloppe des bâtiments collectifs, dont une analyse des fenêtres et des portes vitrées a été réalisée, en définissant les mesures pour chaque installation ainsi que le type de vitrage présent.

Cet audit énergétique se composera en diverses parties. Tout d'abord avec l'étude de l'enveloppe des chalets, suivi des installations permettant de chauffer les chalets. Par la suite, une introspection des consommations d'électricité sera exécutée. Ensuite, l'audit se portera sur la thématique de l'eau chaude sanitaire et se terminera avec l'éclairage. Pour la réalisation de cet audit, nous séparerons certains thèmes en deux sous-chapitres, avec une partie concernant le bâtiment « Cordée » et l'autre relatif au chalet « Veijic ». Cela facilitera la lecture des données.

### 5.1. L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Pour l'analyse de cette partie, nous la subdiviserons en deux sous-chapitres. Le premier consistera à étudier l'enveloppe du chalet « Veijic » et le deuxième se portera sur l'enveloppe du bâtiment « Cordée ». Pour débuter cette partie de l'audit, nous avons dû prendre les mesures des deux chalets, car sur les plans ces informations étaient manquantes. Nous retrouvons les tableaux avec les dimensions, ainsi que les plans avec la répartition de chaque pièce dans les annexes 7 à 10 y compris.

L'étude de l'enveloppe d'un bâtiment est quelque chose de complexe, de nombreuses données sont nécessaires. Grâce aux connaissances acquises lors des cours de M. Michel Bonvin et à ses supports de cours, nous pourrons réaliser cet audit. De plus, nous nous baserons sur un logiciel conçu par Energie+, avec lequel nous pourrons calculer le niveau d'isolation thermique globale des chalets (Energie+, 2016). Afin de réaliser des opérations, nous emploierons les valeurs « U » provenant du logiciel ainsi que celles que nous avons utilisées lors des cours de M. Michel Bonvin, qui sont basées sur la norme SIA 380/1.

La valeur « U » communément appelé facteur « U » correspond à l'aptitude que les matériaux de construction, ainsi que les composants des isolations ont pour éviter la déperdition de chaleur. La chaleur se propage du centre le plus chaud vers le centre le plus froid. À noter que plus le coefficient « U » est petit, plus les éléments de construction sont efficaces en termes d'isolant. L'unité utilisée pour cette valeur correspond à W/m<sup>2</sup>\*K (Energie-environnement.ch, 2016). Afin de pouvoir comprendre les tableaux qui permettront le calcul des déperditions thermiques, il est important de connaître la notion qui va suivre. Comme il est mentionné sur le site energie-environnement.ch, quand nous avons un coefficient d'un pour un élément comme un mur, cela va correspondre à une perte de chaleur qui sera d'un watt par mètre carré et par degré Kelvin de différence. Prenons exemple que nous avons une température intérieure de 20°C, tandis que la température à l'extérieur est de cinq degrés Celsius. Nous avons donc un écart de température de 15°C. Le mur ayant une surface de 20 mètres carrés et une valeur U d'un, cela va correspondre à l'opération suivante : 1(W/m<sup>2</sup>\*K) x 20 (m<sup>2</sup>) x 15 (K). Le résultat du calcul sera d'une perte de chaleur de 300 watts (Energie-environnement.ch, 2016).

Lors de l'analyse des deux chalets, les déperditions thermiques seront calculées en fonction du nombre de jours de locations pendant la période allant de début octobre à fin mai. Le chauffage ne fonctionnant qu'uniquement pendant cette période, lorsque des occupants y demeurent. De plus, depuis début juin jusqu'à fin septembre, les chauffages ne sont pas utilisés. Ces données figurent à l'annexe 11.

Pour terminer, nous allons nous baser sur les données climatiques de ces trois dernières années, ce qui signifie de 2016 à 2018. Pour les informations concernant les jours de locations, nous reprenons la même période. Avec ces valeurs nous réaliserons une moyenne de ces trois dernières années, dans le but de les utiliser dans les tableaux permettant de calculer la déperdition thermique.

### 5.1.1. ANALYSE DES CHALETS

Grâce aux explications qui ont été citées auparavant, nous pouvons débuter l'analyse de l'enveloppe des deux chalets. La réalisation de cette partie de l'audit a été menée de façon identique pour les deux bâtiments. Les valeurs, ayant un rapport avec les surfaces, les volumes des chalets, ainsi que l'indice « U » des matériaux utilisés, seront différentes d'un chalet à l'autre.

Afin de comprendre les en-têtes présents sur les tableaux figurant dans les annexes 12 et 13, voici quelques explications provenant d'Energie+ qui a conçu les tableaux. Nous allons commencer avec «  $U_i = [W/(m^2*K)]$  ». Comme nous l'avons déjà détaillé auparavant, cela

correspond à la valeur « U » permettant de connaître l'aptitude des matériaux face à la déperdition thermique. La superficie, quant à elle correspond à «  $A_j [m^2]$  ». Continuons avec l'indication «  $U_j * A_j [W/K]$  » qui se rapporte au résultat obtenu en multipliant chaque superficie avec son indice « U ». La description «  $\sum U_j * A_j [W/K]$  » est liée à la somme totale de l'opération réalisée auparavant qui était en lien avec la valeur « U » et la superficie. Concernant «  $a_j$  », cela correspond à un coefficient qui est adapté aux différents types de construction. Chaque matériau n'a pas la même importance d'isolation, un mur directement en contact avec l'extérieur aura un coefficient d'un, tandis qu'un plancher qui est à l'intérieur du chalet aura un facteur d'un tiers. Pour terminer, nous avons la désignation «  $\sum a_j * U_j * A_j [W/K]$  » qui n'est autre que l'opération finale entre le coefficient «  $a_j$  » et les valeurs obtenues en «  $\sum U_j * A_j [W/K]$  » (Energie+, 2016).

Pour débuter l'étude de la déperdition thermique, nous nous sommes munis des mesures réalisées sur le terrain (voir les annexes 8 et 10), afin d'obtenir les différentes valeurs de surfaces en mètres carrés, ainsi que pour les volumes. Nous devons prendre en compte que toutes les surfaces n'ont pas les mêmes caractéristiques, donc un coefficient « U » différent.

Concernant les chalets « Veijic », nous avons obtenu des surfaces correspondant à 514.1 mètres carrés pour le premier et 1'344 mètres carrés pour le second. Ces dernières figurent dans les annexes 12 et 13. Ces chiffres correspondent à la somme de toutes les aires des parois se trouvant dans les bâtiments, ainsi que les planchers de chaque étage. Chaque superficie calculée possède son propre coefficient « U » en fonction de l'épaisseur du mur ou du plancher. Chaque type de matériau utilisé possède sa propre valeur « U » également. Nous avons pu trouver dans ces infrastructures des parties en bois, en pierre et certaines pièces étaient conçues en béton.

Pour la suite de cette analyse, nous avons dû utiliser les données météorologiques que M. Francesco Cimmino nous a transmis. Avec ces dernières, nous avons pu calculer la moyenne de la température annuelle à Évolène s'élevant à 5.4°C, comme figuré à l'annexe 11. Quant aux degrés-jours, nous avons effectué une moyenne mensuelle, car les chalets ne sont pas occupés continuellement. À ces données, nous y avons également ajouté les informations en rapport avec les locations des chalets, principalement la totalité des jours durant la période de début octobre à fin mai.

Pour terminer, nous nous sommes basés sur le résultat obtenu par le technicien lors du dernier service de la chaudière, concernant son rendement qui est de 94.4%. Pour le taux de renouvellement d'air nous avons repris les données vues au cours de M. Michel Bonvin, qui s'élève à 70% (M. Bonvin, cours d'Energy Management, 2 octobre 2017).

Grâce à ces valeurs connues, nous avons pu effectuer l'analyse pour chaque bâtiment. Les résultats finaux ressortant de cette étude sont étonnantes, car ils correspondent à quelques détails près aux consommations de fuel pour le chalet « Cordée » et en électricité pour le chalet « Veijic ».

Dans le tableau 23 ci-dessous, nous observons que les surfaces du chalet « Veijic » ayant une grande déperdition thermique proviennent des murs, des planchers et de la toiture. Cela n'est pas étonnant sachant que le chalet date de 1944 et que très peu de rénovation en rapport avec l'isolation du bâtiment a été réalisée. Toutes ces superficies sont principalement composées de bois. La production en électricité nécessaire afin de chauffer un tel chalet s'élève à 8'341.23 kWh par année. En comparant avec les relevés annuels provenant du compteur électrique numéro 96'825 et figurant à l'annexe 17, nous constatons que les valeurs sont proches. Pour l'année 2016, nous avions une consommation d'électricité à hauteur de 9'354 kWh, pour 2017 de 8'263 kWh. Tandis que pour 2018, elle était de 4'629 kWh, imputable à la baisse des locations.

**Tableau 23 : Résultats de l'analyse liée à la déperdition thermique - chalet "Veijic"**

Bilan des consommations - chalet "Veijic"		
Toiture	1'436.80 kWh/an	17.23%
Murs	2'750.82 kWh/an	32.98%
Vitrages - portes	700.55 kWh/an	8.40%
Planchers	1'638.71 kWh/an	19.65%
Ventilation	1'347.24 kWh/an	16.15%
Pertes exploitation chauffage	467.11 kWh/an	5.60%
Total	8'341.23 kWh/an	100.00%

**Source : Données de l'auteur**

Les résultats obtenus dans le tableau 24 démontrent que les déperditions thermiques proviennent principalement des murs, concernant le chalet « Cordée ». Ces derniers sont, pour la plupart, composés de bois mais nous devons également tenir compte de sa surface importante qui s'élève à 1'344 mètres carrés. La deuxième raison des déperditions thermiques provient de l'aération du bâtiment. Ce bâtiment possède tout de même 1'155.41 mètres cubes (valeur figurant à l'annexe 8), pour chauffer un tel volume il est nécessaire de produire beaucoup d'énergie. Sachant que le chalet « Cordée » ne dispose pas de compteur individuel pour la consommation de chauffage et d'eau chaude sanitaire, nous ne pouvons pas définir précisément la consommation de fuel de la chaudière. Néanmoins, nous détenons les quantités de fuel pour chaque année, ces informations figurent dans le tableau 28 du chapitre en rapport avec le chauffage.

**Tableau 24 : Résultats de l'analyse liée à la déperdition thermique - chalet "Cordée"**

Bilan des consommations - chalet "Cordée"		
Toiture	3'661.76 kWh/an	11.79%
Murs	12'092.76 kWh/an	38.92%
Vitrages - portes	3'400.23 kWh/an	10.94%
Planchers	2'512.15 kWh/an	8.09%
Ventilation	7'663.83 kWh/an	24.67%
Pertes exploitation chauffage	1'739.96 kWh/an	5.60%
Total	31'070.68 kWh/an	100.00%

**Source : Données de l'auteur**

La production d'énergie pour chauffer le chalet « Cordée » s'élève à 31'070.68 kWh par année en moyenne, comme indiqué au tableau 24. Ce qui rentre parfaitement dans les consommations annuelles de mazout apparaissant au tableau 28. Ces dernières sont de 38'511 kWh pour 2018, de 64'357 kWh pour 2017 et 41'501 kWh pour l'année 2016. Notre résultat se trouve bien en-dessous de ces valeurs. Cela est dû au fait que le solde du mazout restant est destiné à l'utilisation d'eau chaude sanitaire. Le fait de ne pas être muni d'un compteur pour ces deux types d'utilisation, nous ne sommes pas en mesure de comparer avec précision les valeurs que nous avons obtenues pour la déperdition thermique.

### 5.1.2. AMÉLIORIATION DE L'ENVELOPPE DES CHALETS

Cette partie de l'étude traite des améliorations que l'association « La Cordée » peut apporter à ses bâtiments afin de réduire la déperdition thermique de ces derniers. Pour réaliser cela, il existe différentes méthodes. Des améliorations au niveau de la toiture peuvent être apportées, de même que pour certains murs. Ci-dessous, nous traiterons des modifications possibles pour ces bâtiments tout en respectant l'aspect extérieur intact, selon les désirs des propriétaires.

Tout d'abord, nous devons prendre en compte que des investissements en rapport avec les fenêtres ont déjà été effectués entre 2014 et 2016 comme M. Luc Tissot nous l'a communiqué. Nous allons toutefois les analyser, afin de savoir si ce choix a été le plus adéquat. Les fenêtres existantes comportent un indice « U » de 2.8 W/m<sup>2</sup>K (valeur figurant à l'annexe 16) qui correspond à du double vitrage clair. Afin de diminuer les déperditions thermiques provenant des fenêtres, nous privilégions les fenêtres ayant des vitrages doubles isolants. Ces derniers possèdent un indice « U » de 1.3 W/m<sup>2</sup>K et permettent d'avoir une meilleure isolation et ainsi de mieux retenir la chaleur à l'intérieur des chalets (Energie+, 2016).

Nous continuons par le remplacement de l'isolation des toitures. Sachant qu'une grande partie de la déperdition thermique de ces chalets provient des toits, à hauteur de 1'436.80 kWh pour le chalet « Veijic » et de 3661.75 kWh pour « Cordée », comme indiqué dans les tableaux

23 et 24. Le changement de l'isolation se fera à l'intérieur étant donné que les propriétaires désirent que l'extérieur reste intact. À chaque modification réalisée, nous allons également changer les valeurs « U » et réaliser de nouveaux tableaux permettant de calculer la nouvelle déperdition thermique pour chaque chalet, voir les annexes 14 et 15. La partie récente du chalet « Cordée » ainsi que son annexe possèdent une toiture de valeur « U » de 0.4 W/m<sup>2</sup>K. Tandis que l'ancienne partie du bâtiment et le chalet « Veijic » détiennent, quant à eux, un coefficient de 0.6 W/m<sup>2</sup>K. L'idéal serait de changer la laine minérale existante, par une nouvelle ayant une épaisseur de 10 centimètres, ce qui nous rapporte à un coefficient « U » de 0.37 W/m<sup>2</sup>K.

Nous terminons cette partie avec les portes des chalets. Tout d'abord, la bâtisse « Veijic » ne possède que des portes en bois, tandis que le bâtiment « Cordée » est composé d'une porte en aluminium isolé et le reste tout en bois. Nous nous apercevons rapidement de l'écart de la valeur « U » que ces deux types de portes présentent. La première en bois a un coefficient « U » de 2.5 W/m<sup>2</sup>K, tandis que pour la deuxième il est de 1.5 W/m<sup>2</sup>K. Afin de réduire la déperdition thermique au niveau des portes, nous allons prendre en compte que les portes sont en aluminium isolé pour chaque chalet.

Suite à l'analyse des améliorations qui peuvent être envisagées par l'association « La Cordée », nous pouvons conclure qu'une économie d'électricité pour chauffer le chalet « Veijic », voir tableau 25, s'élèverait à hauteur de 918.49 kWh par année. Concernant le chalet « Cordée » nous pouvons réaliser une économie de mazout de 2'370.45 kWh<sup>2</sup> par année, comme indiqué au tableau 26.

**Tableau 25 : Déperdition thermique avant et après améliorations - chalet "Veijic"**

Chalet "Veijic"	Avant les changements		Après les améliorations		Gain réalisé
Toiture	1'436.80 kWh/an	17.23%	886.03 kWh/an	11.94%	<input checked="" type="checkbox"/> -550.77 kWh/an
Murs	2'750.82 kWh/an	32.98%	2'750.82 kWh/an	37.06%	-
Vitrages - portes	700.55 kWh/an	8.40%	384.28 kWh/an	5.18%	<input checked="" type="checkbox"/> -316.28 kWh/an
Planchers	1'638.71 kWh/an	19.65%	1'638.71 kWh/an	22.08%	-
Ventilation	1'347.24 kWh/an	16.15%	1'347.24 kWh/an	18.15%	-
Pertes exploitation chauffage	467.11 kWh/an	5.60%	415.67 kWh/an	5.60%	<input checked="" type="checkbox"/> -51.44 kWh/an
<b>Total</b>	<b>8'341.23 kWh/an</b>	<b>100.00%</b>	<b>7'422.74 kWh/an</b>	<b>100.00%</b>	<b><input checked="" type="checkbox"/> -918.49 kWh/an</b>

**Source : Données de l'auteur**

<sup>2</sup> Conversion du fuel léger de kWh en litre : un litre de fuel léger correspond à 10.10 kWh (Energie+, 2016). Connaissant donc les valeurs de conversion, nous pouvons affirmer que 2'370.45 kWh de fuel léger concorde à 234.7 litres de fuel léger.

**Tableau 26 : Déperdition thermique avant et après améliorations - chalet "Cordée"**

Chalet "Cordée"	Avant les changements		Après les améliorations		Gain réalisé
Toiture	3'661.76 kWh/an	11.79%	3'071.02 kWh/an	10.70%	<input checked="" type="checkbox"/> -590.74 kWh/an
Murs	12'092.76 kWh/an	38.92%	12'092.76 kWh/an	42.13%	-
Vitrages - portes	3'400.23 kWh/an	10.94%	1'753.26 kWh/an	6.11%	<input checked="" type="checkbox"/> -1'646.97 kWh/an
Planchers	2'512.15 kWh/an	8.09%	2'512.15 kWh/an	8.75%	-
Ventilation	7'663.83 kWh/an	24.67%	7'663.83 kWh/an	26.70%	-
Pertes exploitation chauffage	1'739.96 kWh/an	5.60%	1'607.21 kWh/an	5.60%	<input checked="" type="checkbox"/> -132.75 kWh/an
<b>Total</b>	<b>31'070.68 kWh/an</b>	<b>100.00%</b>	<b>28'700.23 kWh/an</b>	<b>100.00%</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>-2'370.45 kWh/an</b>

**Source : Données de l'auteur**

Nous connaissons dorénavant les quantités économisées en termes d'électricité et de mazout. Maintenant, nous allons estimer financièrement à quels montants ces valeurs correspondent. Pour l'électricité, nous nous baserons sur le tarif actuel pour 2019, qui est de 16.04 centimes par kWh (Énergies Sion région, 2018). Concernant le fuel léger acheté auprès du fournisseur Migrolino, le montant était de CHF 99.30 pour chaque 100 litres (TTC) en 2018 (tableau récapitulatif des factures de mazout au tableau 28).

Concernant l'économie financière réalisée par la baisse de la consommation de mazout, nous reprenons la valeur de 2'370.45 kWh figurant au tableau 26 ci-dessus. Cette dernière est convertie selon le tableau de conversion PCI disponible sur Energie+. Un litre de fuel léger correspond donc à 10.10 kWh (Energie+, 2016). À l'aide de cette information, nous obtenons une quantité de 234.7 litres de mazout.

$$\text{Coût total de la consommation de mazout} = \text{consommation [l]} \times \text{tarif [CHF/100 l]} = \\ (234.7 \text{ litres} \times \text{CHF } 99.30) \div 100 = \text{CHF } 233.05$$

Pour le calcul se rapportant à la baisse de la consommation électrique, nous prenons le total du gain obtenu qui s'élève à 918.49 kWh, comme indiqué au tableau 25.

$$\text{Coût total de la consommation d'électricité} = \text{consommation en kWh} \times \text{tarif [ct./kWh]} = \\ 918.49 \text{ kWh} \times 16.04 \text{ ct./kWh} = \text{CHF } 147.32$$

À l'aide des deux opérations ci-dessus, nous pouvons affirmer que le coût économique réalisé serait de CHF 380.37 par année.

## 5.2. LE CHAUFFAGE

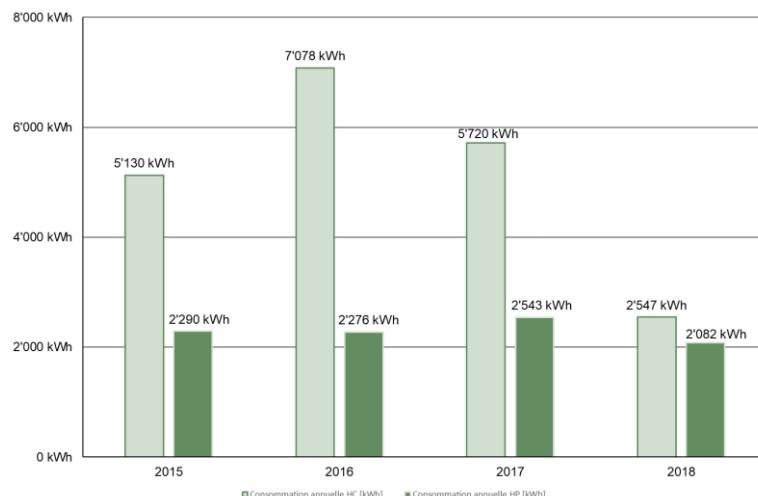
Les installations de chauffage sont différentes dans chaque chalet. Comme nous avons déjà évoqué dans l'inventaire au sous-chapitre 4.2.5, le chalet « Veijic » est composé de trois chauffages électriques à accumulation et de sept chauffages directs. Tandis que pour le chalet « Cordée », la chaleur est directement produite par la chaudière à mazout qui la transmet à chaque pièce.

Pour l'audit du chauffage, nous devons d'abord récolter les données de degrés-jour relevées par la station météorologiques d'Évolène, celles-ci figurent à l'annexe 11. Les valeurs des degrés-jours proviennent de l'écart de température en degré Celsius calculé à l'extérieur du bâtiment et de la température en degré Celsius à l'intérieur du logement (Energie+, 2016). Pour cette analyse, la température intérieure idéale est de 20°C selon le guide mis en ligne par SuisseÉnergie (SuisseÉnergie, 2014). Cette dernière valeur a été prise en compte lors du relevé des degrés-jours effectué dans l'annexe 11. Nous devons prendre en considération, selon M. Raymond Merle, que les radiateurs ne sont pas mis en fonction lors des périodes estivales. L'analyse se portera donc sur les mois allant de début octobre à fin mai.

L'audit du chauffage de l'association se décomposera en deux sous-chapitres, correspondant respectivement aux deux chalets. Cette prise de décision résulte du fait que les deux chalets ne sont pas chauffés de la même façon. Le chalet « Veijic » produit de la chaleur provenant d'appareils alimentés par de l'électricité, tandis que la chaleur de « Cordée » provient de la chaudière à mazout.

### 5.2.1. CHALET « VEIJIC »

Avant que nous débutions l'analyse du chauffage du chalet « Veijic », nous tenons à informer que l'audit de l'enveloppe a été réalisé en amont dans un but précis. Son objectif a été de déterminer dans un premier temps les déperditions thermiques du bâtiment, et par la suite de calculer la puissance nécessaire pour pouvoir chauffer l'ensemble de l'infrastructure. La consommation d'électricité nécessaire afin de chauffer le chalet s'élève à 8'341.23 kWh/an pour une durée de chauffe moyenne de 48 jours, comme nous l'avons calculé à l'annexe 13. En dehors de cette période, le chalet est soit inoccupé ou soit c'est la période estivale. Dans les deux cas, le chauffage est éteint. En prélevant les valeurs du compteur électrique concernant le chauffage, nous nous apercevons sur la figure 24 ci-dessous, que les consommations heures pleines sont généralement stables d'année en année. Contrairement à ces dernières, les heures creuses ont des chiffres élevés et avec de grands écarts entre chaque exercice.

**Figure 24 : Les consommations électriques du chauffage "Veijic" - 2015 à 2018**

**Source : Données de l'auteur**

Ces grandes variations annuelles concernant les heures creuses sont principalement liées aux chauffages électriques à accumulation. Il existe trois installations de ce type, avec une puissance individuelle de 3'500 watts comme indiqué au chapitre 4.2.5. Ces dernières fonctionnent principalement pendant les heures creuses (22h00 à 06h00). Le temps de recharge est d'environ neuf à dix heures, pour une longévité d'une journée. Pour nous rendre compte de l'influence que ce système à accumulation a sur les consommations, nous avons établi un tableau avec les consommations des deux types de chauffage.

**Tableau 27 : Consommation du chauffage "Veijic" - durée de chauffe de 48 jours**

Tarification	Type d'installation	Nombre d'installations	Puissance [W]	Utilisation par jour [h]	48 jours de chauffe	
HC	Chaussage électrique à accumulation	3 installations	3'500 W	8 heures	4'032.00 kWh	74.2%
	Chaussage électrique direct	7 installations	80 W	8 heures	215.04 kWh	4.0%
<b>4'247.04 kWh</b>						
HP	Chaussage électrique à accumulation	3 installations	3'500 W	1.5 heures	756.00 kWh	13.9%
	Chaussage électrique direct	7 installations	80 W	16 heures	430.08 kWh	7.9%
<b>1'186.08 kWh</b>						
<b>Consommation totale du chauffage pour une durée de chauffe de 48 jours : 5'433.12 kWh</b>						100%

**Source : Données de l'auteur**

Comme le tableau 27 basé sur 48 jours de chauffe nous le démontre, les consommations en heures creuses s'élèvent à 4'247.04 kWh, tandis que les heures pleines à 1'186.08 kWh. Nous nous apercevons parfaitement que les chauffages électriques à accumulation ont un

grand impact sur le résultat final des consommations. La totalité d'électricité consommée par ces trois appareils est de 4'788 kWh, alors que pour les sept chauffages électriques directs nous en sommes à 645.12 kWh. À titre de comparaison, les accumulateurs produisent jusqu'à 88.1 % de la source de chaleur, contre 11.9 % pour les chauffages directs. Ces valeurs montrent l'importance qu'ont ces trois gros blocs dans la consommation d'électricité.

### 5.2.2. CHALET « CORDÉE »

Dans un premier temps, nous devons tenir compte que le chauffage présent dans ce bâtiment n'est pas identique à celui du chalet « Veijic ». Celui-ci fonctionne grâce à la chaudière à mazout (voir figure 25) alimentée par du fuel léger. Il faut savoir que chaque type de carburant ne possède pas le même pouvoir calorifique inférieur de combustible (PCI). Ce terme correspond plus précisément à la chaleur qui est dégagée lors de la combustion d'un combustible. Nous utilisons cela lorsque nous devons convertir diverses mesures en une même unité. En d'autres termes, le fuel léger utilisé pour le fonctionnement de la chaudière à mazout a pour unité de mesure le litre et nous allons le convertir en kWh. Pour un litre de fuel léger, nous obtenons 10.10 kWh, selon le tableau de conversion PCI disponible sur Energie+ (Energie+, 2016).

**Figure 25 : Chaudière à mazout du chalet "Cordée"**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Nous retrouvons ci-dessous, dans le tableau 28, la quantité de combustible consommée lors de ces dernières années. Nous avons directement converti la quantité de fuel léger, de litre à kWh, en nous basant sur la conversion citée dans le paragraphe précédent.

**Tableau 28 : Fuel léger consommé de 2016 à 2018 - conversion de litre en kWh**

Année	Quantité de fuel léger [litre]	Quantité de fuel léger [kWh]	Coût du fuel léger TTC [CHF]		Prix du fuel léger TTC [CHF] / 100 litres
2016	4'109 litres	41'501 kWh	CHF	3'552.23	CHF 86.45
2017	6'372 litres	64'357 kWh	CHF	5'154.95	CHF 80.90
2018	3'813 litres	38'511 kWh	CHF	3'786.31	CHF 99.30
Moyenne	4'765 litres	48'123 kWh			

**Source : Tableau de l'auteur provenant des factures du fournisseur de fuel Migrolino**

Suite aux contrôles techniques de ces dernières années, la puissance indiquée par le technicien de cette chaudière à mazout est de 44 kilowatts. Avec les informations obtenues lors de l'analyse de l'enveloppe du chalet « Cordée », nous avons relevé que la consommation moyenne pour chauffer l'infrastructure entière s'élevait à 31'070.68 kWh par an (voir annexe 12). Cette valeur est obtenue grâce à une moyenne de jour de chauffe de 59 jours. Tandis que les jours de production d'eau chaude sont en moyenne de 118 jours (calculé sur la base des exercices comptables 2016 à 2018). Afin de continuer dans ce sens, nous allons prendre la moyenne de volume de fuel consommée pour ces trois dernières années. Cela nous permettra ainsi d'avoir des valeurs correspondant à nos jours de chauffe. En nous référant au tableau 28, la moyenne de fuel léger en kWh basée sur les années 2016 à 2018 est de 48'123 kWh par an.

Nous pouvons ainsi en retirer que la production de chaleur pour 59 jours de chauffe s'élève à 31'070.68 kWh par année et que pour la consommation d'eau chaude, qui est sur une moyenne de 118 jours, atteint la valeur de 17'052.32 kWh par an.

### 5.2.3. REMPLACEMENT DE LA CHAUDIÈRE À MAZOUT

Cette partie sera basée sur le remplacement de la chaudière à mazout existante et située au chalet « Cordée ». Le but étant de proposer trois alternatives répondant aux normes écologiques. Une installation utilisant du fuel n'est pas très écologique, car elle possède une valeur de rejet de CO<sub>2</sub> très élevée en comparaison à d'autres appareils. Selon Energie-environnement, le mazout rejette 25 % de plus de gaz à effet de serre que le gaz, de quatre à huit fois plus que l'électricité indispensable pour le fonctionnement d'une pompe à chaleur et dix fois plus que les pellets à bois (Energie-environnement, 2018). Notre analyse se portera donc sur trois types d'installations. La première sera la pompe à chaleur, suivie d'une chaudière à pellets et pour terminer de panneaux thermiques. De plus, l'idée serait de relier le local technique du chalet « Cordée » à celui de « Veijic », afin que ce dernier soit fourni directement en énergie par la nouvelle installation et non plus par le biais de l'électricité. Cette réalisation

nécessitera de creuser une galerie sur une distance de 30 mètres afin d'y installer la tuyauterie nécessaire, selon les mesures prises sur place.

Dans un premier temps, nous avons réalisé le calcul permettant de connaître la puissance adéquate de la nouvelle installation afin de palier au remplacement de l'ancienne installation. Pour obtenir cette valeur, nous nous sommes basés sur le formulaire mis à disposition par Suisse Énergie (Suisse Énergie, 2015).

La puissance de la nouvelle installation afin de répondre aux mêmes besoins sera de 21 kW. Comme le tableau 29 nous le démontre, la durée de production de l'installation permettant de chauffer le chalet et de produire de l'eau chaude est de 1'875 heures. La durée destinée au chauffage est de 1'344 heures sur une base de 56 jours de chauffe. Pour l'eau chaude, elle est de 531 heures, qui correspond à une moyenne d'utilisation d'eau chaude de 4 heures et demi par jour, sur une base de 118 jours. La nouvelle installation de chaleur nécessitera une puissance de 21.13 kW. Cette valeur est obtenue grâce à l'opération se trouvant ci-dessous.

$$\begin{aligned} \text{Puissance de la nouvelle installation} &= (\text{consommation de mazout} \div \text{heures pleine charge}) \\ &\times (\text{rendement annuel ancienne installation} \div \text{rendement annuel nouvelle installation}) \\ &\times \text{rendement du producteur de chaleur de la nouvelle installation} \end{aligned}$$

**Tableau 29 : Puissance nécessaire de l'installation de chaleur de remplacement**

	Chauffage	Eau chaude (hors-période de chauffe)
Période d'utilisation	56 jours	118 jours
Heures d'utilisation par jour	24 heures	4.5 heures
Heures à pleine charge température annuelle		1875 heures
Consommation de mazout [l/an]	3'076.30 l	1'688.35 l
Consommation de mazout [kWh]	31'070.68 kWh	17'052.32 kWh
Consommation totale de mazout [kWh]	48'123.00 kWh	
Rendement annuel de la nouvelle installation	90.00%	
Rendement annuel de l'ancienne installation	78.00%	
Rendement du producteur de chaleur de la nouvelle installation ≈ 0,5*(1 + rendement annuel de la nouvelle installation)	95.00%	
<b>La puissance nécessaire de l'installation de chaleur de remplacement</b>	<b>21.13 kW</b>	

**Source : Données de l'auteur**

Après avoir pris connaissance de la puissance du nouvel appareil de chauffe, nous allons maintenant analyser les types d'installations possibles. Tout d'abord, nous avons la pompe à chaleur qui se diversifie en trois modèles. Le premier est « eau-eau », le deuxième « air-eau » et le troisième « sol-eau ». Le modèle « eau-eau » n'est pas envisageable, car il nécessite une

récupération d'eau provenant d'une source phréatique ou bien d'un lac. Concernant la pompe à chaleur « air-eau », elle est intéressante car elle récupère directement l'air extérieur pour chauffer l'eau du chauffage central. Malgré son coût d'investissement plus avantageux que les deux autres modèles, elle n'est pas intéressante dans cette zone géographique. Les chalets étant en montagne, ils connaissent des températures variables et en hiver ces dernières sont régulièrement basses, ce qui diminue les performances de cette installation (Energie+, 2016).

Le choix se portera donc pour une pompe à chaleur « sol-eau » qui fonctionne à l'aide de la chaleur provenant du sol et qui la réinjecte pour chauffer l'eau distribuée dans les tuyaux de chauffage et pour la consommation d'eau quotidienne. Selon Energie-environnement, les températures du sol varient selon la profondeur, à 100 mètres une température constante de 12°C est atteinte annuellement. Pour 300 mètres, la température est d'environ 20°C (Energie-environnement, 2016). Selon le schéma publié par le groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur, le fonctionnement de la pompe à chaleur d'origine géothermique comporte 30% d'énergie électrique et 70 % de la chaleur provenant du sol (Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur - GSP, 2018).

La pompe à chaleur « sol-eau » devra avoir une puissance avoisinant 21 kW, valeur obtenue au tableau 29, afin de répondre aux attentes en production d'eau chaude et de chauffage pour l'ensemble du chalet « Cordée ». Pour cela, nous nous sommes basés sur un modèle se trouvant sur le marché et provenant de chez Meier Tobler. Celui-ci possède une puissance allant jusqu'à 25.9 kW. Son prix actuel est de CHF 19'100.- TVA incluse (Meier Tobler, 2018). Le coût de la main d'œuvre n'étant pas comprise dans le prix, nous l'estimons à 5 % du prix, ce qui nous revient à un coût total d'investissement de CHF 20'055.- TVA incluse.

**Tableau 30 : Production annuelle d'électricité par la pompe à chaleur**

	Chauffage	Eau chaude (hors-période de chauffage)
Période d'utilisation	56 jours	118 jours
Heures d'utilisation par jour	24 heures	4.5 heures
Heures à pleine charge température annuelle	1875 heures	
Répartition de la production de chaleur	70 % du sol	30 % de l'électricité
Consommation de mazout [kWh]	1312.5 heures	562.5 heures
<b>Consommation annuelle en électricité [kWh] - Puissance de 21.13 kWh</b>	<b>11'885.63 kWh</b>	

Source : Données de l'auteur

Grâce à la géothermie, la pompe à chaleur fonctionnera à 70 % à l'aide de la chaleur provenant du sol et le solde étant de 30 % proviendra du réseau électrique, comme cité à la page 54. Nous pouvons constater sur le tableau 30, la consommation s'élèverait à 11'885.63 kWh. Le coût annuel en électricité, si nous prenons compte du tarif de 2019 qui se chiffre à 16.04 ct/kWh (Énergies Sion région, 2018), s'élèverait à CHF 1'906.45. En reprenant la consommation moyenne de fuel léger figurant au tableau 28, elle se quantifie à 4'765 litres par année au prix actuel de CHF 96.80/100 litres (Migrol, 2019). Le prix pour cette quantité de carburant est de CHF 4'612.52 toutes taxes comprises. En investissant dans la pompe à chaleur « sol-eau », nous réaliserons un gain en consommable de CHF 2'706.07. Nous allons calculer le délai de récupération, de manière à connaître le temps nécessaire afin que l'investissement réalisé soit rentabilisé par le gain économique.

$$\text{Délai de récupération} = \frac{\text{Investissements}}{\text{Économies de coûts}} = \frac{\text{CHF } 20'055.-}{\text{CHF } 2'706.07} = 7,4 \text{ ans}$$

L'association « La Cordée » pourrait récupérer la valeur de son investissement grâce à ses économies de coûts réalisées dans sept ans, quatre mois et 24 jours. Nous devons également prendre en compte la participation financière du canton du Valais, lors de remplacement de chaudière à mazout par ce type d'installation provenant d'énergie renouvelable (Canton du Valais, 2018).

La deuxième solution pour le remplacement de la chaudière à mazout serait d'investir dans une chaudière à pellets. Depuis quelques années, ce type d'installation commence à prendre une place importante sur le marché de la production de chaleur. Ce système consiste à brûler des pellets, qui sont des granulés de bois provenant d'un compactage de sciures et de copeaux de bois servant de combustible à la chaudière. Nous devons également mettre en avant le fait que ce composant lors de sa combustion possède un bilan neutre en rejet de gaz à effet de serre, selon un rapport de l'Office fédéral de l'environnement. Voici un exemple concret, en utilisant un mètre cube de pellets à la place des énergies fossiles, nous évitons un rejet d'environ 600 kilos de gaz à effet de serre dans la nature (Office fédéral de l'environnement OFEV, 2015).

Lors du remplacement de la chaudière à mazout, le local où se trouve actuellement la cuve de mazout servirait d'emplacement pour un silo à plancher oblique afin d'y stocker les pellets. Le volume du local actuellement utilisé par cette citerne est de 35 mètres cube, sa capacité est suffisante afin d'y accueillir la quantité nécessaire de combustible au chalet « Cordée » pour le fonctionnement de la chaudière à pellets. Le fonctionnement de ce système est imaginé ci-après, à la figure 26. Comme nous pouvons le constater, la chaudière à pellets récupère

directement les granulés stockés dans une pièce annexe, de manière à pouvoir continuer à fonctionner, grâce à un système d'aspiration par tube.

**Figure 26 : Illustration d'une chaudière à pellets équipée d'un silo à plancher incliné**



**Source : (Energie-bois Suisse, 2014)**

Le tableau 31 ci-dessous, comporte toutes les conversions entre les granules de bois et le mazout, combustible utilisé actuellement par l'association « La Cordée ».

**Tableau 31 : Pouvoir calorifique des pellets**

<b>Pouvoir calorifique des granulés de pellets</b>	
1m <sup>3</sup> de pellets	650 kg
1 kg de pellets	4.8 kWh
2 kg de pellets	1l de mazout

**Source : Tableau de l'auteur provenant d'Energie-bois Suisse, (Energie-bois Suisse, 2014)**

Connaissant dorénavant les caractéristiques des pellets, figurant dans le tableau 31 ci-dessus, nous pouvons calculer le coût de la quantité de pellets nécessaires afin de répondre aux attentes du chalet « Cordée ». La quantité moyenne de mazout utilisée est de 4'765 litres par année comme indiqué au tableau 28, ce qui correspond à 9'530 kilogrammes de pellets, selon le tableau de conversion. Cette quantité de pellets correspond à 45'744 kWh par année, car un kilogramme de granules équivaut à 4.8 kWh. Le prix du kWh du pellet au 1<sup>er</sup> décembre 2018 figuré à 7.56 ct/kWh TTC (ProPellets.ch, 2018). Cela reviendrait au prix de CHF 3'458.24 pour 45'744 kWh. En comparant avec le coût du mazout qui était de CHF 4'612.52 pour 4'765 litres, nous obtenons un gain de CHF 1'154.28.

Le coût d'investissement d'une installation se situe entre CHF 25'000.- et CHF 36'000.-, selon ProPellets. Nous allons nous baser sur un prix moyen de CHF 30'500.- pour une installation complète avec silo à granules (ProPellets.ch, 2016). Une subvention de départ à hauteur de CHF 4'000.- est distribuée par le canton du Valais et peut évoluer en fonction des mètres carrés de l'habitation. Pour son obtention, il est nécessaire de remplir un formulaire

avant d'effectuer les travaux (Canton du Valais, 2017). Le délai de récupération pour un tel investissement est de 22 ans ,10 mois et 24 jours, comme nous le démontrons ci-dessous.

$$\text{Délai de récupération} = \frac{\text{Investissements}}{\text{Économies de coûts}} = \frac{(CHF\ 30'500 - CHF\ 4'000)}{CHF\ 1'154.28} = 22,9\ \text{ans}$$

Pour terminer, nous avons également comme solution de remplacement de la chaudière à mazout, la possibilité d'installer des panneaux thermiques. Ceux-ci permettent de récupérer la chaleur à l'aide de capteur thermique grâce au rayonnement du soleil. Ensuite, ils la transmettent directement au boiler qui pourra conserver une eau à température adéquate pour chauffer l'infrastructure. Au contraire d'un bâtiment ne possédant pas de panneaux thermiques, le ballon d'eau sera plus conséquent selon Energie-environnement. Cela est dû au fait que lors des périodes d'hiver, si le soleil est inexistant, le chalet pourra toujours se chauffer et utiliser de l'eau chaude. L'idéal serait de combiner des panneaux thermiques solaires avec une chaudière en appont afin de ne pas être démunie d'eau chaude lors des périodes d'ensoleillement creuses (Energie-environnement, 2018).

Concernant le chauffage du chalet « Vejjic », s'il devient impossible de réaliser une liaison avec le chalet « Cordée », afin d'obtenir la chaleur produite par la nouvelle installation, nous continuerons avec les mêmes installations présentes. Mais l'approvisionnement en électricité afin que l'eau chaude et le chauffage soient produits se fera par des énergies renouvelables. Nous le verrons au chapitre six, avec l'étude liée à la pose de panneaux solaires.

### 5.3. L'ÉLECTRICITÉ

Pour réaliser l'analyse de cette deuxième source d'énergie, nous devons prendre en compte l'existence des deux chalets. Comme expliqué auparavant dans cette étude, chaque établissement possède sa propre nomination. Le petit chalet se nomme « Vejjic » et pour le grand, ce dernier se prénomme « Cordée ». Ce détail est important pour la lecture des décomptes d'électricités reçus du distributeur. Cela permettra ainsi de répartir les consommations précisément pour chacun de ces deux immeubles collectifs.

Dans le but d'effectuer l'analyse des consommations électriques, il a été nécessaire de rassembler tous les relevés de ces dernières années. Nous partons depuis l'exercice 2015 jusqu'à celui de 2018. Nous avons pu nous baser sur les factures que le service industriel de la région a transmis à l'association ces dernières années. De plus pour l'année 2018, nous avons pu consulter directement les relevés ainsi que les coûts, sur l'espace client qu'Énergies Sion région (ESR) met à disposition de ses clients.

Avant de réaliser l'analyse des décomptes d'électricité, nous tenons à remarquer que certains compteurs sont munis de deux calculateurs. Cela permet d'effectuer les décomptes lors des différentes périodes de la journée.

Pour commencer, nous avons les heures pleines (HP), qui ont comme plage horaire de 06h00 à 22h00 et les heures creuses (HC) de 22h00 à 06h00. De plus, il est à noter qu'il existe différents types de tarifs. Le tarif simple destiné aux habitations qui consomment particulièrement de l'énergie durant la journée, Puis le tarif double, pour les ménages qui ont une consommation qui peut être répartie sur les heures pleines et creuses (Énergies Sion région, 2018).

Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2019, le tarif double a cessé d'exister, dorénavant il n'y aura plus que le tarif simple. Cette décision prise par Énergies Sion région est expliquée par l'amélioration des chaudières, principalement les pompes à chaleurs (Énergies Sion région, 2018).

### 5.3.1. ÉLECTRICITÉ « VEIJIC »

Commençons dans un premier temps avec le petit chalet de l'association. Ce dernier est muni de trois compteurs électriques qui possèdent des fonctions différentes les uns des autres. Un tableau récapitulatif regroupant toutes les consommations, ainsi que les coûts des exercices comptables de 2015 à 2018 y compris, a été réalisé et figure à l'annexe 17. Il permettra d'analyser les consommations avec les locations annuelles et ainsi de savoir si l'utilisation moyenne d'électricité pour chaque habitant est semblable. Il se peut également que des éléments venant de l'extérieur puissent perturber et faire évoluer les consommations d'électricité, telles que les conditions climatiques.

Le premier point de mesure numéro 96'825 est réparti en deux compteurs bien distincts comme nous pouvons le distinguer sur l'image ci-après (figure 27). La première ligne calcule la consommation d'électricité pendant les heures creuses (HC) et la deuxième lors des heures pleines (HP).

Ce compteur est destiné à la consommation d'électricité pour le fonctionnement du chauffage du chalet « Veijic ». Celui-ci est composé de trois appareils de chauffage à accumulation, ainsi que de sept radiateurs électriques directs dans les chambres et les sanitaires. Cette installation ne sera pas incluse dans l'analyse concernant l'électricité, car ayant un lien direct avec le chauffage, nous l'avons analysée auparavant dans le chapitre 5.2.1 en lien avec sa fonction principale.

**Figure 27 : Compteur 96'825 - chalet "Veijic"**

**Source : Photo prise par l'auteur**

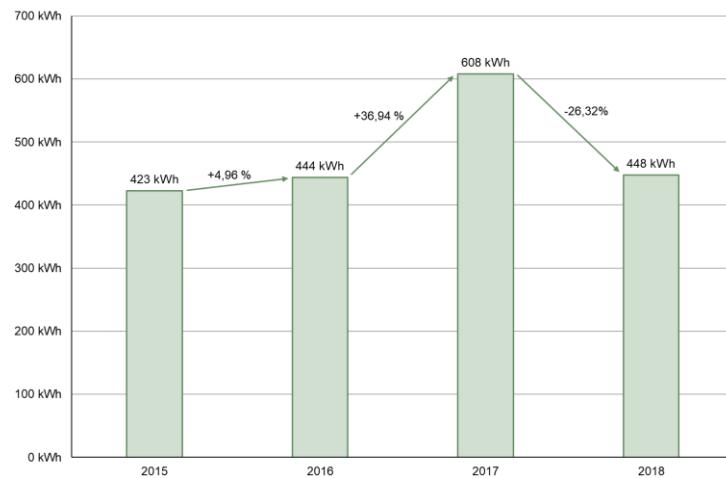
Le compteur électrique présent ci-après (figure 28), concerne la consommation d'électricité du ménage. Les mesures qui sont faites grâce à cette installation, concernent les électroménagers et tous les autres appareils électroniques branchés aux prises électriques du chalet.

**Figure 28 : Compteur 97'226 - chalet "Veijic"**

**Source : Photo prise par l'auteur**

Pour analyser les consommations annuelles de ce compteur, nous allons nous baser sur les valeurs inscrites dans le récapitulatif des factures de « Veijic », en annexe 17. Grâce au graphique apparaissant dans la figure 29 ci-dessous, nous pouvons nous apercevoir de l'évolution des dernières années.

L'exercice comptable 2015, 2016 et 2018 présentent des valeurs quasiment semblables. Une forte augmentation de 36.94 % a lieu de 2016 à 2017, en raison de la présence d'un plus grand nombre de personnes sur de plus grandes périodes de location. En 2017, le chalet « Veijic » a connu des forts taux d'occupation et ceci sur de longues périodes. Certaines de ces réservations allaient de sept jours à 21 jours. Tandis que durant les autres années, nous avions des réservations certes de 12 personnes, mais sur des périodes plus courtes, allant de deux à sept jours. Toutes ces données, nous pouvons les observer sur les tableaux de locations figurant à l'annexe 19.

**Figure 29 : Les consommations électriques du compteur n°97'226 - 2015 à 2018**

**Source : Données de l'auteur**

À l'aide des caractéristiques des électroménagers inventoriés auparavant dans le chapitre 4.2.1, nous allons pouvoir simuler les consommations annuelles de 2015 à 2018. Le tableau 32, ci-dessous, démontre l'utilisation journalière moyenne des électroménagers, sachant que certains appareils ne sont pas forcément utilisés quotidiennement, tel que le four. Pour chaque installation, nous avons multiplié les puissances, ainsi que leur durée d'utilisation. À cela nous y avons ajouté les jours de location du chalet. Contrairement aux nombres de réservations présents dans les tableaux de l'annexe 19, ici les valeurs sont inférieures. Cela résulte du fait que lorsque l'association « La Cordée » organise ses camps, les jeunes vont tous manger au chalet « Cordée ». Nous y avons donc soustrait les jours correspondant à ces réservations extraordinaires. Nous pouvons parfaitement observer que les résultats obtenus avec les électroménagers sont en deçà des valeurs annuelles des compteurs. Le solde restant de chaque année est utilisé pour l'éclairage et pour d'autres appareils électroniques, tels que le rechargement de smartphones.

**Tableau 32 : Consommation des électroménagers du chalet "Veijic" de 2015 à 2018**

Électroménagers	2015	2016	2017	2018
Bouilloire - 2'000 W 13 minutes / jour	60 jours	65 jours	62 jours	54 jours
Frigo Miele - 120 W 24 heures / jour	28.80 kWh	31.20 kWh	29.76 kWh	25.92 kWh
Four Bosch - 10'900 W cycle de cuisson de 30 minutes = 0.568 kWh	34.08 kWh	36.92 kWh	35.22 kWh	30.67 kWh
Petite plaque chauffante - 1'500 W 30 minutes / jour	45.00 kWh	48.75 kWh	46.50 kWh	40.50 kWh
Grande plaque chauffante - 2'000 W 1 heure / jour	120.00 kWh	130.00 kWh	124.00 kWh	108.00 kWh
<b>Total des consommations</b>	<b>400.68 kWh</b>	<b>434.07 kWh</b>	<b>414.04 kWh</b>	<b>360.61 kWh</b>
Relevés des compteurs	423.00 kWh	444.00 kWh	608.00 kWh	448.00 kWh
Éclairage et autres appareils électroniques (exemple : smartphone)	22.32 kWh	9.93 kWh	193.96 kWh	87.39 kWh

**Source : Données de l'auteur**

Nous allons terminer cette analyse avec le compteur numéro 115'489 (figure 30). Cette installation permet de réaliser le comptage de la consommation en électricité pour le fonctionnement du boiler du chalet « Veijic ».

Figure 30 : Compteur 115'489 - boiler du chalet "Veijic"



Source : Photo prise par l'auteur

À l'aide des décomptes annuels provenant du fournisseur d'électricité, nous avons pu établir les consommations en électricité du boiler pour ces dernières années. Une analyse des valeurs sera faite afin de déterminer les débits annuels d'eau provenant de cette installation.

Figure 31 : Boiler du chalet "Veijic"



Source : Photo prise par l'auteur

Nous pouvons constater à la figure 31 ci-dessus, le boiler électrique qui est présent au chalet « Veijic ». Les caractéristiques de cette installation sont répertoriées dans le tableau 33 ci-après. Ces données permettront de réaliser l'analyse de la consommation en électricité du boiler.

**Tableau 33 : Caractéristiques du boiler du chalet "Veijic"**

Boiler du chalet "Veijic"			
Température de chauffe [°C]	40°C	65°C	85°C
Puissance [kW]	8 kW	5 kW	4 kW
Temps de chauffe [heure]	4 heures	6 heures	8 heures
Consommation en veille	2.3 kWh / jour		
Volume d'eau [litre]	400 litres d'eau		

Source : Tableau de l'auteur provenant des données techniques de Sanigroup, (Sanigroup, 2019)

Pour la réalisation de cette étude, nous utiliserons également les relevés du compteur qui sont répertoriés au tableau 34, ci-dessous.

**Tableau 34 : Les relevés électrique du compteur n°115'489 - boiler**

N° 115'489 - Compteur boiler	
Année	Consommation par période (kWh)
2015	4'604 kWh
2016	2'794 kWh
2017	3'720 kWh
2018	2'862 kWh
Moyenne	3'495 kWh

Source : Données de l'auteur

Pour effectuer l'opération permettant de connaître la quantité d'eau chaude produite par le boiler, nous nous baserons sur la valeur de 3'495 kWh. Cette dernière correspond à la moyenne des consommations électriques, figurant au tableau 34. Pour mettre en exécution l'opération afin de connaître la quantité d'eau chaude produite, nous devons convertir la moyenne obtenue de kWh en Mégajoules. Pour cela, nous nous sommes basés sur le tableau des facteurs de conversion mis à disposition par Energie+. La conversion obtenue est la suivante : un kWh correspond à 3.6 Mégajoules (Énergie+, 2016). La valeur de 3'495 kWh correspondant à la moyenne de la consommation électrique du boiler équivaut à 12'582 Mégajoules. Pour terminer, nous tiendrons compte que la température de l'eau chaude produite est de 60°C et que pour la production de cette dernière, le boiler utilise une eau à 10°C. Ces dernières informations liées à la température ont été décidées en commun avec M. Stéphane Genoud. (S. Genoud, communication personnelle, 28 janvier 2019). Nous obtenons une différence de température de 50°. De plus, pour la chaleur massique, nous tenons compte de la valeur de 4.18 figurant dans le livre « Formulaires et tables » (Commisions romandes de mathématique, de physique et de chimie, 2012).

À présent que nous sommes en possession de toutes les informations, nous procéderons au calcul de la moyenne de la production d'eau chaude du boiler électrique présent au chalet « Veijic ». L'opération permettant d'obtenir cette information est la suivante :

$$M = \frac{\text{Consommation électrique [Mégajoules]}}{\Delta T^\circ \times CP} = \frac{12'582 \text{ MJ}}{(60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) \times 4.18} = 60.20 \text{ m}^3$$

$M$  = masse

$\Delta T^\circ$  = différence de température

$CP$  = chaleur spécifique

Source : (S. Genoud, communication personnelle, 28 janvier 2019)

La quantité moyenne d'eau chaude produite par le boiler est de 60.20 m<sup>3</sup> par année. En reprenant la moyenne mensuelle des nuitées du chalet « Veijic » figurant dans l'annexe 21, nous obtenons une moyenne de 1'014 nuitées par année. Avec la quantité d'eau chaude produite ci-dessus et les nuitées annuelles, nous obtenons une consommation moyenne de 59.36 litres d'eau chaude par personne au quotidien.

$$\text{Quantité d'eau chaude par personne et par jour} = \frac{\text{Quantité d'eau chaude [litres]}}{\text{Nombre de nuitées}} =$$

$$\frac{60'200 \text{ litres d'eau chaude}}{1'014 \text{ nuitées}} = 59.36 \text{ litres}$$

### 5.3.2. ÉLECTRICITÉ « CORDÉE »

Le grand chalet ne possède qu'un seul compteur électrique pour toute l'infrastructure. Le point de mesure de ce dernier est le numéro 111'600.

Figure 32 : Compteur 111'600 - chalet "Cordée"



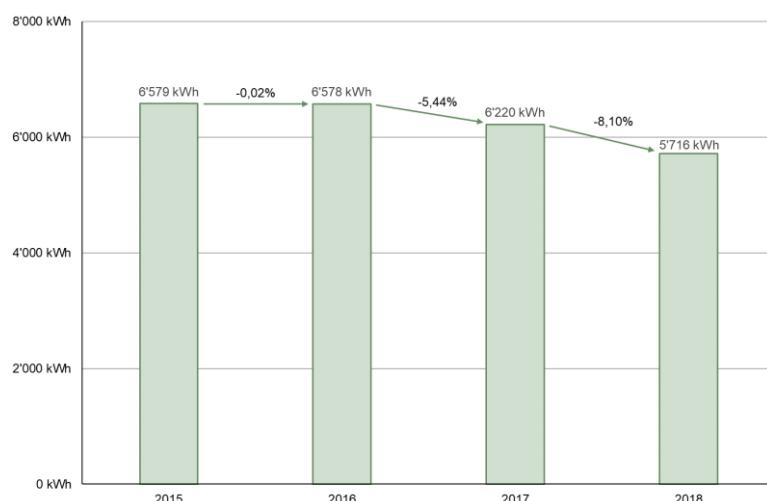
Source : Photo prise par l'auteur

Cet unique appareil de relevé rassemble toutes les consommations électriques des différents secteurs du chalet. Tout d'abord, la cuisine collective présente de nombreux électroménagers professionnels. Elle possède un réfrigérateur ayant une grande capacité de stockage, un lave-vaisselle professionnel et un bloc fourneau. À cela s'ajoute un lave-linge, un séchoir et l'éclairage de l'ensemble du bâtiment.

Comme le compteur électrique numéro 96'825 du chalet « Veijic », il est composé de deux calculateurs de consommation. Le premier comptabilise l'électricité pendant les heures creuses (HC) et le deuxième lors des heures pleines (HP).

De même que dans l'analyse précédente liée au compteur du ménage du chalet « Veijic », un graphique imagé à la figure 33 démontre l'évolution de la consommation électrique de l'unique compteur présent dans le bâtiment « Cordée ». Nous pouvons nous rendre compte que les valeurs en 2015 et 2016 sont quasi semblables et que par la suite, l'utilisation d'électricité au sein du chalet ne cesse de diminuer. Cet effet de dépréciation est dû au fait que des travaux de rénovations ont eu lieu entre 2014 et 2016 dans cet établissement, comme indiqué par M. Luc Tissot. Cela résulte donc en une demande en électricité plus élevée. Nous pouvons confirmer cela en nous référant au tableau 35 ci-après. Ce dernier démontre parfaitement que l'année 2017 était un exercice ayant eu un fort taux de réservations et de journées d'occupation du chalet, en comparaison avec les autres périodes analysées dans l'annexe 19. À noter également que des travaux de réparation ont eu lieu en 2018 au niveau de la cuisine. Nous pouvons donc observer un solde d'électricité plus important que pour l'exercice 2017.

**Figure 33 : Les consommations électriques du compteur n°111'600 - 2015 à 2018**



**Source : Données de l'auteur**

À l'aide des caractéristiques obtenues dans l'inventoritage des électroménagers au chapitre 4.1.1, nous avons pu réaliser un tableau regroupant les consommations annuelles en électricité de 2015 à 2018. Contrairement aux autres appareils, le lave-linge et le sèche-linge ont été comptabilisés de manière différente. Leur utilisation étant effectuée après le départ des occupants de chaque location, nous avons donc utilisé les valeurs de réservations et non pas le nombre de jours pour obtenir les consommations électriques.

**Tableau 35 : Consommation des électroménagers du chalet "Cordée" de 2015 à 2018**

	2015	2016	2017	2018
<b>Électroménagers</b>	<b>109 jours</b>	<b>115 jours</b>	<b>121 jours</b>	<b>92 jours</b>
	<b>25 réservations</b>	<b>24 réservations</b>	<b>29 réservations</b>	<b>18 réservations</b>
Réfrigérateur Liebherr - 400 W 24 heures / jour	1'046.40 kWh	1'104.00 kWh	1'161.60 kWh	883.20 kWh
Bloc fourneau GICO - 19.55 kW 1 heure et 45 minutes / jour	3'729.16 kWh	3'934.44 kWh	4'139.71 kWh	3'147.55 kWh
Lave-vaiselle Electtrobar Niagara - 7.9 kW 12 minutes / jour	172.22 kWh	181.70 kWh	191.18 kWh	145.36 kWh
Lave-linge Bosch - 2 kW 150 minutes / nombre de réservations	125.00 kWh	120.00 kWh	145.00 kWh	90.00 kWh
Sèche-linge Bosch - 800 W 150 minutes / nombre de réservations	50.00 kWh	48.00 kWh	58.00 kWh	36.00 kWh
<b>Total des consommations</b>	<b>5'122.78 kWh</b>	<b>5'388.14 kWh</b>	<b>5'695.49 kWh</b>	<b>4'302.11 kWh</b>
Relevés des compteurs	6'579.00 kWh	6'578.00 kWh	6'220.00 kWh	5'716.00 kWh
<b>Éclairage, autres appareils électroniques (exemple : smartphone) et travaux de rénovations</b>	<b>1'456.22 kWh</b>	<b>1'189.86 kWh</b>	<b>524.51 kWh</b>	<b>1'413.89 kWh</b>

Source : Données de l'auteur

### 5.3.3. OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

Dans le but de réduire les consommations en électricité, il existe de nombreuses solutions afin d'y parvenir et ceci de manière plus responsable. Un des premiers changements à réaliser au niveau des chalets et qui à l'heure actuelle est d'une grande importance au niveau environnemental, est l'autoproduction d'électricité. Cette méthode de pouvoir créer sa propre énergie via des panneaux solaires sera traitée dans le chapitre six de notre étude. Ce choix de régler ce thème en dehors de ce sous-chapitre vient du fait que nous portons une grande considération à l'autoproduction d'énergie. Étant actuellement dans une transition énergétique en Suisse, la réalisation d'un chapitre ciblant uniquement cette thématique permettra à l'association de porter une plus grande importance envers de telles installations.

Tout d'abord, de simples gestes du quotidien peuvent être effectués par les occupants des chalets. Cela correspond au déplacement des périodes de consommation d'électricité dans la journée. Ceci signifie que l'exploitation des électroménagers comme le lave-linge et le sèche-linge serait plus adaptée aux heures creuses (HC). De même que le rechargement des batteries des smartphones s'effectue en fin de soirée et non pas durant la journée. Cette

manière de consommer l'électricité permettrait de réduire les coûts, en profitant d'un tarif plus avantageux durant les heures creuses (HC) que lors des heures pleines (HP). À cela s'ajoute également la sensibilisation des occupants des chalets à l'égard de leur consommation d'électricité. Pour ce faire, rien de tel que de leur faire prendre conscience du coût pour l'utilisation de chaque appareil présent dans le bâtiment, ou bien même de l'emploi inadéquat de l'éclairage à certaines périodes de la journée (Energie+, 2016).

Dorénavant, nous allons nous baser sur les modifications pouvant être réalisées au niveau des électroménagers, principalement sur le réfrigérateur présent dans la cuisine du chalet « Cordée ». Ce dernier devient vétuste et possède une consommation électrique à hauteur de 300 watts. Sur le marché actuel, un réfrigérateur ayant des caractéristiques semblables à celui existant dans la cuisine, possède une puissance énergétique bien moins élevée. Afin de réaliser une analyse plus précise, nous avons sélectionné le modèle E-Line 650 ayant un volume de 650 litres, une puissance de 230 W et une étiquette-énergie « A ». Son prix sur le marché actuel se situe à CHF 1'199.78, toutes taxes comprises (Gastro-Held, 2019).

En nous basant sur les jours de location entre 2015 et 2018 figurant à l'annexe 19, nous obtenons une moyenne de 109 jours. Cette valeur nous permettra d'analyser le délai de récupération sur un tel investissement. Sachant que le réfrigérateur est allumé 24 heures sur 24, nous devons prendre en considération l'existence de différents tarifs, un pour les heures creuses (HC) et un second pour les heures pleines (HP). De plus, les tarifs du chalet « Cordée » correspondent au tarif puissance A, ce qui signifie que des montants différents sont prévus pour la consommation en été et pour celle en hiver. Nous nous baserons sur les tarifs de 2019 (voir tableau 36), qu'Énergies Sion région facture à ses clients (Énergies Sion région, 2018).

**Tableau 36 : Tarifs de l'électricité 2019 - Tarif puissance A**

Tarifs puissance A	
Consommation HC hiver (ct/kWh)	15.96 ct/kWh
Consommation HP hiver (ct/kWh)	18.06 ct/kWh
Consommation HC été (ct/kWh)	14.56 ct/kWh
Consommation HP été (ct/kWh)	15.66 ct/kWh

Source : Tableau de l'auteur provenant des tarifs d'électricité d'ESR, (Énergies Sion région, 2018)

En sachant que la moyenne de jours de location est de 109 jours, nous pouvons déterminer en observant les tableaux dans l'annexe 19, que ces journées sont réparties de manière quasi-proportionnelle sur les périodes de tarification d'été et d'hiver. Nous allons partager ce nombre de jours en 55 pour le tarif été et de 54 pour le tarif hiver.

**Tableau 37 : Consommations et coûts avant et après investissement du nouveau réfrigérateur**

		Consommation durant le tarif hiver de 54 jours [kWh]	Coût avec le tarif puissance A - Hiver [CHF]	Consommation durant le tarif été de 55 jours [kWh]	Coût avec le tarif puissance A - Été [CHF]
Réfrigérateur Liebherr - 400 W 24 heures / jour	HC : 8 heures	172.80 kWh	CHF 27.58	176.00 kWh	CHF 25.63
	HP : 16 heures	345.60 kWh	CHF 62.42	352.00 kWh	CHF 55.12
		<b>518.40 kWh</b>	<b>CHF 89.99</b>	<b>528.00 kWh</b>	<b>CHF 80.75</b>
Nouveau réfrigérateur E-Line 650 - 230 W - 24 heures / jour	HC : 8 heures	99.36 kWh	CHF 15.86	101.20 kWh	CHF 14.73
	HP : 16 heures	198.72 kWh	CHF 35.89	202.40 kWh	CHF 31.70
		<b>298.08 kWh</b>	<b>CHF 51.75</b>	<b>303.60 kWh</b>	<b>CHF 46.43</b>
$\Delta$ Différence de consommation		<b>220.32 kWh</b>	<b>CHF 38.25</b>	<b>224.40 kWh</b>	<b>CHF 34.32</b>

**Source : Données de l'auteur**

Nous connaissons maintenant toutes les valeurs nécessaires afin de calculer le délai de récupération sur l'investissement du nouveau réfrigérateur. Le détail du calcul se trouve ci-dessous.

$$\text{Délai de récupération} = \frac{\text{Investissements}}{\text{Économies de coûts}} = \frac{\text{CHF } 1'199.78}{(\text{CHF } 38.25 + \text{CHF } 34.32)} = 16.5 \text{ ans}$$

Le résultat du délai de récupération sur le nouvel investissement de CHF 1'199.78 à réaliser est de 16 ans et six mois. À savoir que cette valeur peut augmenter en fonction du nombre de jours des futures locations. Si les journées de réservation haussent, ce délai diminuera et au contraire, il augmentera si le taux d'occupation est en baisse.

Comme nous avons pu le constater lors de l'analyse du compteur numéro 115'489, le fonctionnement du boiler présent au chalet « Veijic » se fait uniquement au moyen de l'électricité. La thématique actuelle consistant à optimiser les consommations électriques affecte également cette installation. Des propositions d'améliorations en rapport avec le boiler ont déjà été effectuées auparavant dans cet audit, plus précisément au chapitre 5.2 concernant le chauffage. En résumé, nous avons analysé le fait de réaliser un investissement soit pour une pompe à chaleur, soit pour une chaudière à pellets. Ces installations remplaceraient ainsi la chaudière à mazout actuelle du chalet « Cordée ». En effectuant cette étude, nous avons émis l'hypothèse de pouvoir relier directement la nouvelle installation au boiler existant du chalet « Veijic ».

## 5.4. L'EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

Tout d'abord, il faut savoir que les chalets de l'association « La Cordée » ne possèdent pas de compteurs de consommation d'eau pour leur infrastructure, contrairement à la plupart des personnes qui doivent s'acquitter des charges lorsqu'elles utilisent de l'eau chaude. Malgré cela, il est tout même intéressant d'effectuer une analyse sur l'utilisation de l'eau chaude sanitaire (ECS).

Débutons d'abord par la taxation de la commune d'Évolène aux personnes vivant sur son territoire. Avant de rentrer dans le vif du sujet de la facturation de cette taxe, il est important de prendre en compte que l'association « La Cordée » possède un statut de colonie.

La facturation de ces forfaits s'effectue de différentes manières et cela en respectant le règlement des taxes communales que la commune d'Évolène a introduit depuis 2006. Ces deux documents officiels sont consultables dans les annexes 4 et 5. Tout d'abord, la société alpine paie un forfait de CHF 50.- qui lui est facturé annuellement pour pouvoir consommer l'eau potable. À cette taxation s'ajoute celle pour l'épuration des eaux usées qui s'élève également à CHF 50.- par année. À ces deux taxes annuelles doit s'additionner la facturation pour chaque nuitée qui est de CHF 0.10.

Il est possible d'observer ci-dessous, le récapitulatif des factures qui ont été émises par la commune d'Évolène de 2014 à 2018. Les montants sont généralement semblables d'année en année. Les quelques variations visibles proviennent du fait de la diminution et de l'augmentation des nuitées entre chaque exercice comptable.

**Tableau 38 : Récapitulatif de la facturation de l'eau potable et des eaux usées - 2014 à 2018**

Date de facturation	Nombre de nuitées	Eau potable - TVA non incluse	Eaux usées - TVA non incluse	Eau potable - TVA incluse (2.5%)	Eaux usées - TVA incluse (8%), (7.7% en 2018)
23.12.2014	1'990 nuitées	CHF 249.00	CHF 249.00	CHF 255.25	CHF 268.95
22.12.2015	1'863 nuitées	CHF 236.30	CHF 236.30	CHF 242.20	CHF 255.20
27.12.2016	1'909 nuitées	CHF 240.90	CHF 240.90	CHF 246.95	CHF 260.20
22.12.2017	2'155 nuitées	CHF 265.50	CHF 265.50	CHF 272.15	CHF 286.75
14.12.2018	2'292 nuitées	CHF 279.20	CHF 279.20	CHF 286.20	CHF 300.70
<b>Total</b>	<b>10'209 nuitées</b>	<b>CHF 1'270.90</b>	<b>CHF 1'270.90</b>	<b>CHF 1'302.75</b>	<b>CHF 1'371.80</b>

**Source : tableau de l'auteur basé sur les factures des taxes communales acquises par  
Mme Nathalie Perrenoud, trésorière de l'association « La Cordée »**

Afin de pouvoir mieux comprendre la façon dont ces taxes sont facturées, le détail pour l'année 2018 est consultable ci-après.

Dans un premier temps, pour le calcul de la facturation de ces impositions communales, il faut savoir que la taxe de base facturée pour une colonie se monte à CHF 50.-, comme indiqué dans les annexes 4 et 5.

Place maintenant à la facturation des nuitées pour la consommation d'eau potable et de l'épuration des eaux usagées qui se réalisent de la manière suivante pour l'exercice 2018 :

$$\begin{aligned} \text{Taxe des nuitées} &= \text{nombre de nuitées} \times \text{prix de la nuitée} \\ &= 2'292 \text{ nuitées} \times \text{CHF } 0.10 = \text{CHF } 229.20 \end{aligned}$$

Les montants calculés précédemment sont mentionnés sans la taxe sur la valeur ajoutée (TVA), il est donc nécessaire de l'incorporer pour la finalisation de la facturation. Pour information, cette taxe n'est pas calculée avec le même taux. Celle pour l'eau potable se monte à 2.5 %, selon l'article 25 al.2 let. a ch. 1 de la loi sur la TVA (LTVA). Pour l'épuration des eaux, le taux est de 7.7 % comme indiqué par l'article 25 al.1 de la loi sur la TVA (LTVA). Ce dernier ne possède pas le même pourcentage de taxation, car le traitement des eaux usées est considéré comme une prestation de service, donc au taux normal de 7.7 % (Administration fédérale des contributions, 2018). Les articles cités ci-dessus figurent à l'annexe 6.

Par la suite, nous devons additionner les montants obtenus précédemment, pour ensuite pouvoir calculer la taxe de valeur ajoutée. Ci-après, les calculs nécessaires afin d'obtenir les montants facturés en 2018 :

$$\begin{aligned} \text{Taxe annuelle de l'eau potable (hors TVA)} &= (\text{taxe de base pour une colonie} + \text{taxe nuitée}) \\ &= \text{CHF } 50 + \text{CHF } 229.20 = \text{CHF } 279.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taxe annuelle des eaux usées (hors TVA)} &= (\text{taxe de base pour une colonie} + \text{taxe nuitée}) \\ &= \text{CHF } 50 + \text{CHF } 229.20 = \text{CHF } 279.20 \end{aligned}$$

Pour finaliser la facturation des taxes, nous reprenons les montants sans TVA ci-dessus et y ajoutant le taux adéquat pour chaque type de frais. En effectuant ces derniers calculs, nous obtiendrons les montant finaux qui sont facturés par la commune d'Évolène.

$$\begin{aligned} \text{Taxe annuelle de l'eau potable TVA incluse} \\ &= \text{taxe annuelle de l'eau potable (hors TVA)} \times (1 + \text{TVA au taux réduit}) \\ &= \text{CHF } 279.20 \times (1 + 2.5 \%) = \text{CHF } 286.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taxe annuelle de l'eau potable TVA incluse} \\ &= \text{taxe annuelle des eaux usées (hors TVA)} \times (1 + \text{TVA au taux normal}) \\ &= \text{CHF } 279.20 \times (1 + 7.7 \%) = \text{CHF } 300.70 \end{aligned}$$

Outre la taxation en lien avec la consommation d'eau potable et l'épuration des eaux usées, il serait intéressant que nous nous penchions sur la possibilité de réaliser des économies d'eau. Malgré le fait que nous vivons dans un pays où l'eau est abondante, il faudrait que l'association adopte une vision écologique.

Dans le but de pouvoir effectuer des diminutions de consommation d'eau sans que le confort des occupants des chalets ne soit perturbé, nous avons analysé l'utilisation d'eau par ces derniers lors des locations de l'année 2018. Pour la réalisation de cette étude, nous avons pris en compte les débits calculés et les durées d'utilisation des installations sanitaires se trouvant dans les chapitres 4.1.2 et 4.2.2.

Les tableaux 39 et 40 représentent parfaitement les quantités d'eau utilisées par les personnes ayant loué les chalets durant l'année 2018. Afin de mieux comprendre les différentes valeurs obtenues dans les tableaux cités précédemment, voici ci-dessous les explications des opérations effectuées.

Les jours de location vont permettre d'obtenir la somme des journées de location en fonction du nombre de personnes présentes lors de ce séjour. Cette somme obtenue permet de calculer la consommation d'eau pour les différentes installations sanitaires présentes dans les chalets.

$$\text{Somme des jours de location} = \text{nombre de personnes} \times \text{nombre de jours de location}$$

Les opérations qui vont suivre correspondent à la quantité d'eau utilisée provenant des installations d'eau. Tout d'abord, nous avons la chasse d'eau qui est utilisée trois fois par jour et par personne. Cette dernière possède un réservoir de 12 litres d'eau potable.

$$\begin{aligned} &\text{Quantité d'eau provenant de la chasse d'eau pendant la location} = \\ &\text{nombre de chasses d'eau par jour} \times \text{quantité du réservoir} \times \text{somme des jours de location} \end{aligned}$$

Pour connaître le volume d'eau utilisé provenant des douches, nous reprenons les informations déjà connues, qui sont le temps d'utilisation journalière et le débit d'eau. Les valeurs respectives pour chaque chalet sont indiquées dans l'en-tête des tableaux 39 et 40.

$$\begin{aligned} &\text{Quantité d'eau provenant de la douche pendant la location} = \\ &\text{durée de la douche} \times \text{débit d'eau en litre par minute} \times \text{somme des jours de location} \end{aligned}$$

L'opération réalisée pour la consommation d'eau provenant de la robinetterie des lavabos se trouvant dans les toilettes est semblable à la dernière citée.

*Quantité d'eau provenant des robinets des toilettes pendant la location =  
durée d'utilisation × débit d'eau en litre par minute × somme des jours de location*

Contrairement aux dernières opérations mentionnées, le calcul concernant l'utilisation d'eau provenant de la cuisine est réalisé différemment.

*Quantité d'eau provenant des robinets de la cuisine =  
durée d'utilisation × débit d'eau en litre par minute × nombre de jours de location*

Dans un premier temps, nous pouvons constater que les volumes d'eau pour l'année 2018 sont de 529.5 m<sup>3</sup> pour le chalet « Cordée » et de 216.5 m<sup>3</sup> pour le chalet « Veijic » dans les tableaux 39 et 40. À la suite de ces derniers, nous analyserons les possibilités permettant de réduire ces valeurs en lien avec la consommation d'eau.

Tableau 39 : Les consommations d'eau pour le chalet "Cordée" en 2018

Mois	N° de location	Nombre de personnes	Nombre de jours de location	Somme des jours de location	3 chasses d'eau par jour et par personne [12 l/chasse d'eau]	Douche : durée 6 min. par jour et par personne [18 l/min]	Robinetterie WC : durée 11 min. par jour et par personne [9.5 l/min]	Robinetterie cuisine : 50 min. par jour [15.6 l/min]
Janvier	n°1	20 personnes	5 jours	100	3'600.0 l	10'800.0 l	10'450.0 l	3'900.0 l
Février	n°2	22 personnes	8 jours	176	6'336.0 l	19'008.0 l	18'392.0 l	6'240.0 l
	n°3	10 personnes	2 jours	20	720.0 l	2'160.0 l	2'090.0 l	1'560.0 l
Mars	n°4	20 personnes	1 jours	20	720.0 l	2'160.0 l	2'090.0 l	780.0 l
	n°5	21 personnes	4 jours	84	3'024.0 l	9'072.0 l	8'778.0 l	3'120.0 l
	n°6	17 personnes	2 jours	34	1'224.0 l	3'672.0 l	3'553.0 l	1'560.0 l
	n°7	17 personnes	1 jours	17	612.0 l	1'836.0 l	1'776.5 l	780.0 l
	n°8	30 personnes	1 jours	30	1'080.0 l	3'240.0 l	3'135.0 l	780.0 l
Avril	n°8		6 jours	180	6'480.0 l	19'440.0 l	18'810.0 l	4'680.0 l
	n°9	20 personnes	1 jours	20	720.0 l	2'160.0 l	2'090.0 l	780.0 l
Mai	n°10	26 personnes	3 jours	78	2'808.0 l	8'424.0 l	8'151.0 l	2'340.0 l
Juin	n°11	13 personnes	4 jours	52	1'872.0 l	5'616.0 l	5'434.0 l	3'120.0 l
	n°12	29 personnes	1 jours	29	1'044.0 l	3'132.0 l	3'030.5 l	780.0 l
	n°13	14 personnes	7 jours	98	3'528.0 l	10'584.0 l	10'241.0 l	5'460.0 l
Juillet	n°14	21 personnes	21 jours	441	15'876.0 l	47'628.0 l	46'084.5 l	16'380.0 l
Août	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	n°15	30 personnes	7 jours	210	7'560.0 l	22'680.0 l	21'945.0 l	5'460.0 l
Novembre	n°16	22 personnes	2 jours	44	1'584.0 l	4'752.0 l	4'598.0 l	1'560.0 l
Décembre	n°17	21 personnes	7 jours	147	5'292.0 l	15'876.0 l	15'361.5 l	5'460.0 l
	n°18	27 personnes	3 jours	81	2'916.0 l	8'748.0 l	8'464.5 l	2'340.0 l
<b>Total :</b>		<b>380 personnes</b>	<b>86 jours</b>					
<b>Quantité d'eau utilisée par source de consommation en 2018 :</b>				66'996.0 l	200'988.0 l	194'474.5 l	67'080.0 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Cordée" pour l'année 2018 [en litre] :</b>							529'538.5 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Cordée" pour l'année 2018 [en m<sup>3</sup>] : 1'000 l. = 1m<sup>3</sup> ] :</b>							529.5 m <sup>3</sup>	

Source : Données de l'auteur

Tableau 40 : Les consommations d'eau pour le chalet "Veijic" en 2018

Mois	N° de location	Nombre de personnes	Nombre de jours de location	Somme des jours de location	3 chasses d'eau par jour et par personne [12 l/chasse d'eau]	Douche : durée 6 min. par jour et par personne [6.36 l/min]	Robinetterie WC : durée 11 min. par jour et par personne [12 l/min]	Robinetterie cuisine : 50 min. par jour [12 l/min]
Janvier	n°1	12 personnes	5 jours	60	2'160.0 l	2'289.6 l	7'920.0 l	4'500.0 l
	n°2	6 personnes	2 jours	12	432.0 l	457.9 l	1'584.0 l	1'800.0 l
Février	n°3	4 personnes	7 jours	28	1'008.0 l	1'068.5 l	3'696.0 l	6'300.0 l
	n°4	12 personnes	7 jours	84	3'024.0 l	3'205.4 l	11'088.0 l	6'300.0 l
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	n°5	12 personnes	3 jours	36	1'296.0 l	1'373.8 l	4'752.0 l	2'700.0 l
	n°6	14 personnes	2 jours	28	1'008.0 l	1'068.5 l	3'696.0 l	1'800.0 l
Juin	n°7	12 personnes	1 jour	12	432.0 l	457.9 l	1'584.0 l	900.0 l
	n°8	10 personnes	4 jours	40	1'440.0 l	1'526.4 l	5'280.0 l	3'600.0 l
Juillet	n°9	14 personnes	7 jours	98	3'528.0 l	3'739.7 l	12'936.0 l	6'300.0 l
	n°10	12 personnes	21 jours	252	9'072.0 l	9'616.3 l	33'264.0 l	18'900.0 l
Août	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	n°11	9 personnes	7 jours	63	2'268.0 l	2'404.1 l	8'316.0 l	6'300.0 l
	n°12	12 personnes	3 jours	36	1'296.0 l	1'373.8 l	4'752.0 l	2'700.0 l
<b>Total :</b> 129 personnes 69 jours								
<b>Quantité d'eau utilisée par source de consommation en 2018 :</b>				26'964.0 l	28'581.8 l	98'868.0 l	62'100.0 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Veijic" pour l'année 2018 [en litre] :</b>								216'513.8 l
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Veijic" pour l'année 2018 [en m<sup>3</sup>] : 1'000 l. = 1m<sup>3</sup> :</b>								216.5 m <sup>3</sup>

Source : Données de l'auteur

Dans un premier temps, le modèle de toilette qui se trouve dans les infrastructures de l'association « La Cordée » n'est pas tout récent, comme nous pouvons le constater sur la figure 34. Ce type d'installation ne possède qu'une seule chasse d'eau, contrairement aux modèles plus récents qui en possèdent deux.

**Figure 34 : Modèle de toilette se trouvant dans les deux bâtiments de l'association**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Pour ce type d'installation, nous n'allons pas modifier les habitudes et le confort des occupants en leur demandant de se rendre moins souvent aux toilettes dans la journée. Pour réaliser des économies d'eau, nous allons plutôt nous pencher sur la chasse d'eau. Pour effectuer cette diminution de consommation d'eau, nous allons étudier le cas du réservoir d'eau à double commande. Ce système possède un réservoir de six litres. Il comporte deux boutons, le premier libérera trois litres d'eau, tandis que le deuxième six litres (Energie+, 2016).

Sur le marché actuel, le prix d'un réservoir d'eau à double commande est de CHF 34.90 TVA incluse (Hornbach, 2019). Sachant que le bâtiment « Cordée » possède huit installations et le chalet « Veijic » deux, le coût de cet investissement pour réduire sa consommation d'eau est le suivant :

$$\begin{aligned} \text{Coût de l'investissement} &= \text{prix unitaire de l'article} \times \text{nombre d'articles} = \\ &\text{CHF } 34.90 \text{ (TVA incluse)} \times 10 \text{ réservoirs d'eau} = \text{CHF } 349.- \end{aligned}$$

Pour réaliser des économies, nous pouvons également effectuer des investissements au niveau des robinets des toilettes et de la cuisine, en y ajoutant des aérateurs qui vont permettre de réduire le débit d'eau. Lorsque nous ouvrons le robinet au complet, ce système va faire en sorte que l'écoulement soit compris entre six et huit litres par minute (Energie+, 2016). Les

robinets (voir figure 35, ci-dessous) actuellement présents dans les locaux approchent le double de ces valeurs.

Figure 35 : Robinetterie présente dans les chalets "Cordée" et "Veijic"



Source : Photo prise par l'auteur

Grâce à l'économiseur d'eau, l'écoulement d'eau pour les robinets d'eau des chalets sera de huit litres d'eau par minute. Le prix de ce type de produit sur le marché est actuellement de CHF 9.90 TVA incluse (Hornbach, 2019). Le nombre de robinets à équiper s'élève à 17 installations. Nous pouvons apercevoir ci-après, le détail du coût d'investissement.

$$\begin{aligned} \text{Coût de l'investissement} &= \text{prix unitaire de l'article} \times \text{nombre d'articles} = \\ &\text{CHF } 9.90 \times 17 \text{ robinets} = \text{CHF } 168.30 \end{aligned}$$

Concernant le débit d'eau provenant des douches, nous pouvons apporter des modifications au niveau des pommeaux se trouvant dans le chalet « Veijic » en y ajoutant des économiseurs d'eau. Selon la brochure « Les plaisir de l'eau » publiée par l'OFEN, ce système permettrait une réduction du débit jusqu'à 50 % (Office fédéral de l'énergie OFEN, 2017). À ce jour, l'écoulement d'eau est à 6.36 litres par minute, en apportant cette modification le débit passerait à cinq litres par minute. Les économiseurs d'eau sont insérés directement entre le pommeau de douche et son tuyau.

Sur le marché, nous avons trouvé un économiseur d'eau permettant d'obtenir un débit de cinq litres par minute. Ce produit est vendu par lot de deux, idéal pour ce chalet qui est composé de deux douches. Son prix est de CHF 4.40 TVA incluse (Hornbach, 2018).

Pour les douches existantes dans le bâtiment « Cordée », elles sont équipées d'un régulateur de température classique, où le contrôle de la température s'effectue grâce à une

manette. Elles ne sont malheureusement pas équipées d'un mitigeur qui consiste à réguler la pression de l'eau. Ce système est muni d'une zone économique où l'eau s'écoulera avec un débit faible allant de zéro à cinq litres par minute. Ainsi qu'une deuxième zone où l'eau pourra s'écouler jusqu'à un débit de 12 litres par minute (Energie+, 2016).

**Figure 36 : Pommeau de douche mural et la robinetterie**



**Source : Photo prise par l'auteur**

Afin de réaliser des économies d'eau provenant des installations de douche, l'investissement d'un mitigeur serait l'idéal. Cela permettrait d'obtenir un débit d'eau maximum qui serait de 12 litres par minute, contrairement aux 18 litres par minute existants à l'heure actuelle. Pour réaliser ce changement, l'investissement se pencherait sur une robinetterie standard, dont la somme est de CHF 49.90 TVA incluse par pièce achetée (Hornbach, 2019). Ci-dessous, le coût d'investissement à effectuer pour ces mitigeurs, sachant qu'il faudrait acheter six pièces.

$$\text{Coût de l'investissement} = \text{prix unitaire de l'article} \times \text{nombre d'articles} =$$

$$\text{CHF } 49.90 \times 6 \text{ mitigeurs} = \text{CHF } 299.40$$

De manière à démontrer les répercussions que les investissements auront sur les consommations d'eau, nous avons repris les données de l'année 2018 figurant dans les tableaux 39 et 40. À ces derniers, nous avons modifié les débits d'eau résultants des modifications. Nous pouvons observer les nouvelles quantités d'eau dans les tableaux 41 et 42 suivants.

**Tableau 41 : Prévision des consommations basées sur les données de l'année 2018, suite aux investissements – chalet « Cordée »**

Mois	N° de location	Nombre de personnes	Nombre de jours de location	Somme des jours de location	2 chasses d'eau par jour et par personne [3 l/chasse d'eau]	1 chasse d'eau par jour et par personne [6 l/chasse d'eau]	Douche : durée 6 min. par jour et par personne [12 l/min]	Robinetterie WC : durée 11 min. par jour et par personne [8 l/min]	Robinetterie cuisine : 50 min. par jour [8 l/min]
Janvier	n°1	20 personnes	5 jours	100	600.0 l	600.0 l	7'200.0 l	8'800.0 l	2'000.0 l
Février	n°2	22 personnes	8 jours	176	1'056.0 l	1'056.0 l	12'672.0 l	15'488.0 l	3'200.0 l
	n°3	10 personnes	2 jours	20	120.0 l	120.0 l	1'440.0 l	1'760.0 l	800.0 l
Mars	n°4	20 personnes	1 jours	20	120.0 l	120.0 l	1'440.0 l	1'760.0 l	400.0 l
	n°5	21 personnes	4 jours	84	504.0 l	504.0 l	6'048.0 l	7'392.0 l	1'600.0 l
	n°6	17 personnes	2 jours	34	204.0 l	204.0 l	2'448.0 l	2'992.0 l	800.0 l
	n°7	17 personnes	1 jours	17	102.0 l	102.0 l	1'224.0 l	1'496.0 l	400.0 l
	n°8	30 personnes	1 jours	30	180.0 l	180.0 l	2'160.0 l	2'640.0 l	400.0 l
Avril	n°8		6 jours	180	1'080.0 l	1'080.0 l	12'960.0 l	15'840.0 l	2'400.0 l
	n°9	20 personnes	1 jours	20	120.0 l	120.0 l	1'440.0 l	1'760.0 l	400.0 l
Mai	n°10	26 personnes	3 jours	78	468.0 l	468.0 l	5'616.0 l	6'864.0 l	1'200.0 l
Juin	n°11	13 personnes	4 jours	52	312.0 l	312.0 l	3'744.0 l	4'576.0 l	1'600.0 l
	n°12	29 personnes	1 jours	29	174.0 l	174.0 l	2'088.0 l	2'552.0 l	400.0 l
	n°13	14 personnes	7 jours	98	588.0 l	588.0 l	7'056.0 l	8'624.0 l	2'800.0 l
Juillet	n°14	21 personnes	21 jours	441	2'646.0 l	2'646.0 l	31'752.0 l	38'808.0 l	8'400.0 l
Août	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	n°15	30 personnes	7 jours	210	1'260.0 l	1'260.0 l	15'120.0 l	18'480.0 l	2'800.0 l
Novembre	n°16	22 personnes	2 jours	44	264.0 l	264.0 l	3'168.0 l	3'872.0 l	800.0 l
Décembre	n°17	21 personnes	7 jours	147	882.0 l	882.0 l	10'584.0 l	12'936.0 l	2'800.0 l
	n°18	27 personnes	3 jours	81	486.0 l	486.0 l	5'832.0 l	7'128.0 l	1'200.0 l
<b>Total :</b>		<b>380 personnes</b>	<b>86 jours</b>						
<b>Quantité d'eau utilisée par source de consommation en 2018 :</b>				11'166.0 l	11'166.0 l	133'992.0 l	163'768.0 l	34'400.0 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Cordée" pour l'année 2018 [en litre] :</b>								354'492.0 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Cordée" pour l'année 2018 [en m<sup>3</sup> : 1'000 l. = 1m<sup>3</sup>] :</b>								354.5 m <sup>3</sup>	

Source : Données de l'auteur

**Tableau 42 : Prévision des consommations basées sur les données de l'année 2018, suite aux investissements – chalet « Veijic »**

Mois	N° de location	Nombre de personnes	Nombre de jours de location	Somme des jours de location	2 chasses d'eau par jour et par personne [3 l/chasse d'eau]	1 chasse d'eau par jour et par personne [6 l/chasse d'eau]	Douche : durée 6 min. par jour et par personne [5 l/min]	Robinetterie WC : durée 11 min. par jour et par personne [8 l/min]	Robinetterie cuisine : 50 min. par jour [8 l/min]
Janvier	n°1	12 personnes	5 jours	60	360.0 l	360.0 l	1'800.0 l	5'280.0 l	3'000.0 l
	n°2	6 personnes	2 jours	12	72.0 l	72.0 l	360.0 l	1'056.0 l	1'200.0 l
Février	n°3	4 personnes	7 jours	28	168.0 l	168.0 l	840.0 l	2'464.0 l	4'200.0 l
	n°4	12 personnes	7 jours	84	504.0 l	504.0 l	2'520.0 l	7'392.0 l	4'200.0 l
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	n°5	12 personnes	3 jours	36	216.0 l	216.0 l	1'080.0 l	3'168.0 l	1'800.0 l
	n°6	14 personnes	2 jours	28	168.0 l	168.0 l	840.0 l	2'464.0 l	1'200.0 l
Juin	n°7	12 personnes	1 jour	12	72.0 l	72.0 l	360.0 l	1'056.0 l	600.0 l
	n°8	10 personnes	4 jours	40	240.0 l	240.0 l	1'200.0 l	3'520.0 l	2'400.0 l
Juillet	n°9	14 personnes	7 jours	98	588.0 l	588.0 l	2'940.0 l	8'624.0 l	4'200.0 l
	n°10	12 personnes	21 jours	252	1'512.0 l	1'512.0 l	7'560.0 l	22'176.0 l	12'600.0 l
Août	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Décembre	n°11	9 personnes	7 jours	63	378.0 l	378.0 l	1'890.0 l	5'544.0 l	4'200.0 l
	n°12	12 personnes	3 jours	36	216.0 l	216.0 l	1'080.0 l	3'168.0 l	1'800.0 l
<b>Total :</b> 129 personnes 69 jours									
Quantité d'eau utilisée par source de consommation en 2018 :				4'494.0 l	4'494.0 l	22'470.0 l	65'912.0 l	41'400.0 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Veijic" pour l'année 2018 [en litre] :</b>								138'770.0 l	
<b>Consommation d'eau totale pour le chalet "Veijic" pour l'année 2018 [en m<sup>3</sup>] : 1'000 l. = 1m<sup>3</sup></b>								138.8 m <sup>3</sup>	

**Source : Données de l'auteur**

Ci-dessous, le tableau 43 regroupe les consommations d'eau des chalets de l'association, avant (tableaux 39 et 40) et après les investissements (tableaux 41 et 42). Pour les valeurs obtenues après la réalisation des investissements, elles ont été calculées en se basant sur les données du nombre de personnes et de locations annuelles de l'année 2018 (annexe 19). Nous nous apercevons qu'une réduction de 175'047 litres par an pour le chalet « Cordée » peut être réalisée et pour le chalet « Veijic », elle s'élèverait à 77'744 litres par an.

**Tableau 43 : Les économies d'eau réalisées - chalets "Cordée" et "Veijic"**

	Année 2018 - chalet "Cordée" avant les investissements	Année 2018 - chalet "Cordée" après les investissements	Année 2018 - chalet "Veijic" avant les investissements	Année 2018 - chalet "Veijic" après les investissements
Consomation chasse d'eau	66'996 l/an	22'332 l/an	26'964 l/an	8'988 l/an
Consomation lavabo WC	194'475 l/an	163'768 l/an	98'868 l/an	65'912 l/an
Consommation évier de cuisine	67'080 l/an	34'400 l/an	62'100 l/an	41'400 l/an
Consommation douche	200'988 l/an	133'992 l/an	28'582 l/an	22'470 l/an
<b>Consommation totale d'eau</b>	<b>529'539 l/an</b>	<b>354'492 l/an</b>	<b>216'514 l/an</b>	<b>138'770 l/an</b>
<b>Économie d'eau</b>	<b>175'047 l/an</b>		<b>77'744 l/an</b>	

**Source : Données de l'auteur**

Un sujet autre que les investissements à effectuer de manière à réduire les consommations d'eau, ce sont les grandes quantités d'eaux claires qui sont gaspillées inutilement. Quand nous parlons d'eau clair, cela signifie que c'est une eau qui n'est pas polluée. En Suisse, nous sommes des privilégiés en comparaison envers d'autres pays, car nous possédons de l'eau potable en abondance, même dans les chasses d'eau. Malheureusement, il y a un côté négatif à cette profusion d'eau. Nous ne la consommons pas de manière intelligente. En reprenant les valeurs d'économie d'eau figurant dans le tableau 43 ci-dessus, l'association « La Cordée » peut éviter d'écouler 252'791 litres qui partent inutilement vers les stations d'épuration (STEP). Selon le service de l'environnement du canton du Valais, ces quantités d'eau peuvent perturber le bon fonctionnement des installations qui retraitent les eaux. De plus, cela occasionne par la suite des frais d'exploitation inutiles (Service de l'environnement du canton du Valais, 2018).

## 5.5. L'ÉCLAIRAGE

Nous allons maintenant traiter la dernière partie de cet audit qui se porte sur l'éclairage de deux chalets. Un inventaire des éclairages a déjà été réalisé, dans les sous-chapitres 4.1.3 et 4.2.3. Nous allons donc pouvoir nous appuyer sur ces informations afin d'étudier la consommation en électricité de ces lumières, ainsi que le coût en électricité.

Afin d'obtenir les consommations d'électricité totales liées à l'utilisation de l'éclairage, nous avons repris les données concernant les locations de ces dernières années (annexe 19). Nous nous basons principalement sur la totalité des jours de location des chalets, car cela fait référence aux jours où ces bâtiments sont utilisés. Afin de connaître la consommation en électricité pour les années 2014 à 2018, il est nécessaire de réaliser le calcul présenté ci-dessous pour chaque exercice comptable.

$$\begin{aligned} \text{Consommation d'électricité totale en kWh} = & (nombre d'installations \times \\ & puissance [Watt] \times (nombre de jours de location \times utilisation journalière \div \\ & 60 minutes)) \div 1'000 \end{aligned}$$

En nous aidant de la formule de calcul ci-dessus, nous obtenons les consommations totales pour les différentes années et à cela nous devons y ajouter les tarifs de l'électricité pour chaque année respective. Pour ce faire, nous reprenons les prix du kWh indiqués sur les récapitulatifs des factures reçues du distributeur d'Énergies Sion région, aux annexes 17 et 18. Pour obtenir le coût final de l'éclairage, il suffit de réaliser l'opération qui suit :

$$\begin{aligned} \text{Coût en électricité pour l'éclairage} = & \\ & \text{consommation d'électricité totale [kWh] } \times \text{prix du kWh de l'année analysée} \end{aligned}$$

Nous pouvons apercevoir dans les tableaux 44 et 45 que les coûts d'énergie pour l'éclairage ne sont pas une charge importante dont l'association doit prendre en charge, contrairement aux autres frais qui sont liés au chauffage et aux boilers. Le coût maximum qu'a dû supporter cette société alpine pour les bâtiments « Cordée » et « Veijic » sont respectivement de CHF 72.64 et de CHF 2.88 pour l'année 2017. La totalité de ces valeurs se montent à CHF 75.52. Les frais du chalet « Veijic » sont dérisoires en comparaison à ceux obtenus pour le bâtiment « Cordée ».

**Tableau 44 : Les consommations en électricité et les coûts liés à l'éclairage de 2014 à 2018 – chalet « Cordée »**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière	Location 2018 - 92 jours	Location 2017 - 121 jours	Location 2016 - 115 jours	Location 2015 - 109 jours	Location 2014 - 95 jours
Sous-sol - cuisine	Tube fluorescent	4	General Electric	40 W	-	180 min	44.16 kWh	58.08 kWh	55.20 kWh	52.32 kWh	45.60 kWh
Sous-sol - WC	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	5 min	0.59 kWh	0.78 kWh	0.74 kWh	0.70 kWh	0.61 kWh
Sous-sol - local de skis	Tube fluorescent	5	General Electric	40 W	-	60 min	18.40 kWh	24.20 kWh	23.00 kWh	21.80 kWh	19.00 kWh
Sous-sol - local technique	Tube fluorescent	1	General Electric	40 W	-	0 min	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh
Sous-sol - cave	Halogène	1	OSRAM	77 W	230V	0 min	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh
Sous-sol - hall	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min	1.77 kWh	2.33 kWh	2.21 kWh	2.10 kWh	1.83 kWh
Rez-de-chaussée - réfectoire	Ampoule	6	OSRAM	15 W	220-240 V	240 min	33.12 kWh	43.56 kWh	41.40 kWh	39.24 kWh	34.20 kWh
Rez-de-chaussée - chambre nord	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
Rez-de-chaussée - chambre sud	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
Rez-de-chaussée - WC	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min	1.77 kWh	2.33 kWh	2.21 kWh	2.10 kWh	1.83 kWh
Rez-de-chaussée - hall	Halogène	2	OSRAM	77 W	230V	15 min	3.54 kWh	4.66 kWh	4.43 kWh	4.20 kWh	3.66 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min	1.77 kWh	2.33 kWh	2.21 kWh	2.10 kWh	1.83 kWh
Annexe - corridor	Halogène	4	OSRAM	77 W	230V	240 min	113.34 kWh	149.07 kWh	141.68 kWh	134.29 kWh	117.04 kWh
Annexe - sanitaire	Tube fluorescent	7	General Electric	40 W	-	180 min	77.28 kWh	101.64 kWh	96.60 kWh	91.56 kWh	79.80 kWh
Vieux chalet - rez-de-chaussée - séjour	LED	4	LEDVANCE	18 W	84-102 V	60 min	6.62 kWh	8.71 kWh	8.28 kWh	7.85 kWh	6.84 kWh
Rez-de-chaussée - hall	Halogène	2	OSRAM	77 W	230 V	15 min	3.54 kWh	4.66 kWh	4.43 kWh	4.20 kWh	3.66 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - hall	Halogène	1	OSRAM	77 W	230V	15 min	1.77 kWh	2.33 kWh	2.21 kWh	2.10 kWh	1.83 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - WC	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	15 min	1.77 kWh	2.33 kWh	2.21 kWh	2.10 kWh	1.83 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	Halogène	1	OSRAM	77 W	230V	40 min	4.72 kWh	6.21 kWh	5.90 kWh	5.60 kWh	4.88 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-est	Halogène	1	OSRAM	77 W	230 V	40 min	4.72 kWh	6.21 kWh	5.90 kWh	5.60 kWh	4.88 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	Halogène	2	OSRAM	77 W	230V	40 min	9.45 kWh	12.42 kWh	11.81 kWh	11.19 kWh	9.75 kWh
Vieux chalet - 2 <sup>ème</sup> étage - chambre est	Halogène	2	OSRAM	77 W	230 V	40 min	9.45 kWh	12.42 kWh	11.81 kWh	11.19 kWh	9.75 kWh
Vieux chalet - 2 <sup>ème</sup> étage - chambre ouest	Halogène	4	OSRAM	77 W	230V	40 min	18.89 kWh	24.85 kWh	23.61 kWh	22.38 kWh	19.51 kWh
Consommation totale par année en kWh :							358.65 kWh	471.70 kWh	448.31 kWh	424.92 kWh	370.34 kWh
Prix du kWh pour chaque année :							CHF 0.157	CHF 0.154	CHF 0.156	CHF 0.157	CHF 0.160
Coût selon prix du marché de l'année analysée :							CHF 56.31	CHF 72.64	CHF 69.94	CHF 66.67	CHF 59.25

Source : Données de l'auteur

**Tableau 45 : Les consommations en électricité et les coûts liés à l'éclairage de 2014 à 2018 – chalet « Veijic »**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière	Location 2018 - 75 jours	Location 2017 - 103 jours	Location 2016 - 86 jours	Location 2015 - 81 jours	Location 2014 - 69 jours
Rez-de-chaussée - hall	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	15 min	0.45 kWh	0.62 kWh	0.52 kWh	0.49 kWh	0.41 kWh
Rez-de-chaussée - WC douche	Ampoule fluorescente compacte	1	Philips	12 W	230-240 V	80 min	1.20 kWh	1.65 kWh	1.38 kWh	1.30 kWh	1.10 kWh
Rez-de-chaussée - cuisine	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	180 min	5.40 kWh	7.42 kWh	6.19 kWh	5.83 kWh	4.97 kWh
Rez-de-chaussée - séjour	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	120 min	3.60 kWh	4.94 kWh	4.13 kWh	3.89 kWh	3.31 kWh
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	Ampoule fluorescente compacte	1	Philips	12 W	230-240 V	80 min	1.20 kWh	1.65 kWh	1.38 kWh	1.30 kWh	1.10 kWh
1 <sup>er</sup> étage - hall & passage	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	15 min	0.45 kWh	0.62 kWh	0.52 kWh	0.49 kWh	0.41 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord-est	Ampoule fluorescente compacte	1	Philips	12 W	230-240 V	40 min	0.60 kWh	0.82 kWh	0.69 kWh	0.65 kWh	0.55 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord-ouest	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	40 min	1.20 kWh	1.65 kWh	1.38 kWh	1.30 kWh	1.10 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	Ampoule fluorescente compacte	2	Philips	12 W	230-240 V	40 min	1.20 kWh	1.65 kWh	1.38 kWh	1.30 kWh	1.10 kWh
<b>Consommation totale par année en kWh :</b>							<b>15.30 kWh</b>	<b>21.01 kWh</b>	<b>17.54 kWh</b>	<b>16.52 kWh</b>	<b>14.08 kWh</b>
<b>Prix du kWh pour chaque année :</b>							<b>CHF 0.141</b>	<b>CHF 0.137</b>	<b>CHF 0.139</b>	<b>CHF 0.138</b>	<b>CHF 0.142</b>
<b>Coût selon prix du marché de l'année analysée :</b>							<b>CHF 2.16</b>	<b>CHF 2.88</b>	<b>CHF 2.44</b>	<b>CHF 2.28</b>	<b>CHF 2.00</b>

**Source : Données de l'auteur**

Suite à cette analyse faite des coûts d'électricité pour les deux chalets, nous nous apercevons que le chalet « Cordée » supporte des coûts plus élevés que le bâtiment « Veijic ». La solution principale envisageable serait de remplacer certaines sources de lumières ayant une grande puissance énergétique. Nous nous apercevons dans le tableau 44 qui traite de l'infrastructure « Cordée », qu'une grande partie des installations lumineuses sont équipées d'ampoules de 77 watts et de tubes de 40 watts de puissance. Nous allons donc principalement nous baser sur ces derniers objets, afin de réduire les consommations et les coûts. Le chalet « Veijic » est déjà muni d'installations lumineuses qui sont peu énergivores, donc nous n'allons pas en tenir compte pour la suite de cette analyse.

Pour commencer, il faudrait remplacer les 25 ampoules ayant une puissance de 77 watts chacune. À cet égard, nous allons nous pencher sur une version d'ampoule de la marque Osram (figure 37) ayant comme caractéristique de pouvoir substituer la puissance de l'ancienne ampoule par une puissance de 10.5 watts. De plus, cette ampoule de type LED possède une étiquette énergétique « A+ » et sa durée de vie moyenne s'élève à 15'000 heures (Beleuchtungdirekt, 2019). Nous pouvons rapidement nous rendre compte qu'une différence de 66.5 watts les séparent, ce qui représente une grande économie uniquement en altérant la puissance.

**Figure 37 : Ampoule Osram de 10.5W**

	Osram Parathom Classic E27 A 10.5W 827 Dépolie   Substitut 75W	Prix à l'unité (TVA incl.) 3,39 CHF	25		Sous-total (TVA incl.) 84,81 CHF
---	--	--	----	---	-------------------------------------

Source : (Beleuchtungdirekt, 2019)

Une deuxième source lumineuse est également étudiée dans le but de modifier les consommations et les coûts. Ce sont les tubes fluorescents qui se dénombrent à 17 pièces dans l'entier du chalet. Leur puissance d'énergie est de 40 watts. Nous privilégierons le tube LED également de la marque Osram (figure 38), possédant une puissance de 15.1 watts permettant de substituer la puissance des anciens néons présents dans l'infrastructure. De plus, chaque tube est directement muni d'un starter. Pour ce qui est de la partie écologique, il a une durée de vie en moyenne de 20'000 heures et possède une étiquette énergétique « A+ » (Beleuchtungdirekt, 2019).

**Figure 38 : Tube Osram 15.1W - 120 cm**

	Osram SubstiTUBE Advanced UO EM 15.1W 830 120cm   Blanc Chaud - Starter LED incl. - Substitut 36W	Prix à l'unité (TVA incl.) 18,44 CHF	17		Sous-total (TVA incl.) 313,45 CHF
---	---	---	----	---	--------------------------------------

Source : (Beleuchtungdirekt, 2019)

**Tableau 46 : Les consommations en électricité et les coûts liés à l'éclairage de 2014 à 2018 – chalet « Cordée » - après investissements**

Pièce du bâtiment	Type d'éclairage	Nombre d'installations	Marque	Watts	Volt	Utilisation journalière	Location 2018 - 92 jours	Location 2017 - 121 jours	Location 2016 - 115 jours	Location 2015 - 109 jours	Location 2014 - 95 jours
Sous-sol - cuisine	Tube LED	4	OSRAM	15.1 W	-	180 min	16.67 kWh	21.93 kWh	20.84 kWh	19.75 kWh	17.21 kWh
Sous-sol - WC	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230 V	5 min	0.08 kWh	0.11 kWh	0.10 kWh	0.10 kWh	0.08 kWh
Sous-sol - local de skis	Tube LED	5	OSRAM	15.1 W	-	60 min	6.95 kWh	9.14 kWh	8.68 kWh	8.23 kWh	7.17 kWh
Sous-sol - local technique	Tube LED	1	OSRAM	15.1 W	-	0 min	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh
Sous-sol - cave	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230V	0 min	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh	0.00 kWh
Sous-sol - hall	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230 V	15 min	0.24 kWh	0.32 kWh	0.30 kWh	0.29 kWh	0.25 kWh
Rez-de-chaussée - réfectoire	Ampoule	6	OSRAM	15 W	220-240 V	240 min	33.12 kWh	43.56 kWh	41.40 kWh	39.24 kWh	34.20 kWh
Rez-de-chaussée - chambre nord	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
Rez-de-chaussée - chambre sud	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
Rez-de-chaussée - WC	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230 V	15 min	0.24 kWh	0.32 kWh	0.30 kWh	0.29 kWh	0.25 kWh
Rez-de-chaussée - hall	Ampoule LED	2	OSRAM	10.5 W	230V	15 min	0.48 kWh	0.64 kWh	0.60 kWh	0.57 kWh	0.50 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
1 <sup>er</sup> étage - chambre sud	Ampoule	1	Pas de marque	8 W	230 V	40 min	0.49 kWh	0.65 kWh	0.61 kWh	0.58 kWh	0.51 kWh
1 <sup>er</sup> étage - WC douche	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230 V	15 min	0.24 kWh	0.32 kWh	0.30 kWh	0.29 kWh	0.25 kWh
Annexe - corridor	Ampoule LED	4	OSRAM	10.5 W	230V	240 min	15.46 kWh	20.33 kWh	19.32 kWh	18.31 kWh	15.96 kWh
Annexe - sanitaire	Tube LED	7	OSRAM	15.1 W	-	180 min	29.17 kWh	38.37 kWh	36.47 kWh	34.56 kWh	30.12 kWh
Vieux chalet - rez-de-chaussée - séjour	LED	4	LEDVANCE	18 W	84-102 V	60 min	6.62 kWh	8.71 kWh	8.28 kWh	7.85 kWh	6.84 kWh
Rez-de-chaussée - hall	Ampoule LED	2	OSRAM	10.5 W	230 V	15 min	0.48 kWh	0.64 kWh	0.60 kWh	0.57 kWh	0.50 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - hall	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230V	15 min	0.24 kWh	0.32 kWh	0.30 kWh	0.29 kWh	0.25 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - WC	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230 V	15 min	0.24 kWh	0.32 kWh	0.30 kWh	0.29 kWh	0.25 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - chambre nord	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230V	40 min	0.64 kWh	0.85 kWh	0.81 kWh	0.76 kWh	0.67 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-est	Ampoule LED	1	OSRAM	10.5 W	230 V	40 min	0.64 kWh	0.85 kWh	0.81 kWh	0.76 kWh	0.67 kWh
Vieux chalet - 1 <sup>er</sup> étage - chambre sud-ouest	Ampoule LED	2	OSRAM	10.5 W	230V	40 min	1.29 kWh	1.69 kWh	1.61 kWh	1.53 kWh	1.33 kWh
Vieux chalet - 2 <sup>ème</sup> étage - chambre est	Ampoule LED	2	OSRAM	10.5 W	230 V	40 min	1.29 kWh	1.69 kWh	1.61 kWh	1.53 kWh	1.33 kWh
Vieux chalet - 2 <sup>ème</sup> étage - chambre ouest	Ampoule LED	4	OSRAM	10.5 W	230V	40 min	2.58 kWh	3.39 kWh	3.22 kWh	3.05 kWh	2.66 kWh
<b>Consommation totale par année en kWh :</b>							<b>118.65 kWh</b>	<b>156.05 kWh</b>	<b>148.31 kWh</b>	<b>140.57 kWh</b>	<b>122.52 kWh</b>
<b>Prix du kWh pour chaque année :</b>							<b>CHF 0.157</b>	<b>CHF 0.154</b>	<b>CHF 0.156</b>	<b>CHF 0.157</b>	<b>CHF 0.160</b>
<b>Coût selon prix du marché de l'année analysée :</b>							<b>CHF 18.63</b>	<b>CHF 24.03</b>	<b>CHF 23.14</b>	<b>CHF 22.06</b>	<b>CHF 19.60</b>

Source : Données de l'auteur

En envisageant les investissements présentés précédemment dans le tableau 46, une diminution dans la consommation d'électricité et de ses coûts est parfaitement visible, si nous faisons la comparaison des tableaux 44 et 46. Comme le démontre le tableau 47, ci-dessous, des gains en termes de consommation d'énergie et financier sont parfaitement notables. À l'aide des changements de ces deux types d'éclairage, l'association pourrait réduire sa consommation journalière de 2.6 kWh<sup>3</sup>.

**Tableau 47 : Comparaison des consommations et coûts après la réalisation des investissements**

	2018	2017	2016	2015	2014
Consommation totale par année en kWh avant les investissements :	358.65 kWh	471.70 kWh	448.31 kWh	424.92 kWh	370.34 kWh
Consommation totale par année en kWh après les investissements :	118.65 kWh	156.05 kWh	148.31 kWh	140.57 kWh	122.52 kWh
<b>Gain annuel réalisé en kWh :</b>	<input checked="" type="checkbox"/> -240.00 kWh	<input checked="" type="checkbox"/> -315.65 kWh	<input checked="" type="checkbox"/> -300.00 kWh	<input checked="" type="checkbox"/> -284.35 kWh	<input checked="" type="checkbox"/> -247.83 kWh
Prix du kWh pour chaque année :	CHF 0.157	CHF 0.154	CHF 0.156	CHF 0.157	CHF 0.160
Coût selon prix du marché de l'année analysée avant les investissements :	CHF 56.31	CHF 72.64	CHF 69.94	CHF 66.67	CHF 59.25
Coût selon prix du marché de l'année analysée après les investissements :	CHF 18.63	CHF 24.03	CHF 23.14	CHF 22.06	CHF 19.60
<b>Gain annuel réalisé en CHF :</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CHF -37.68	<input checked="" type="checkbox"/> CHF -48.61	<input checked="" type="checkbox"/> CHF -46.80	<input checked="" type="checkbox"/> CHF -44.61	<input checked="" type="checkbox"/> CHF -39.65

**Source : Données de l'auteur**

Pour ces investissements, nous devons calculer un délai de récupération, afin de déterminer la durée nécessaire de remboursement grâce aux économies que l'association « La Cordée » aura réalisées.

**Tableau 48 : Gain financier lié à la consommation électrique et coût total des investissements**

Gain de la consommation électrique journalière [kWh]	2.6 kWh / jour
Moyenne des jours de location basée sur les années 2014 à 2018	106 jours
Gain de la consommation électrique annuelle [kWh]	275.6 kWh
Moyenne du prix de l'électricité basée sur les années de 2014 à 2018	CHF 0.157
<b>Gain financier lié à la consommation électrique [en CHF]</b>	<b>CHF 43.27</b>
25 ampoules LED Osram 10.5W	CHF 84.81
+ 17 tubes LED Osram 15.1W - 120cm - Starter LED inclus	CHF 313.45
<b>Coût total des investissements [en CHF]</b>	<b>CHF 398.26</b>

**Source : Données de l'auteur**

<sup>3</sup> Pour calculer cette valeur journalière, il suffit de prendre le gain annuel réalisé en kWh et de le diviser par le nombre de jours de location ayant eu lieu durant l'année analysée. Nous pouvons le faire avec toutes les années, nous obtiendrons le même résultat. Prenons exemple avec l'année 2018, le gain est de 240 kWh et les jours de location se montent à 92 jours :  $240 \text{ kWh} \div 92 \text{ jours} = 2.6 \text{ kWh/jour}$ .

À l'aide des valeurs obtenues dans le tableau 48 précédent, nous allons pouvoir calculer le délai de récupération. La formule afin de réaliser l'opération est la suivante :

$$\text{Délai de récupération} = \frac{\text{Investissements}}{\text{Économies de coûts}} = \frac{\text{CHF } 398.26}{\text{CHF } 43.27} = 9.2 \text{ ans}$$

Comme l'opération nous le démontre parfaitement ci-dessus, avec un investissement à hauteur de CHF 398.26, le délai de récupération s'élèverait à neuf ans, deux mois et 12 jours.

D'autres solutions permettant d'accomplir des économies d'électricité relatives à l'éclairage sont envisageables. Tout d'abord, une solution radicale serait de sensibiliser directement les occupants des lieux en leur annonçant les coûts de l'utilisation de la lumière. Une fiche comportant les tarifs facturés pour la consommation d'électricité peut être distribuée, lorsque les propriétaires remettent les clés aux personnes ayant loués les chalets. Cette méthode n'engendrera aucun coût supplémentaire à l'association, mais il est également possible qu'elle ne fasse pas 100 % effet sur les locataires.

Pour terminer, des méthodes un peu plus onéreuses existent également, comme l'installation de détecteurs de mouvements ou de bruits. Ce type de système n'est pas forcément le plus adapté pour les lieux de vie, telles que la cuisine, les chambres et les salles à manger. Par contre, il pourrait très bien être installé dans des pièces comme la cave, le dépôt à skis ou le local technique, mais le temps d'utilisation de l'éclairage dans ces pièces est moindre dans une journée.

## 6. AUTOPRODUCTION D'ÉNERGIE

La partie de ce travail ciblera directement la production d'énergie provenant du solaire, grâce à l'installation de panneaux photovoltaïques. Il sera question d'abord, d'analyser le potentiel de chaque toit. Cela mettra au jour si l'autoproduction annuelle d'énergie permettra de couvrir la consommation des occupants des chalets, et des électroménagers utilisés sur place.

Ensuite, une analyse des coûts d'un tel investissement sera établie ainsi que les avantages que la colonie alpine peut en retirer avec le financement de telles installations. Parmi les avantages, nous étudierons la partie fiscale et la possibilité de créer un regroupement de consommation propre. Pour terminer, une étude des consommations futures sera mise sur pied, afin de déterminer les potentiels gains financiers.

### 6.1. ÉTUDE DE LA POSE DE PANNEUX SOLAIRES

Cette première phase en lien avec le sujet de l'autoproduction d'énergie, traitera le thème relatif à la possibilité d'installer des panneaux photovoltaïques sur les toits de la colonie alpine de « La Cordée ». Pour effectuer cette analyse, l'utilisation des outils mis à disposition par la Confédération suisse et d'autres institutions sera fondamentale.

Dans un premier temps, afin de réaliser une analyse correcte du potentiel de production d'électricité provenant des panneaux solaires, il est important d'analyser les toits de chaque bâtiment. Chaque bâtisse possède sa propre configuration et son propre positionnement spatial, ce qui engendre des données totalement différentes pour chacune d'entre elles. C'est pour cette raison, qu'une analyse séparée de chaque chalet sera effectuée ultérieurement.

Grâce à l'outil « toit-solaire.ch », nous pouvons évaluer rapidement l'aptitude pour chaque partie de la toiture. De plus, il est possible de calculer le potentiel de production d'énergie durant l'année et les coûts que ces installations engendreront (Office fédéral de l'énergie OFEN, 2018). Cet instrument est simple d'utilisation pour avoir un premier avis sur les toits que nous souhaitons étudier. Nous n'allons pas nous arrêter à cette étape. Nous analyserons plus en détails le rayonnement solaire, en prenant en compte les valeurs de ces dernières années dans la région, ainsi que les obstacles qui peuvent être rencontrés sur le toit, tels que des velux et des cheminées.

### Aptitude solaire du chalet « Veijic »

Commençons par le premier établissement de l'association, qui se trouve à une dizaine de mètres en contrebas du bâtiment principal. Comme démontré sur la figure 39, chaque partie de toiture possède sa propre aptitude, cela est dû à l'orientation et à l'inclinaison en rapport avec le rayonnement solaire.

**Figure 39 : Aptitude solaire des toits du chalet "Veijic"**



Source : (Office fédéral de l'énergie OFEN, 2018)

Nous pouvons nous apercevoir que sur la figure 39, l'aptitude du toit possède deux résultats différents. La première partie en orange clair correspond à une aptitude « Bonne » et l'autre moitié en orange foncé à une mention « Très bonne ». Cette explication est possible grâce au légendage des couleurs que l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a mis en place. Nous pouvons le consulter ci-dessous (figure 40). Cette définition de couleurs est utilisée ultérieurement.

**Figure 40 : Légende de l'aptitude des toits**

[Grey square]	Pas défini
[Blue square]	Faible
[Yellow square]	Moyenne
[Orange square]	Bonne
[Orange-red square]	Très bonne
[Dark red square]	Top

Source : (Office fédéral de l'énergie OFEN, 2018)

**Tableau 49 : Description de la toiture du chalet "Veijic"**

N° de toiture	Aptitude	Surface (m <sup>2</sup> )	Orientation (°)	Inclinaison du toit (°)
1	Bonne	36 m <sup>2</sup>	289°	31°
2	Très bonne	49 m <sup>2</sup>	109°	24°
3	Bonne	7 m <sup>2</sup>	289°	29°
4	Très bonne	14 m <sup>2</sup>	109°	24°
	<b>Surface totale</b>	<b>106 m<sup>2</sup></b>		

Source : Tableau de l'auteur provenant de l'Office fédéral de l'énergie OFEN (2018)

Après cette analyse effectuée pour cette toiture, nous devons nous rendre à l'évidence qu'aucune installation solaire ne sera posée sur ce chalet. Ce choix a été décidé par les membres de l'association, qui souhaitent garder la même apparence extérieure de cet ancien chalet, afin qu'il garde son charme antique. Cette décision sera également prise en compte pour la suite de cette étude, car le bâtiment « Cordée » possède un chalet datant de 1944. L'analyse ne se portera donc plus que sur le chalet de 1991 et son annexe, qui relie l'ancienne bâisse.

### Aptitude solaire du chalet « Cordée »

De même que dans l'analyse de la toiture de l'infrastructure « Veijic », le chalet « Cordée » sera traité à peu de chose près de la même manière. À l'égal de ce qui a déjà été discuté auparavant, les propriétaires ne souhaitent pas d'installations photovoltaïques sur la toiture des anciens chalets, afin de garder l'aspect d'origine. L'analyse de la toiture se fera uniquement sur le bâtiment construit en 1991 et son annexe qui permet une liaison avec l'ancienne bâisse. Cela correspond donc aux chiffres allant d'un à cinq, qui sont indiqués sur la figure 41.

**Figure 41 : Aptitude solaire des toits du chalet "Cordée"**

Source : (Office fédéral de l'énergie OFEN, 2018)

**Tableau 50 : Description de la toiture du chalet "Cordée"**

N° de toiture	Aptitude	Surface (m <sup>2</sup> )	Orientation (°)	Inclinaison du toit (°)
1	Bonne	70 m <sup>2</sup>	297°	24°
2	Très bonne	71 m <sup>2</sup>	117°	23°
3	Très bonne	9 m <sup>2</sup>	0°	-
4	Moyenne	34 m <sup>2</sup>	2°	19°
5	Très bonne	28 m <sup>2</sup>	182°	21°
6	Bonne	44 m <sup>2</sup>	272°	25°
7	Très bonne	51 m <sup>2</sup>	92°	22°
<b>Surface totale</b>		<b>307 m<sup>2</sup></b>		

Source : Tableau de l'auteur provenant de l'Office fédéral de l'énergie OFEN (2018)

Pour la suite de l'analyse concernant la pose des panneaux solaires, nous retiendrons les toitures ayant le numéro un, deux et cinq. Ces dernières possèdent des aptitudes « Bonne » et « Très bonne », leur surface exploitable s'élève à 169 mètres carrés. Concernant le toit numéro trois, il n'a pas été retenu dû au fait de sa petite surface qui est inutilisable. Tandis que pour le numéro quatre, l'aptitude est « Moyenne », ce qui impliquera un rayonnement de moins bonne qualité. Pour les toitures comportant le numéro six et sept, il ne sera pas question d'installation de panneaux solaires. Comme discuté auparavant, les propriétaires ne souhaitent pas apporter de modifications à l'apparence externe de cet ancien chalet datant de 1944.

Parmi les surfaces des toitures retenues, il faut savoir qu'il existe quelques obstacles qui empêchent de poser à certains endroits des panneaux solaires. Comme nous pouvons l'observer sur la figure 42 ci-dessous, deux surfaces de toits sont divisées. La conséquence de cette séparation est due à l'existence d'un conduit de cheminée et d'un velux. La superficie a donc été réévaluée avec le programme Google Earth Pro et a été revue à la baisse. Elle est dorénavant de 126.80 mètres carrés, comme nous le démontrons dans le tableau 51 suivant.

**Figure 42 : Superficie corrigée pour la pose des panneaux solaires**

Source : Google Earth Pro (2018)

**Tableau 51 : Superficie corrigée de la pose des panneaux solaires**

N° de toiture	Aptitude	Surface (m <sup>2</sup> )	Orientation (°)	Inclinaison du toit (°)
1	Bonne	34 m <sup>2</sup>	297°	24°
2	Très bonne	38 m <sup>2</sup>	117°	23°
3	Très bonne	18 m <sup>2</sup>	117°	23°
4	Bonne	16 m <sup>2</sup>	297°	24°
5	Très bonne	21 m <sup>2</sup>	182°	21°
<b>Surface totale</b>		<b>127 m<sup>2</sup></b>		

Source : Tableau de l'auteur provenant de l'Office fédéral de l'énergie OFEN (2018)

Après que nous ayons défini les surfaces pour l'installation photovoltaïque sur les toits de l'association, nous nous sommes aidés de la plateforme « calculateur solaire » mis à disposition par SuisseÉnergie permettant de calculer le prix de l'installation solaire. Le coût total de l'infrastructure se chiffre à CHF 61'150.-, comme il est indiqué dans le tableau 52.

**Tableau 52 : Prix de l'installation photovoltaïque et sa rétribution unique**

Toiture	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Surface des installations [m <sup>2</sup> ]	Puissance [kW]	Prix installation
1 + 4	50 m <sup>2</sup>	47 m <sup>2</sup>	8 kW	CHF 23'480.00
2 + 3	56 m <sup>2</sup>	53 m <sup>2</sup>	9 kW	CHF 25'300.00
5	21 m <sup>2</sup>	18 m <sup>2</sup>	3 kW	CHF 12'370.00
	127 m <sup>2</sup>	118 m <sup>2</sup>	20 kW	<b>CHF 61'150.00</b>

Source : Tableau de l'auteur provenant de SuisseÉnergie (2017)

En plus de l'installation photovoltaïque, une batterie lithium peut être annexée de façon à stocker l'énergie produite, afin de la consommer tout au long de la journée. De manière à pouvoir emmagasiner l'électricité créée, un accumulateur ayant une capacité de stockage d'au moins 10 kWh permettra de stocker la moitié de l'énergie produite. Pour pouvoir accumuler l'ensemble de l'énergie produite par les panneaux solaires, il serait nécessaire de posséder une batterie ayant une capacité de 20 kWh. Le produit retenu est une batterie au lithium de la marque Smartes ayant une capacité de 10 kWh, son prix actuel sur le marché est de CHF 12'999.- TVA incluse (Swiss Green, 2017).

Pour la continuité de cette analyse, nous devons reprendre les consommations annuelles incluant celles des deux chalets et faire la moyenne de celles-ci. Pour effectuer cela, nous récupérons les relevés figurants dans les tableaux se trouvant dans les annexes 17 et 18. La moyenne des consommations électriques de 2015 à 2018 s'élève à 6'273 kWh pour le chalet « Cordée » et de 11'392 kWh pour l'infrastructure « Veijic ». Le total moyen de cet usage

électrique est de 17'665 kWh par année. Comme le démontre les tableaux figurant dans l'annexe 20, la production moyenne des installations photovoltaïques est de 19'185 kWh. La consommation annuelle moyenne de l'association correspond à 92.07 % de la production électrique de cette infrastructure. Pour le solde de l'énergie restante, nous étudierons la possibilité d'un regroupement de consommation propre dans le prochain chapitre 6.2.

Après avoir traité la partie plus technique des panneaux solaires et de ses coûts, nous examinerons les avantages légaux que l'association « La Cordée » peut bénéficier. Sachant que la puissance de l'installation photovoltaïque est de 20 kW, elle rentre dans le cadre de la rétribution unique. Cette contribution d'investissement est destinée aux personnes possédant une installation inférieure à 30 kW. Elle est perçue à hauteur de 30 % au plus du coût d'investissement réalisé après sa mise en fonction, selon l'article 25 al.1 de la Loi sur l'énergie (LEne). À l'aide du calculateur mis à disposition par Pronovo, nous avons pu calculer la rétribution unique que l'association peut percevoir. Celle-ci est évaluée à CHF 9'400.- (Pronovo, 2018). L'opération permettant d'obtenir le montant exact de cette rémunération est la suivante :

$$\begin{aligned} \text{Rétribution unique} &= \text{Contribution de base} + \text{contribution liée à la puissance} = \\ &\text{CHF } 1'400 + (\text{CHF } 400 / \text{kWc} \times 20 \text{ kWc}) = \text{CHF } 9'400.- \end{aligned}$$

Suite à l'étude du potentiel des panneaux solaires, ainsi que les coûts qui leur sont imputés, nous analyserons ci-après la façon dont l'électricité doit être consommée. De manière à pouvoir exécuter en bonne et due forme cet approfondissement, l'établissement d'une moyenne mensuelle de ces dernières années de la production des toits est consultable à l'annexe 20. De plus, nous avons réalisé une consommation mensuelle basée sur les relevés des compteurs fournis par le distributeur d'énergie de la région se trouvant aux annexes 17 et 18. Ces derniers sont bimestriels pour l'infrastructure « Cordée » et annuels pour le chalet « Veijic ». Ensuite, nous avons déterminé la consommation mensuelle pour chaque bâtiment en fonction des moyennes par mois des nuitées demeurant à l'annexe 21.

En analysant le tableau 53 à la suite, nous pouvons déclarer que la production d'électricité mensuelle permettrait de couvrir la consommation électrique de chaque mois du chalet « Cordée », hormis durant le mois de décembre. Lors de cette période l'association devra se fournir en électricité auprès du fournisseur de la région. En y ajoutant l'utilisation d'électricité du chalet « Veijic », nous nous retrouvons avec des mois où la production n'est plus suffisante. Dans ce cas, l'association devra recourir à l'électricité provenant du distributeur Énergies Sion région.

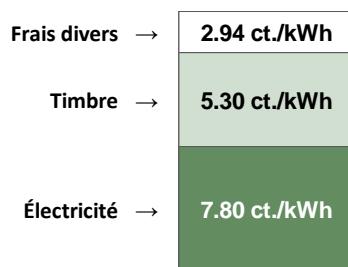
Tableau 53 : Analyse de l'autoconsommation pour l'association "La Cordée"

Production moyenne des panneaux solaires [kWh]	Consommation chalet "Cordée"				Consommation chalet "Veijic"			Consommation des chalets "Cordée" et "Veijic"			
	Relevés bimestriels [kWh]	Nombre de nuitées	Consommation mensuelle [kWh]	Utilisation de l'électricité produite [%]	Relevé annuel [kWh]	Nombre de nuitées	Consommation mensuelle [kWh]	Consommation mensuelle [kWh]	Production mensuelle [kWh]	Déférence de consommation [kWh]	Achat / Vente de l'électricité [CHF]
Janvier	<b>683 kWh</b>	1'244 kWh	219 nuitées	643 kWh	94.1%	85 nuitées	954 kWh	1'597 kWh	683 kWh	-914 kWh	CHF -71.25
Février	<b>1'001 kWh</b>		205 nuitées	602 kWh	60.1%	132 nuitées	1'483 kWh	2'084 kWh	1'001 kWh	-1'083 kWh	CHF -84.50
Mars	<b>1'829 kWh</b>	1'307 kWh	264 nuitées	774 kWh	42.3%	28 nuitées	318 kWh	1'092 kWh	1'829 kWh	737 kWh	CHF 55.28
Avril	<b>2'161 kWh</b>		182 nuitées	533 kWh	24.7%	20 nuitées	219 kWh	753 kWh	2'161 kWh	1'408 kWh	CHF 105.61
Mai	<b>2'529 kWh</b>	450 kWh	75 nuitées	125 kWh	4.9%	62 nuitées	701 kWh	826 kWh	2'529 kWh	1'703 kWh	CHF 127.76
Juin	<b>2'533 kWh</b>		196 nuitées	325 kWh	12.8%	108 nuitées	1'210 kWh	1'534 kWh	2'533 kWh	999 kWh	CHF 74.92
JUILLET	<b>2'376 kWh</b>	1'727 kWh	546 nuitées	1'171 kWh	49.3%	376 nuitées	4'229 kWh	5'400 kWh	2'376 kWh	-3'024 kWh	CHF -235.85
Août	<b>2'115 kWh</b>		259 nuitées	556 kWh	26.3%	85 nuitées	954 kWh	1'509 kWh	2'115 kWh	606 kWh	CHF 45.44
Septembre	<b>1'601 kWh</b>	748 kWh	80 nuitées	220 kWh	13.8%	25 nuitées	284 kWh	504 kWh	1'601 kWh	1'096 kWh	CHF 82.21
Octobre	<b>1'061 kWh</b>		191 nuitées	528 kWh	49.7%	25 nuitées	281 kWh	809 kWh	1'061 kWh	252 kWh	CHF 18.87
Novembre	<b>692 kWh</b>	798 kWh	18 nuitées	113 kWh	16.3%	9 nuitées	96 kWh	208 kWh	692 kWh	484 kWh	CHF 36.28
Décembre	<b>604 kWh</b>		107 nuitées	686 kWh	-13.4%	59 nuitées	664 kWh	1'350 kWh	604 kWh	-745 kWh	CHF -58.13
Gain d'autoconsommation : CHF <b>96.64</b>											
Moyenne des factures de 2015 à 2018 : CHF <b>3'182.64</b>											
Économies de coûts (CHF 69.64 + 3'182.64) : CHF <b>3'279.28</b>											

Source : Données de l'auteur

Suite à l'observation technique faite auparavant pour le tableau 53 ci-dessus, nous analyserons à présent la partie financière de ce système de consommation propre. Comme indiqué précédemment, nous avons des mois de l'année où la production d'énergie ne permet pas de couvrir l'entier des consommations. L'avantage de l'autoconsommation lorsque nous devons soutirer de l'électricité du réseau pour combler le manque, est son tarif attractif. Le prix du kWh consommé qui sera facturé correspond uniquement au coût de l'énergie. Le timbre et les frais divers comprenant la TVA ne seront pas pris en compte dans la facturation (S. Genoud, communication personnelle, 28 janvier 2019). Comme imaginé dans la figure 43, le montant facturé par kWh au propriétaire de panneaux photovoltaïques se chiffre à 7.8 ct./kWh. Ce dernier réalise donc une économie à hauteur de 8.24 ct./kWh.

**Figure 43 : Répartition du tarif de l'électricité**



Source : Figure de l'auteur provenant des tarifs 2019 d'Énergies Sion région

Pour les mois de surconsommation d'électricité, l'association se voit facturée le kWh à 7.8 centimes. Pour les périodes ayant des excédents de production, l'énergie produite est valorisée à hauteur de 7.5 ct./kWh (VESE - Association des producteurs d'énergie indépendants, 2019). Nous réalisons un gain financier pour l'autoconsommation de CHF 96.64 par année, comme nous pouvons observer dans le tableau 53 précédent. En rajoutant ce montant à la valeur moyenne des facturations de 2015 à 2018, nous obtenons CHF 3'279.28 d'économies de coûts. Connaissant le montant de l'investissement à réaliser qui est quantifié à CHF 51'750.- avec la rétribution unique déduite, nous obtenons un délai de récupération de 15 ans, neuf mois et 18 jours.

$$\text{Délai de récupération} = \frac{\text{Investissements}}{\text{Économies de coûts}} = \frac{\text{CHF } 51'750}{\text{CHF } 3'279.28} = 15.8 \text{ ans}$$

Au-delà des panneaux solaires se trouvant sur les toitures, il existe depuis quelques années, la Smartflower, plus communément appelée fleur intelligente. C'est une infrastructure ayant des traits physiques se rapprochant d'un tournesol, comme nous pouvons l'observer à la figure 44. Ses pétales sont composés de panneaux photovoltaïques qui permettent de capter le rayonnement solaire. Ce système possède un rendement beaucoup plus élevé qu'un

panneau solaire ordinaire, jusqu'à 40 %. La raison pour laquelle, elle possède une productivité si élevée vient du fait, qu'elle peut se mouvoir en fonction du positionnement du soleil pendant la journée. Ces mouvements sont effectués grâce à l'intégration d'un GPS (Vauquin, 2017).

**Figure 44 : Système solaire Smartflower**



Source : (Solexis, 2018)

L'avantage de cette installation est son autonomie. Dès que le rayonnement du soleil est présent, cette fleur solaire déploie ses panneaux photovoltaïques. Le soir, quand le soleil est couché, elle rétracte ses pétales, sans l'aide d'une personne. Contrairement aux panneaux solaires se trouvant sur les toits, cette installation possède un système d'auto-nettoyage. Par temps neigeux, cette dernière peut déblayer la neige qui s'est déposée sur les panneaux. C'est grâce à toutes ces fonctions, que la Smartflower peut produire jusqu'à 4'000 kWh d'électricité par année. Le prix avec le montage inclus se chiffre à CHF 20'000.-, comme indiqué dans l'article paru dans le journal quotidien Le Nouvelliste (Vauquin, 2017). La mise en place d'une telle installation serait intéressante pour l'association, sachant qu'elle possède des surfaces disponibles devant les chalets.

## 6.2. ANALYSE D'UN REGROUPEMENT DE CONSOMMATION PROPRE

En plus de la rétribution unique que nous avons traitée auparavant et dont l'association peut percevoir en réalisant un investissement pour l'installation de panneaux solaires, il existe un autre avantage financier dont elle peut bénéficier. Celui-ci s'appelle le regroupement dans le cadre de la consommation propre. Cela signifie qu'un propriétaire d'une installation photovoltaïque peut consommer directement son énergie produite. De plus, il a également la possibilité de revendre sa production d'électricité à son voisinage. Le détenteur de l'installation peut dans ce cas effectuer un contrat de bail avec les consommateurs finaux souhaitant consommer son électricité produite, comme indiqué dans l'article 17 de la Loi sur l'énergie (LEne). Les consommateurs finaux pouvant jouir de cette énergie produite doivent avoir leur

terrain attenant à celui où l'électricité est produite et ne pas être séparé par une route, selon l'article 14 al. 2 de l'Ordonnance sur l'énergie (OENE).

Cette possibilité de pouvoir revendre directement son électricité produite à des consommateurs finaux de son voisinage est un atout financier. Le prix actuel de rachat par le distributeur d'énergie de la région est actuellement de 7.5 ct./kWh (VESE - Association des producteurs d'énergie indépendants, 2019). En réalisant donc un regroupement de consommation propre, il est possible de proposer un tarif aux consommateurs finaux qui est en dessous de celui facturé par Énergies Sion région et au-dessus de leur prix de rachat de l'énergie produite. Cette solution est donc avantageuse pour le propriétaire de l'installation photovoltaïque, ainsi que pour le consommateur d'électricité.

**Tableau 54 : Tarif du kWh vendu aux consommateurs finaux dans le cadre d'un RCP avec une batterie**

Puissance du toit [kW]	20 kW		
Coût de l'installation	CHF	74'149.00	
Rétribution unique	CHF	9'400.00	
Production en moyenne (2015 à 2018) [kWh]		19'185 kWh	
Consommation en moyenne (2015 à 2018) [kWh]		17'665 kWh	
Coûts du capital par année	CHF	64'749 * 5.12% = CHF	3'315.15
+ Coûts d'exploitation	19'185 kWh * 0.03 ct./kWh = CHF	575.55	
/. Revenues de l'électricité vendue	17'665 kWh * 0.075 ct./kWh = CHF	1'324.88	
<b>Coûts totaux par année</b>		<b>CHF 2'565.82</b>	
Prix du kWh vendu aux consommateurs finaux du RCP	2'565.82 / 17'665 kWh =	<b>14.52 ct./kWh</b>	

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

a) (SuisseÉnergie, 2018)

b) (VESE - Association des producteurs d'énergie indépendants, 2019)

c) (Swissolar, 2018)

Dans le tableau 54 ci-dessus, nous sommes dans un cas où le producteur vend directement son électricité à des consommateurs finaux ayant leur terrain attenant à son installation et dont celle-ci est munie d'une batterie. Nous pouvons y observer la répartition de la production d'énergie provenant des panneaux solaires, ainsi que ses coûts liés à l'usage. Ces derniers ont été calculés à l'aide du document mis à disposition en ligne par SuisseÉnergie (SuisseÉnergie, 2018). Le coût du capital par année, qui est de CHF 3'315.15, correspond à l'annuité de l'installation, au taux de 5.12 %. L'amortissement est calculé sur 25 ans. À cela, nous ajoutons les frais liés à l'exploitation de l'installation qui sont calculés sur une base de 0.03 centimes par kWh produit durant l'année, qui se chiffre à CHF 575.55. Pour terminer, nous soustrayons la consommation personnelle annuelle s'élevant à CHF 1'324.88.

Nous constatons alors que les coûts annuels s'élèvent à CHF 2'565.82. Afin que ces derniers soient totalement couverts par les consommateurs finaux, le tarif à fixer est de 14.52 centimes par kWh. Ce prix du kWh se trouve bien au-dessus de celui que le distributeur Énergies Sion région propose à 7.5 ct./kWh (VESE - Association des producteurs d'énergie indépendants, 2019) et bien en-dessous du tarif facturé à sa clientèle à 16.04 ct./kWh (Énergies Sion région, 2018). Comme nous pouvons le constater, le regroupement de consommation propre est un bon compromis que ce soit pour les propriétaires d'installations photovoltaïques ou pour les consommateurs finaux.

Nous avons effectué dans le tableau 55, ci-dessous, la même analyse que dans le tableau 54 précédent, à un détail près nous n'avons pas retenu la batterie permettant de stocker l'énergie produite. Comme nous pouvons le constater, le tarif du kWh vendu aux consommateurs finaux du RCP est de 10.76 centimes par kWh. En comparant avec le prix du kWh obtenu dans l'analyse comprenant l'accumulateur, nous réalisons une économie de 3.76 ct./kWh.

**Tableau 55 : Tarif du kWh vendu aux consommateurs finaux dans le cadre d'un RCP sans batterie**

Puissance du toit [kW]	20 kW		
Coût de l'installation	CHF	61'150.00	
Rétribution unique	CHF	9'400.00	
Production en moyenne (2015 à 2018) [kWh]	19'185 kWh		
Consommation en moyenne (2015 à 2018) [kWh]	17'665 kWh		
Coûts du capital par année	CHF 64'749 * 5.12%	= CHF	2'649.60
+ Coûts d'exploitation	19'185 kWh * 0.03 ct./kWh	= CHF	575.55
./. Revenues de l'électricité vendue	17'665 kWh * 0.075 ct./kWh	= CHF	1'324.88
<b>Coûts totaux par année</b>	<b>CHF 1'900.28</b>		
Prix du kWh vendu aux consommateurs finaux du RCP	1'900.28 / 17'665 kWh	=	<b>10.76 ct./kWh</b>

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

- a) (SuisseEnergie, 2018)
- b) (VESE - Association des producteurs d'énergie indépendants, 2019)
- c) (Swissolar, 2018)

## 7. RECOMMANDATIONS

La réduction de l'impact énergétique des bâtiments collectifs de l'association « La Cordée » doit être procédée en plusieurs paliers. Chaque étape possède un rôle fondamental afin d'améliorer et réduire les consommations des diverses énergies présentes dans les chalets.

La première transition à réaliser se rapporte au domaine de l'électricité. Notre choix se porte sur l'investissement de panneaux solaires qui seraient installés sur la toiture du chalet « Cordée ». Comme nous l'avons analysé auparavant dans le chapitre 6.1, cette solution demeure la plus efficace pour l'association. Pour cet investissement, l'achat d'un accumulateur dans le but de stocker l'énergie produite ne sera pas d'une grande utilité pour l'association. Nous le déconseillons car il engendrera un coût d'investissement élevé. Puis les locations des chalets n'étant pas régulières pendant l'année, cela occasionnera un gaspillage d'électricité stockée inutilement. Afin d'éviter cette perte d'énergie, l'injection du surplus de production dans le réseau est le plus conseillé et le plus rentable comme nous l'avons démontré dans le tableau 53 au chapitre 6.1. D'ailleurs, si la production n'est pas suffisante, l'association pourra soutirer l'électricité directement sur le réseau. L'avantage de la consommation propre réside également dans le tarif facturé par Énergies Sion région pour l'utilisation de l'énergie tirée du réseau, qui ne comprend pas le timbre, ainsi que divers frais. Grâce à cet investissement, la société alpine diminuera ses coûts et pourra même réaliser des gains du fait de la surproduction d'électricité. En outre, l'installation photovoltaïque pourra être amortie grâce aux gains d'économies réalisés en consommant sa propre énergie et en revendant le surplus de production. Pour terminer avec ce choix, nous mettons la lumière sur le fait que les propriétaires de panneaux photovoltaïques perçoivent une rétribution unique, dans le but de diminuer l'investissement réalisé.

**Recommandation 1 : nous suggérons à l'association l'installation de panneaux photovoltaïques afin de produire de l'électricité. Cette démarche permettra ainsi de réaliser la transition énergétique en direction des énergies renouvelables.**

**Recommandation 2 : les chalets n'étant pas toujours loués, nous proposons à l'association de réaliser une réinjection de l'énergie produite. L'électricité réinjectée dans le réseau sera rémunérée par Énergies Sion région. En réalisant cette démarche, le délai de recouvrement de l'investissement sera de 15 ans, neuf mois et 18 jours, comme calculé au chapitre 6.1.**

Concernant le deuxième changement à exécuter, il a lieu au niveau du local technique du chalet « Cordée » avec le remplacement de la chaudière à mazout. Notre choix pour la substitution de cette ancienne installation se porte sur la chaudière à pellets, qui a été étudiée

au chapitre 5.2.3. Cette orientation s'apparente parfaitement à la loi « Stratégie énergétique 2050 », souhaitant réduire les émissions à effet de serre. Notre préférence pour ce système provient du fait qu'en chauffant l'eau pour alimenter les chauffages et la tuyauterie de l'eau chaude sanitaire, l'émission de CO<sub>2</sub> sera moins importante que celle provenant des autres installations. Les granules de bois qui sont le combustible utilisé pour ce type de chaudière sont meilleur marché que les autres énergies présentes sur le marché actuel. Comme indiqué dans le chapitre 5.2.3, le prix en décembre 2018 était de 7.56 centimes le kWh, alors que celui du mazout se chiffrait selon ProPellets à 9.42 centimes par kWh (ProPellets.ch, 2018). Le stockage de ce combustible pourra s'effectuer dans le même local où la citerne à mazout est située. De plus, nous recommandons à l'association de réaliser une liaison avec le chalet « Veijic », afin qu'il soit fourni en chaleur par cette chaudière. Actuellement, l'eau chaude et le chauffage de ce bâtiment sont produits par le biais de l'électricité. La consommation électrique est importante et de plus l'électricité possède un coût plus élevé que celui du pellet, se chiffrant à 16.04 centimes par kWh (Énergies Sion région, 2018).

**Recommandation 3 : nous conseillons vivement le remplacement de la chaudière à mazout actuelle par une chaudière à pellets. Ce changement sera plus écologique que le fuel, car le combustible utilisé provient des déchets de bois. Un tel investissement a un délai de récupération de 22 ans, 10 mois et 24 jours, comme analysé au chapitre 5.2.3.**

**Recommandation 4 : suite à la mise en place de la chaudière à pellets, nous suggérons de créer une liaison entre les deux bâtiments. Cette démarche permettra ainsi d'acheminer la chaleur d'un chalet à l'autre. Sachant qu'actuellement « Veijic » est chauffé au moyen de l'électricité.**

Désormais nous abordons la troisième amélioration à effectuer. Grâce à l'analyse réalisée en rapport avec l'enveloppe des bâtiments dans le chapitre 5.1.1, nous avons pu déterminer la source des déperditions thermiques. Selon nous, l'association devrait apporter des améliorations au niveau de l'isolation interne de la toiture. L'idéal serait de privilégier la pose de laine minérale d'une épaisseur de 10 centimètres, afin de réduire les pertes de chaleur. En effectuant cette rénovation, une réduction de la production du chauffage se chiffrera en moyenne à 590.74 kWh par année pour le chalet « Cordée » et de 550.77 kWh pour « Veijic » (tableaux 25 et 26). D'ailleurs, la pose de panneaux solaires sur une grande partie de la toiture du bâtiment « Cordée » pourra également jouer le rôle d'isolant indirect de la toiture.

**Recommandation 5 : de manière à pouvoir éviter la surconsommation de chauffage, nous suscitions l'attention de l'association à effectuer une nouvelle isolation des toitures des anciens chalets. La réalisation de cet investissement permettra ainsi de diminuer les déperditions thermiques.**

Nous allons à présent aborder l'avant dernier changement à réaliser. Suite aux résultats obtenus dans le chapitre 5.5 en relation avec l'éclairage, nous misons sur un investissement ciblant principalement le chalet « Cordée ». Ce dernier possède d'innombrables installations lumineuses ayant toutes des caractéristiques différentes. Dans le but d'harmoniser les équipements, nous suggérons l'utilisation des produits qui ont été optés dans le chapitre 5.5. L'ensemble des néons existants possédant une puissance de 40 watts seraient remplacés par des tubes LED de la marque Osram de 15.1 watts. Quant à l'éclairage présent dans la quasi-totalité du chalet et possédant une puissance de 77 watts, nous priorisons son remplacement par des ampoules LED provenant de chez Osram et ayant 10.5 watts. L'avantage de ces deux produits vient de leur basse consommation en énergie, qui engendrera une baisse de l'électricité utilisée. Comme nous le démontrons dans le tableau 48 présent au chapitre 5.5, la réduction se chiffre en moyenne à 275.6 kWh par année.

**Recommandation 6 : nous incitons l'association à procéder à une harmonisation de l'éclairage pour l'ensemble des chalets. Nous conseillons des ampoules LED et des néons LED, ayant une puissance de 10.5 W pour le premier et 15.1 W pour le second. En réalisant cet investissement, nous obtenons un délai de recouvrement de 9 ans, deux mois et 12 jours, comme indiqué au chapitre 5.5.**

Pour conclure ce chapitre consacré aux transitions, nous évoquerons dans ce paragraphe la dernière altération à mettre en exécution. Celle-ci concerne l'eau chaude sanitaire. Sachant qu'aucun compteur d'eau n'existe dans l'ensemble des chalets, nous avons tout de même proposé des améliorations en vue de réduire les consommations d'eau. Afin d'atteindre l'objectif cité précédemment, nous favorisons l'investissement inhérent aux chasses d'eau. Ce changement influera directement un geste que chaque personne effectue à plusieurs reprises dans son quotidien. Nous favorisons le remplacement des anciens réservoirs d'eau de neuf litres par des installations plus récentes ayant une capacité de six litres et possédant deux modes d'utilisation. Le premier bouton déversera une quantité de trois litres, tandis que le deuxième écoulera les six litres contenus dans le réservoir. Cet investissement permettra une réduction radicale de l'utilisation d'eau provenant de la chasse d'eau. Comme nous le démontrons dans le tableau 43 du chapitre 5.4, l'économie se chiffre à 62'640 litres en moyenne par année.

**Recommandation 7 : nous estimons qu'il est important de réaliser un changement au niveau des réservoirs d'eau. Malgré le fait que l'eau ne soit pas facturée, nous devons éviter un gaspillage inutile de cette ressource naturelle. En investissant dans les chasses d'eau présentées au chapitre 5.4 page 74, nous pourrons tout de même économiser jusqu'à 62'640 litres par année comme indiqué dans le tableau 43.**

La réalisation de tous ces changements implique un budget important afin de financer l'ensemble de ces travaux. Nous suggérons à l'association de réaliser un investissement chaque année de manière à répartir les coûts sur plusieurs années. L'ordre de réalisation des travaux correspond à celui des recommandations faites dans ce chapitre. Tout d'abord, nous commencerions avec la pose de panneaux photovoltaïques. Ensuite, viendra le remplacement de la chaudière à mazout par la chaudière à pellet. S'en suit le changement d'isolation de la toiture et nous terminerons avec l'harmonisation de l'éclairage et du remplacement des chasses d'eau.

## CONCLUSION

La réalisation de cet audit a permis de nous rendre compte des consommations d'énergie provenant des différentes installations existantes au sein des chalets de l'association. Puis, nous avons analysé de multiples améliorations dans le but de réduire l'impact énergétique des bâtiments dans l'optique de prendre part à la transition énergétique s'opérant en Suisse. En réalisant cette démarche visant à diminuer les consommations ainsi que les coûts y relatifs, nous nous sommes aperçus qu'il existe de nombreux leviers d'action.

L'installation de panneaux photovoltaïques demeure l'investissement majeur que nous privilégions. Celui-ci peut avoir un coût certes conséquent pour l'association, mais c'est une solution durable pour les années à venir. À court terme, elle permettra déjà la réalisation d'économies en revendant l'électricité produite et en consommant une énergie meilleure marché. À long terme, l'association aura couvert la totalité du financement de l'installation et engendrera du profit.

La chaudière actuelle n'étant plus très récente et produisant des rejets de CO<sub>2</sub> conséquents, elle demeure le deuxième investissement à réaliser. La préférence se portera sur une chaudière à pellets, malgré son prix élevé comme indiqué dans le chapitre 5.2.3. Toutefois, cette installation produira de la chaleur de façon éco-responsable, le combustible de cette dernière étant des granules de bois provenant d'un compactage des déchets de bois récupérés.

Afin d'optimiser au mieux l'utilisation de ces deux premiers investissements, l'association pourra également apporter des modifications au niveau de la toiture, de l'éclairage ainsi que de la partie sanitaire des chalets. Le changement de l'isolation permettra de diminuer la déperdition thermique. Cela engendrera un impact direct sur la chaudière à pellets qui verra sa production de chaleur diminuer.

L'éclairage quant à lui nécessitera une demande en électricité moins élevée qu'auparavant avec l'apport des nouvelles ampoules. Cette alternative aura un effet d'ordre financier positif. L'association aura pour sa part des coûts en diminution pouvant être totalement couverts par la production d'électricité revendue et obtenir un profit.

En dépit du fait de l'inexistence de compteur d'eau et que celle-ci n'est pas facturée, l'association pourra toutefois effectuer une transformation au niveau sanitaire juste par acquis de conscience environnementale.

Pour conclure, nous présumons que la pose de panneaux solaires pourrait être un effet déclencheur au niveau du voisinage. Cette démarche pourrait inciter les propriétaires se trouvant aux alentours d'effectuer le pas vers les énergies renouvelables. En analysant les toits des chalets de l'association « La Cordée », nous nous sommes aperçus que la plupart des bâtiments situés à Évolène possédaient de très bonnes aptitudes de production. C'est pourquoi nous estimons qu'il serait intéressant de réaliser par la suite une étude en rapport avec le potentiel solaire du village d'Évolène.

## LIMITES DU TRAVAIL

Nous souhaitons signaler que lors de cette étude, quelques limites ont été rencontrées au niveau de sa réalisation. Avec toute notre détermination de pouvoir réaliser un audit énergétique le plus abouti possible, notre manque d'expérience dans le milieu de l'énergie nous a limité à certaines reprises. Malgré cela, l'association pourra déjà se faire un premier avis et par la suite approfondir l'étude à l'aide de professionnels évoluant dans le milieu énergétique.

Concernant la partie hydraulique des chalets, nous nous sommes trouvés limités en ce qui concerne la quantité d'eau consommée. Ces bâtiments sont démunis de compteurs d'eau, ce qui ne nous permet donc pas de connaître précisément l'utilisation de ces derniers. Nous nous sommes donc basés sur des approximations suite à des discussions avec certains membres de l'association.

Au sujet de l'électricité, nous nous sommes retrouvés dans la même situation que pour la consommation d'eau, à nouveau en raison de l'absence de compteurs. Les durées d'utilisation ont également été estimées sur les conversations que nous avons eues avec les adhérents de l'association, de manière à pouvoir réaliser l'audit.

Pour terminer, nous signalons aussi que pour l'étude de la pose des panneaux solaires, nous avons été limités dans son analyse. Les membres de l'association m'ont informé de leur souhait qu'aucune installation photovoltaïque ne devait être installée sur les toitures des anciens chalets. Ce choix a eu pour conséquence de restreindre la surface exploitable et de diminuer par la suite le potentiel de production d'électricité.

## RÉFÉRENCES

- Administration fédérale des contributions. (2018, Février 27). *Taux de TVA à partir du 01.01.2018.* Consulté le Janvier 10, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.estv.admin.ch/estv/fr/home/mehrwertsteuer/fachinformationen/steuersaetze/steuersaetze-bis-2017.html>
- Beleuchtungdirekt. (2019, Janvier 5). *Ampoules LED.* Consulté le Janvier 20, 2019, sur Beleuchtungdirekt: <https://www.beleuchtungdirekt.ch/fr/osram-parathom-classic-e27-a-10-5w-depolie-substitut-75w>
- Beleuchtungdirekt. (2019, Janvier 5). *Ampoules LED - Tube LED.* Consulté le Janvier 20, 2019, sur Beleuchtungdirekt: <https://www.beleuchtungdirekt.ch/fr/osram-substitube-advanced-uo-em-15-1w-830-120cm-blanc-chaud-starter-led-incl-substitut-36w>
- Bosch. (2015, Novembre 5). *Données techniques.* Consulté le Janvier 16, 2019, sur Nettoshop: <https://www.nettoshop.ch/fr/M%C3%A9nage-grands-appareils/Cuire-faire-bouillir-et-cuire-%C3%A0-la-vapeur-au-grill/Fours-et-cuisini%C3%A8res/Cuisini%C3%A8re-encastre-norme-EU-60cm/Bosch-HEA20B221C-Cuisini%C3%A8re-Blanc/p/IP039664>
- Bosch. (2015, Novembre 16). *Données techniques.* Consulté le Janvier 2019, 2019, sur Bosch: <https://www.bosch-home.com/ch/fr/listedesproduits/NCM615L01C#/Tabs=section-technicalspecs/Togglebox=-1140590910/Togglebox=-531132298/Togglebox=-673094877/Togglebox=-712409974/Togglebox=1108526454/Togglebox=-562572489/>
- Bosch. (2015, Janvier 20). *Notice d'utilisation - fiche annexe.* Consulté le Janvier 15, 2019, sur Bosch: [https://media3.bosch-home.com/Documents/9000976540\\_B.pdf](https://media3.bosch-home.com/Documents/9000976540_B.pdf)
- Callegari, S. (2014, Août 20). *Camps d'alpinisme et d'escalade.* Consulté le Décembre 27, 2018, sur La Cordée: <https://www.cordee.ch/index.php?p=13>
- Canton du Valais. (2017, Janvier 1). *Programmes de promotion / Aides financières.* Consulté le Janvier 25, 2019, sur Canton du Valais: <https://www.vs.ch/web/sefh/-/m-03-chauffage-a-bois-automatique-puissance-calorifique-p-70-kw>
- Canton du Valais. (2018, Décembre 12). *Programmes de promotion / Aides financières.* Consulté le Janvier 24, 2019, sur Canton du Valais: <https://www.vs.ch/web/sefh/-/m-06-pompe-a-chaleur-sol-eau-eau-eau->

Commisions romandes de mathématique, de physique et de chimie. (2012). *Formulaires et tables (Mathématiques, Physique, Chimie)*. Locle: Éditions G d'Encre.

Commisions romandes de mathématique, de physique et de chimie. (2012). *Formulaires et tables (Mathématiques, Physique, Chimie)*. Locle: Éditions G d'Encre.

Commune d'Évolène. (2006, Novembre 10). *Taxes communales*. Consulté le Janvier 8, 2019, sur Commune d'Évolène: <https://www.commune-evolene.ch/data/documents/administration/finances/taxes-communales/2.3.3RglementTaxeseauutable.pdf>

Commune d'Évolène. (2006, Novembre 11). *Taxes communales*. Consulté le Janvier 8, 2019, sur Commune d'Évolène: <https://www.commune-evolene.ch/data/documents/administration/finances/taxes-communales/2.3.3RglementTaxeseauxuses.pdf>

Commune d'Evolène. (2018, Janvier 1). *Géographie*. Consulté le Décembre 27, 2018, sur Commune d'Evolène: <https://www.commune-evolene.ch/fr/geographie-32.html>

DETEC. (2018, Janvier 18). Stratégie énergétique 2050 : Chronologie. Berne. Consulté le Décembre 18, 2018, sur Confédération Suisse: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_886070722.pdf&endung=Strat%E9gie%20%E9nerg%E9tique%202050%3A%20Chronologie](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_886070722.pdf&endung=Strat%E9gie%20%E9nerg%E9tique%202050%3A%20Chronologie)

Energie+. (2016, Février 2). *Choix du mécanisme de vidange des WC*. Consulté le Janvier 17, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11298&L=0#c1726+c1729>

Energie+. (2016, Février 12). *Déplacer les périodes d'utilisation*. Consulté le Janvier 23, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11470#c5497+c5498>

Énergie+. (2016). *Facteur conversion ou PCI du combustible*. Consulté le Février 7, 2019, sur Énergie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10128&L=0#c2676+c2678+c2677>

Energie+. (2016, Janvier 1). *Glossaire*. Consulté le Décembre 18, 2018, sur Glossaire: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15293#c20929>

Energie+. (2016, Février 5). *La robinetterie - l'aérateur*. Consulté le Janvier 17, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11307#c4912>

Energie+. (2016, Février 7). *La robinetterie - le mitigeur mécanique de douche.* Consulté le Janvier 18, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11307&L=0#c4910+c4914+c4915>

Energie+. (2016, Mai 25). *Le bilan thermique.* Consulté le Février 7, 2019, sur Energie+: [https://www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04\\_technique/02\\_facade/08\\_calculs/IsolationThermiqueK.xls](https://www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04_technique/02_facade/08_calculs/IsolationThermiqueK.xls)

Energie+. (2016, Février 3). *Le bilan thermique - outils généraux.* Consulté le Janvier 20, 2019, sur Energie+: [https://www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04\\_technique/02\\_facade/08\\_calculs/IsolationThermiqueK.xls](https://www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04_technique/02_facade/08_calculs/IsolationThermiqueK.xls)

Energie+. (2016, Février 10). *Le chauffage électrique à accumulation.* Consulté le Janvier 18, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10967&L=0#c7354>

Energie+. (2016, Février 10). *Le chauffage électrique direct.* Consulté le Janvier 18, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10968#c4512>

Energie+. (2016, Février 15). *Le récapitulatif des caractéristiques des vitrages.* Consulté le Janvier 21, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10396&L=0#c2234+c2235>

Energie+. (2016, Février 10). *Le tableau de bord, consommation de combustibles.* Consulté le Janvier 19, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10128#PCI+c2678+c2677>

Energie+. (2016, Février 12). *Les valeurs de coefficients de transmission thermique (U) de parois types.* Consulté le Janvier 21, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15347>

Energie+. (2016, Février 12). *Pompe à chaleur (PAC) "air-eau".* Consulté le Janvier 24, 2019, sur Energie+: <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/pac-air-eau>

Energie+. (2016, Février 11). *Principe des Degrés-Jours.* Consulté le Janvier 18, 2019, sur Energie+: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15567&L=0#c9705>

Energie-bois Suisse. (2014, Novembre 1). *Chauffage aux pellets - Combustible puissant.* Consulté le Janvier 25, 2019, sur Energie-bois Suisse: [https://www.energie-bois.ch/uploads/ttx\\_products/datasheet/322\\_granulesCombustPuissant\\_F.pdf](https://www.energie-bois.ch/uploads/ttx_products/datasheet/322_granulesCombustPuissant_F.pdf)

Energie-environnement. (2016, Février 12). *Géothermie et pompe à chaleur (PAC) "sol-eau".* Consulté le Janvier 24, 2019, sur Energie-environnement: <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/geothermie-et-pac-sol-eau>

Energie-environnement. (2018, Avril 20). *Capteurs solaires thermiques pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.* Consulté le Janvier 25, 2019, sur Energie-environnement: <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/capteurs-solaires-pour-le-chauffage-et-l-eau-chaude>

Energie-environnement. (2018, Janvier 20). *Le chauffage au Mazout.* Consulté le Janvier 24, 2019, sur Energie-environnement: <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/chauffage-au-mazout>

Energie-environnement.ch. (2016, Mai 10). *Valeur U.* Consulté le Janvier 21, 2019, sur Energie-environnement.ch: <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/conception-du-batiment/isolation/228>

Énergies Sion région. (2018, Mai 14). *Tarifs 2018.* Consulté le Janvier 3, 2019, sur Énergies Sion région: [https://www.esr.ch/media/esr/document/0/esr\\_tarifs\\_2018.pdf](https://www.esr.ch/media/esr/document/0/esr_tarifs_2018.pdf)

Énergies Sion région. (2018, Décembre 21). *Tarifs 2019.* Consulté le Janvier 3, 2019, sur Énergies Sion région: <https://www.esr.ch/media/esr/document/0/tarifs-esr-2019.pdf>

Gastro-Held. (2019, Janvier 10). *Réfrigérateur E-Line 650.* Consulté le Janvier 23, 2019, sur Gastro-Held: [https://fr.gastro-held.ch/R%C3%A9frig%C3%A9ateur-E-Line-650?gclid=Cj0KCQiAvqDiBRDAARIIsADWh5Tf5gOpaHiBota\\_H8MRo9vaEmpe3qA0u1GAFb1Ud4BngkTHo8ZahXI0aAkOEEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://fr.gastro-held.ch/R%C3%A9frig%C3%A9ateur-E-Line-650?gclid=Cj0KCQiAvqDiBRDAARIIsADWh5Tf5gOpaHiBota_H8MRo9vaEmpe3qA0u1GAFb1Ud4BngkTHo8ZahXI0aAkOEEALw_wcB&gclsrc=aw.ds)

GICO - Giandi impianti cucine. (2010, Juin 1). *Cuisinières électriques.* Consulté le Janvier 4, 2019, sur GICO - Giandi impianti cucine: [http://www.gico.it/force\\_download.php?filename=CE9N050FE-GICO-FR.pdf&pdf=0](http://www.gico.it/force_download.php?filename=CE9N050FE-GICO-FR.pdf&pdf=0)

Google Maps. (2018, Janvier 1). *Google Maps.* Consulté le Décembre 27, 2018, sur Google: <https://www.google.com/maps/place/Chemin+du+Vejjic,+1983+Evol%C3%A8ne/@46>

.1145764,7.4960224,172m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x478f289dd30287c7:0xaff10  
e11c1d22b0b!8m2!3d46.1149093!4d7.496092!5m1!1e4

Google Maps. (2018, Janvier 1). *Google Maps*. Consulté le Décembre 27, 2018, sur Google: [https://www.google.com/maps/place/Evol%C3%A8ne/@46.0850229,7.3543983,11.16z/data=!4m13!1m7!3m6!1s0x478f289d3afc420b:0xadcd64abb3a11d3a!2zRXZvbMOObmU!3b1!8m2!3d46.11363!4d7.49613](https://www.google.com/maps/place/Evol%C3%A8ne/@46.0850229,7.3543983,11.16z/data=!4m13!1m7!3m6!1s0x478f289d3afc420b:0xadcd64abb3a11d3a!2zRXZvbMOObmU!3b1!8m2!3d46.11363!4d7.49613!3m4!1s0x478f289d3afc420b:0xadcd64abb3a11d3a!8m2!3d46.11363!4d7.49613)

Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur - GSP. (2018, Octobre). *Pompes à chaleur et électricité*. Consulté le Février 5, 2019, sur Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur - GSP: <https://www.fws.ch/fr/la-pac/pompes-a-chaleur-et-electricite/>

Hornbach. (2018, Décembre 12). *Accessoires pour douches*. Consulté le Janvier 17, 2019, sur Hornbach: <https://www.hornbach.ch/shop/Economiseur-deau-PCW-02-jaune-pour-pommeau-de-douche/8654830/article.html>

Hornbach. (2019, Janvier 8). *Pièces de recharge pour robinets*. Consulté le Janvier 17, 2019, sur Hornbach: <https://www.hornbach.ch/shop/Economiseur-deau-BUBBLE-STREAM/6029461/article.html>

Hornbach. (2019, Janvier 7). *Réservoir de chasse d'eau recharge pour WC Basic blanc*. Consulté le Janvier 17, 2019, sur Hornbach: <https://www.hornbach.ch/shop/Reservoir-de-chasse-deau-recharge-pour-WC-Basic-blanc/5733492/article.html>

Hornbach. (2019, Janvier 10). *Robinetteries de douches*. Consulté le Janvier 18, 2019, sur Hornbach: <https://www.hornbach.ch/shop/Robinetterie-de-douche-Ems-chromee/8551238/article.html>

La Banque mondiale. (2016, Janvier 1). *Production d'électricité à partir de sources de charbon (% du total)*. Consulté le Décembre 20, 2018, sur La Banque mondiale - données: <https://donnees.banquemondiale.org/indicator/EG.ELC.COAL.ZS?locations=DE>

La Banque mondiale. (2016, Janvier 1). *Production d'électricité à partir des sources en pétrole, gaz et charbon (% du total)*. Consulté le Décembre 20, 2018, sur La Banque mondiale - données: <https://donnees.banquemondiale.org/indicator/EG.ELC.FOSL.ZS?locations=DE>

La Cordée. (2018, Octobre 1). *Camp poudreuse*. Consulté le Décembre 27, 2018, sur La Cordée: <https://www.cordee.ch/index.php?p=15>

La Cordée. (2018, Octobre 1). *Camps d'alpinisme et d'escalade*. Consulté le Décembre 27, 2018, sur La Cordée: <https://www.cordee.ch/index.php?p=13>

La Cordée. (2018, Octobre 1). *Présentation*. Consulté le Décembre 27, 2018, sur La Cordée: <https://www.cordee.ch/index.php?p=12>

Lauer, H. (2018, Novembre 30). *Historique de la sortie du nucléaire*. Consulté le Décembre 20, 2018, sur Allemagnes Energies: <https://allemande-energies.com/sortie-du-nucleaire/>

Le Conseil fédéral - Le portail du Gouvernement suisse. (2019, Janvier 1). *Loi fédérale régissant la taxe sur la valeur ajoutée*. Consulté le Janvier 10, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20081110/201901010000/641.20.pdf>

Leimgruber, J., & Prochinig, U. (2015). *La comptabilité comme instrument de gestion*. Le Mont-sur-Lausanne: LEP Loisirs et Pédagogie SA. Consulté le Janvier 2, 2019

Meier Tobler. (2018, Août). *Pompes à chaleur sol-eau Oertli SI-GEO*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur Meier Tobler: <https://meiertobler.epaper.ch/b4010/catalog/data/b4010/b401021/pdf/chapter9.pdf>

Migrol. (2019, Janvier 24). *Calculateur de prix du mazout*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur Migrol: <https://www.mazout-migrol.ch/?uid=e31ee866-3368-4599-968c-93e48e805c99&s=1>

Niagara. (2017, Mai 5). *Niagara 62*. Consulté le Janvier 14, 2019, sur MFK.co.id - Foodservice Equipment & Supplies: <http://mfk.co.id/wp-content/uploads/2017/05/Niagara-62.pdf>

OFEN. (2008, Février 21). Plan d'action pour l'efficacité énergétique. Berne, Berne, Suisse. Consulté le Décembre 18, 2018, sur <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/11200.pdf>

OFEN. (2018, Janvier 18). *Autres mesures*. Consulté le Décembre 21, 2018, sur Confédération suisse: <http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050/06447/06459/index.html?lang=fr>

OFEN. (2018, Juin 25). *Développement des réseaux - Stratégie Réseaux électriques*. Consulté le Décembre 21, 2018, sur Confédération suisse: <http://www.bfe.admin.ch/netzentwicklung/index.html?lang=fr>

OFEN. (2018, Septembre 3). *Mesures visant à accroître l'efficacité énergétique*. Consulté le Décembre 21, 2018, sur Confédération suisse: <http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050/06447/06457/index.html?lang=fr>

OFEN. (2018, Janvier 18). *Mesures visant à développer les énergies renouvelables*. Consulté le Décembre 21, 2018, sur Confédération suisse: <http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050/06447/06456/index.html?lang=fr>

OFEN. (2018, Avril 20). Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse 2017. Berne, Berne, Suisse. Consulté le Décembre 18, 2018, sur [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_600179806.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_600179806.pdf)

OFEN. (2018, Janvier 18). *Qu'est-ce que la Stratégie énergétique 2050 ?* Consulté le Décembre 18, 2018, sur Confédération suisse: <http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050/06445/index.html?lang=fr>

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2016, Février 4). *Fiche d'information : lampes à LED*. Consulté le Janvier 15, 2019, sur Suisse énergie: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_93973519.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_93973519.pdf)

Office fédéral de la météorologie et de climatologie MétéoSuisse. (2019, Janvier 2). *Cartes mensuelles et annuelles*. Consulté le Janvier 8, 2019, sur Confédération suisse: [https://www.meteosuisse.admin.ch/product/output/climate-data/monthly-annual-maps-processing/rad/mean/2018/rad\\_mean\\_2018\\_yy.pdf](https://www.meteosuisse.admin.ch/product/output/climate-data/monthly-annual-maps-processing/rad/mean/2018/rad_mean_2018_yy.pdf)

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2017, Avril 1). *Économisez grâce aux pommeaux efficaces*. Consulté le Janvier 17, 2019, sur Confédération suisse: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_255838630.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_255838630.pdf)

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2018, Septembre 13). *Cartes affichées - Infobox*. Consulté le Janvier 11, 2019, sur Confédération suisse: <https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=energie&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&catalogNodes=2419,2420,2427,2480,2429,2431,2434,2436,2767,2441,3206&layers=ch.bfe.solarenergie-eignung-daecher&zoom=12&E=2604470.49&N=1106995.94>

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2018, Mars 1). *Combien d'électricité ou de chaleur est-il possible de produire sur mon toit ?* Consulté le Janvier 11, 2019, sur Confédération suisse: <http://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/?lang=fr>

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2018, Mars 2). *Combien d'électricité ou de chaleur est-il possible de produire sur mon toit ?* Consulté le Janvier 11, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/index.html?featureId=9436980&lang=fr>

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2018, Mars 2). *Combien d'électricité ou de chaleur est-il possible de produire sur mon toit ?* Consulté le Janvier 12, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/index.html?featureId=9436970&lang=fr>

Office fédéral de l'environnement OFEV. (2015, Décembre 23). *Energie du bois.* Consulté le Janvier 24, 2019, sur Office fédéral de l'environnement OFEV: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/forets/info-specialistes/etat-et-fonctions-des-forets/production-de-bois/energie-du-bois.html>

Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse. (2019, Janvier 7). *Valeurs mesurées - Ensoleillement.* Consulté le Janvier 8, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.meteosuisse.admin.ch/home/valeurs-mesurees.html?param=messnetz-automatisch&station=EVO>

Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse. (2019, Janvier 7). *Valeurs mesurées - Ensoleillement.* Consulté le Janvier 8, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.meteosuisse.admin.ch/home/valeurs-mesurees.html?param=messnetz-automatisch&station=EVO>

Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse. (2019, Janvier 7). *Valeurs mesurées - Rayonnement global.* Consulté le Janvier 8, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.meteosuisse.admin.ch/home/valeurs-mesurees.html?param=messnetz-automatisch&station=EVO>

Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse. (2019, Janvier 8). *Valeurs mesurées - Température.* Consulté le Janvier 9, 2019, sur Confédération suisse: <https://www.meteosuisse.admin.ch/home/valeurs-mesurees.html?param=messnetz-automatisch&station=EVO>

Pfiffner, S. (2015, Février 15). *Photos*. Consulté le Décembre 27, 2018, sur La Cordée: <https://www.cordee.ch/visionneuse.php?gid=8>

Pronovo. (2018, Avril). *Rétribution Unique (RU)*. Consulté le Janvier 28, 2019, sur Pronovo: <https://pronovo.ch/fr/financement/systeme-de-retribution-de-linjection-sri/retribution/>

ProPellets.ch. (2016, Mars 10). *Comparaison du coût des chaudières à pellets*. Consulté le Janvier 25, 2019, sur ProPellets.ch: <https://www.propellets.ch/fr/chauffer-aux-pellets/comparaison-des-solutions-de-chauffage.html>

ProPellets.ch. (2018, Décembre 1). *Evolution du prix des pellets*. Consulté le Janvier 25, 2019, sur ProPellets.ch: <https://www.propellets.ch/fr/chauffer-aux-pellets/faits-et-chiffres/prix-des-pellets.html>

Radio Télévision Suisse. (2018, Décembre 2018). *Le courant consommé la nuit est chargé en CO2 de charbon allemand*. Consulté le Décembre 20, 2018, sur Radio Télévision Suisse: <https://www.rts.ch/info/economie/10049951-le-courant-consomme-la-nuit-est-charge-en-co2-de-charbon-allemand.html>

Radio Télévision Suisse. (2019, Janvier 18). *Les jeunes se sont mobilisés pour le climat un peu partout en Suisse*. Consulté le Février 5, 2019, sur Radio Télévision Suisse: <https://www.rts.ch/info/suisse/10148834-les-jeunes-se-sont-mobilises-pour-le-climat-un-peu-partout-en-suisse.html>

Sanigroup. (2019, Janvier 10). *WarmwasserSpeicher VS 400 EU, elektrisch*. Consulté le Janvier 23, 2019, sur Sanigroup: [http://www.sanigroup.ch/epages/SanigroupShop.sf/de\\_CH/?ObjectPath=/Shops/SanigroupShop/Products/SANI-25697](http://www.sanigroup.ch/epages/SanigroupShop.sf/de_CH/?ObjectPath=/Shops/SanigroupShop/Products/SANI-25697)

Service de l'environnement du canton du Valais. (2018, Janvier 10). *Assainissement des eaux*. Consulté le Janvier 18, 2019, sur Canton du Valais: <https://www.vs.ch/web/sen/eaux-assainissements>

Solexis. (2018, Novembre). *Smartflower POP – le premier système solaire All-in-One dans le monde !* Récupéré sur Solexis: <https://www.solexis.ch/produits/smartflower/>

Suisse Énergie. (2015, Décembre 1). *Détermination de la puissance du générateur de chaleur*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur Suisse Énergie: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_590438713.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_590438713.pdf)

SuisseÉnergie. (2014, Novembre 26). *Chauffer*. Consulté le Février 6, 2019, sur SuisseÉnergie: <https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/chauffer>

SuisseÉnergie. (2017, Octobre). *Calculateur solaire*. Consulté le Janvier 27, 2019, sur SuisseÉnergie: [https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/calculateur-solaire/?SYSTEM=1&TECHNOLOGIE=1&POSTLEITZAHL=1983&X=107040&Y=604465&ADRESSE=Chemin%20du%20V%C3%A9hicule%20&NEIGUNG=23&AUSRICHTUNG=-63&BEDARF\\_WARMWASSER=7224&FLAECHE=54](https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/calculateur-solaire/?SYSTEM=1&TECHNOLOGIE=1&POSTLEITZAHL=1983&X=107040&Y=604465&ADRESSE=Chemin%20du%20V%C3%A9hicule%20&NEIGUNG=23&AUSRICHTUNG=-63&BEDARF_WARMWASSER=7224&FLAECHE=54)

SuisseÉnergie. (2018, Avril 5). *Guide pratique de la consommation propre*. Consulté le Janvier 27, 2019, sur SuisseÉnergie: [https://www.swissolar.ch/fileadmin/user\\_upload/Swissolar/Top\\_Themen/181026\\_Leitfaden-Eigenverbrauch\\_1.3.fr.pdf](https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Swissolar/Top_Themen/181026_Leitfaden-Eigenverbrauch_1.3.fr.pdf)

Swiss Green. (2017, Février 20). *Systèmes de stockage local*. Consulté le Janvier 27, 2019, sur Swiss Green: <https://www.swiss-green.ch/fr/sytemes-de-stockage-local/39287255-smartes-100-t.html>

Swissolar. (2018, Janvier 11). *Regroupement dans le cadre de la consommation*. Consulté le Janvier 27, 2019, sur Swissolar: [https://www.swissolar.ch/fileadmin/user\\_upload/newsletter/NL\\_18\\_01/180111\\_ZEV-in-Kuerze-pt\\_FR-vFinal.pdf](https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/newsletter/NL_18_01/180111_ZEV-in-Kuerze-pt_FR-vFinal.pdf)

Systectherm. (2018, Novembre 20). *Le programme des appareils de chauffage électriques*. Consulté le Janvier 20, 2019, sur Systectherm: <http://www.systectherm.ch/medias/fr/electrothermie/08%20Accumulateurs/Prospectus%20accumulateurs.pdf>

Val d'Hérens. (2018, Septembre 1). *Val d'Hérens*. Consulté le Décembre 28, 2018, sur Ski alpin - Bienvenue dans l'Espace-Dent-Blanche: <https://www.valdherens.ch/fr/espace-dent-blanc-evolene-region.htm>

Vauquin, D. (2017, Septembre 26). Nouveau: cultiver une Smartflower dans votre jardin ça vous branche? Le Nouvelliste. Récupéré sur <https://www.lenouvelliste.ch/articles/valais/valais-central/l-esr-inaugure-un-tournesol-photovoltaïque-revolutionnaire-702729>

VESE - Association des producteurs d'énergie indépendants. (2019, Janvier 1). *Les tarifs de rétribution pour l'énergie solaire injectée*. Consulté le Janvier 27, 2019, sur VESE -

Association des producteurs d'énergie indépendants:  
<http://www.vese.ch/fr/pvtarif/#SearchTitle>

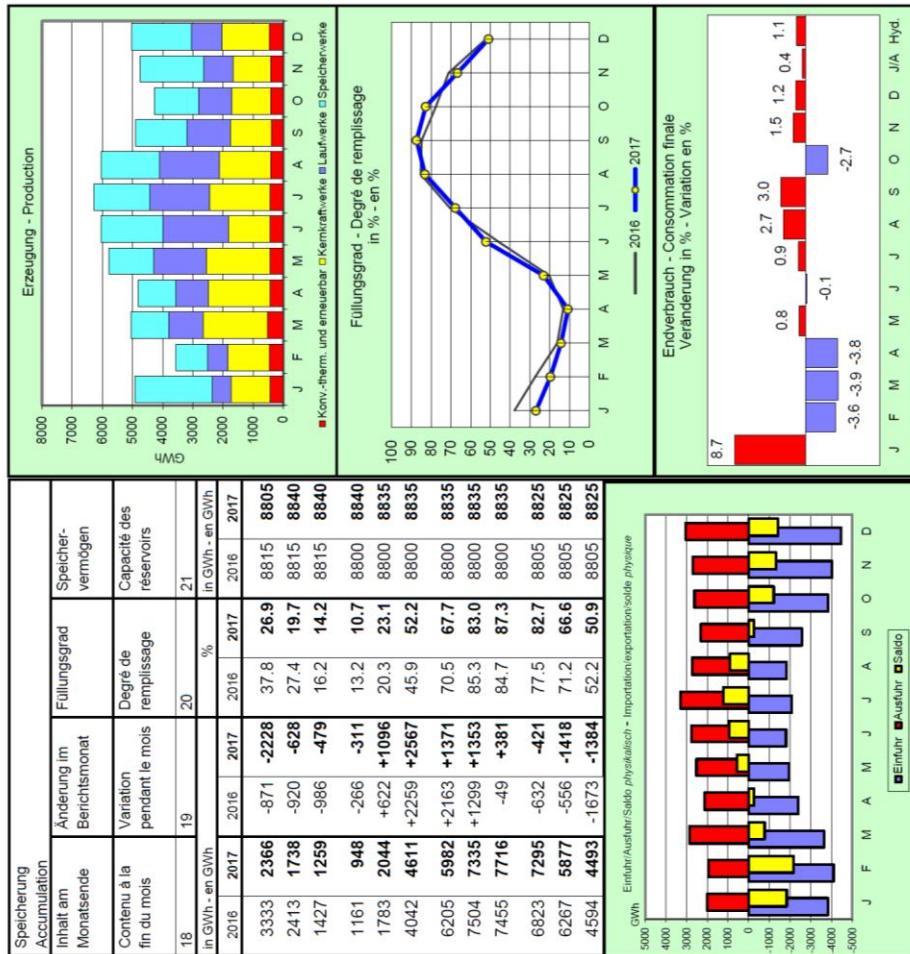
## ANNEXES

## **Annexe 1 : Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse**

## GESAMTER VERBRAUCH - CONSOUMMATION TOTALE

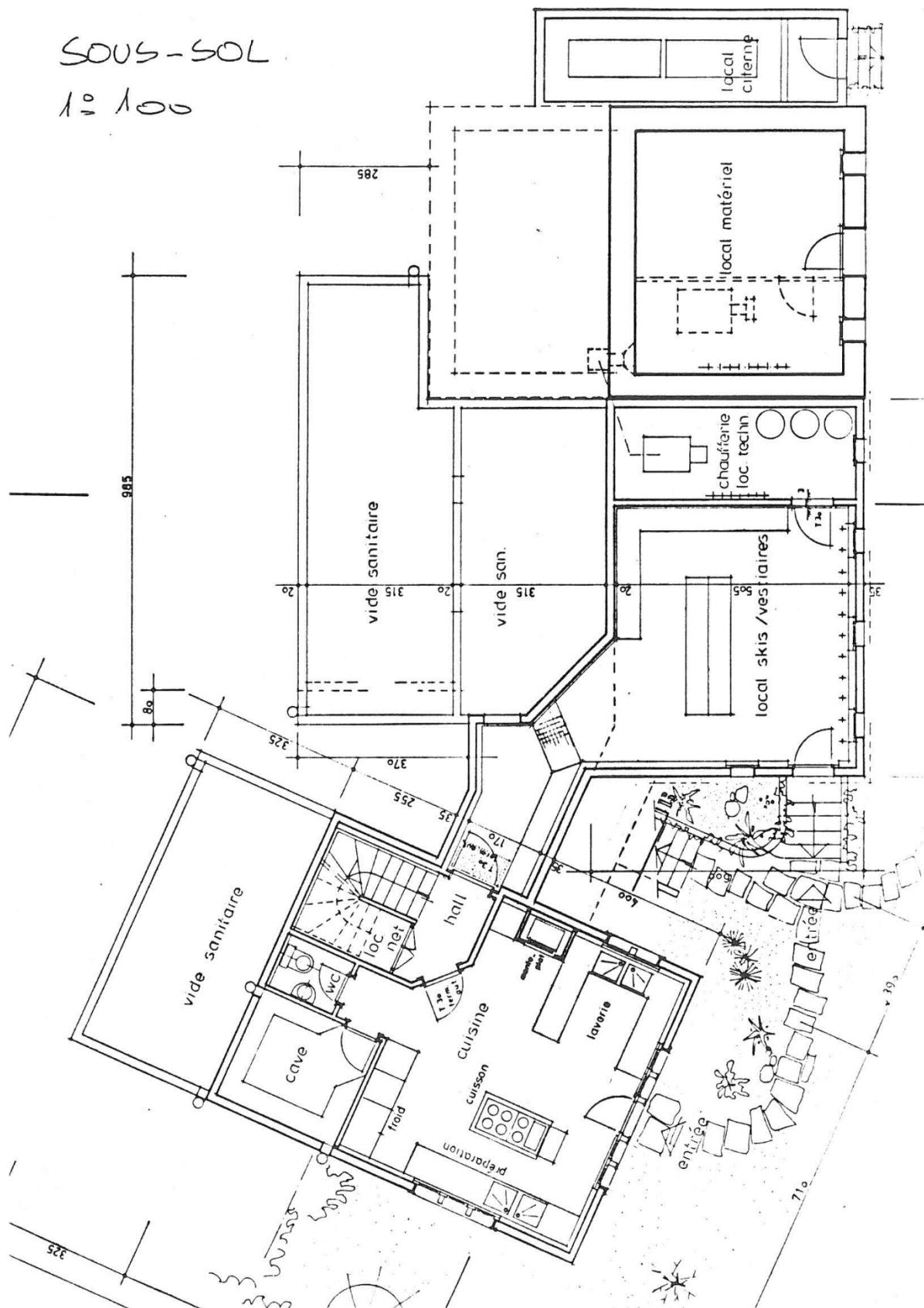
	Landesverbrauch	Veränderung	Verluste	Endverbrauch				Speicherung	Speicher-vermögen
				Total	Veränderung	Consummation finale	Consummation finale		
<b>2017</b>									
Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Bundesamt für Energie BE Office fédéral de l'énergie OFEN	Consommation du pays 13=8+12	Variation % in GWh - en GWh	Pertes % in GWh - en GWh	14	15	16=13+15	17		
	2016	2017		2016	2017				
JANUAR	6035	<b>6560</b>	<b>+8.7</b>	380	<b>413</b>	5655	<b>6147</b>	<b>+8.7</b>	
FEBRUAR	5678	<b>5474</b>	<b>-3.6</b>	400	<b>386</b>	5278	<b>5088</b>	<b>-3.6</b>	
MÄRZ	5753	<b>5529</b>	<b>-3.9</b>	397	<b>382</b>	5356	<b>5147</b>	<b>-3.9</b>	
APRIL	5023	<b>4832</b>	<b>-3.8</b>	380	<b>366</b>	4643	<b>4466</b>	<b>-3.8</b>	
MÄI	4817	<b>4856</b>	<b>+0.8</b>	345	<b>348</b>	4472	<b>4508</b>	<b>+0.8</b>	
JUNI	4613	<b>4608</b>	<b>-0.1</b>	309	<b>309</b>	4304	<b>4299</b>	<b>-0.1</b>	
JULI	4534	<b>4575</b>	<b>+0.9</b>	339	<b>342</b>	4195	<b>4233</b>	<b>+0.9</b>	
AUGUST	4567	<b>4690</b>	<b>+2.7</b>	337	<b>346</b>	4230	<b>4344</b>	<b>+2.7</b>	
SEPTEMBER	4655	<b>4795</b>	<b>+3.0</b>	325	<b>335</b>	4330	<b>4460</b>	<b>+3.0</b>	
OCTOBER	5256	<b>5114</b>	<b>-2.7</b>	382	<b>372</b>	4874	<b>4742</b>	<b>-2.7</b>	
NOVEMBER	5640	<b>5725</b>	<b>+1.5</b>	379	<b>385</b>	5261	<b>5340</b>	<b>+1.5</b>	
DEZEMBER	6046	<b>6119</b>	<b>+1.2</b>	405	<b>410</b>	5641	<b>5709</b>	<b>+1.2</b>	
1. QUARTAL 1er TRIM.	17466	<b>17563</b>	<b>+0.6</b>	1177	<b>1181</b>	16289	<b>16382</b>	<b>+0.6</b>	
2. QUARTAL 2e TRIM.	14453	<b>14296</b>	<b>-1.1</b>	1034	<b>1023</b>	13419	<b>13273</b>	<b>-1.1</b>	
3. QUARTAL 3e TRIM.	13756	<b>14060</b>	<b>+2.2</b>	1001	<b>1023</b>	12755	<b>13037</b>	<b>+2.2</b>	
4. QUARTAL 4e TRIM.	16942	<b>16958</b>	<b>+0.1</b>	1166	<b>1167</b>	15776	<b>15791</b>	<b>+0.1</b>	
KAL-JAHR ANNEE CIVILE	62617	<b>62877</b>	<b>+0.4</b>	4378	<b>4394</b>	58239	<b>58483</b>	<b>+0.4</b>	
	2015/16	2016/17		2015/16	2016/17	2015/16	2016/17		
WINTER HIVER	33951	<b>34505</b>	<b>+1.6</b>	2312	<b>2347</b>	31639	<b>32158</b>	<b>+1.6</b>	
SOMMER ETÉ	28209	<b>28356</b>	<b>+0.5</b>	2035	<b>2046</b>	26174	<b>26310</b>	<b>+0.5</b>	
HYD-JAHR ANNEE HYD.	62160	<b>62861</b>	<b>+1.1</b>	4347	<b>4393</b>	57813	<b>58468</b>	<b>+1.1</b>	

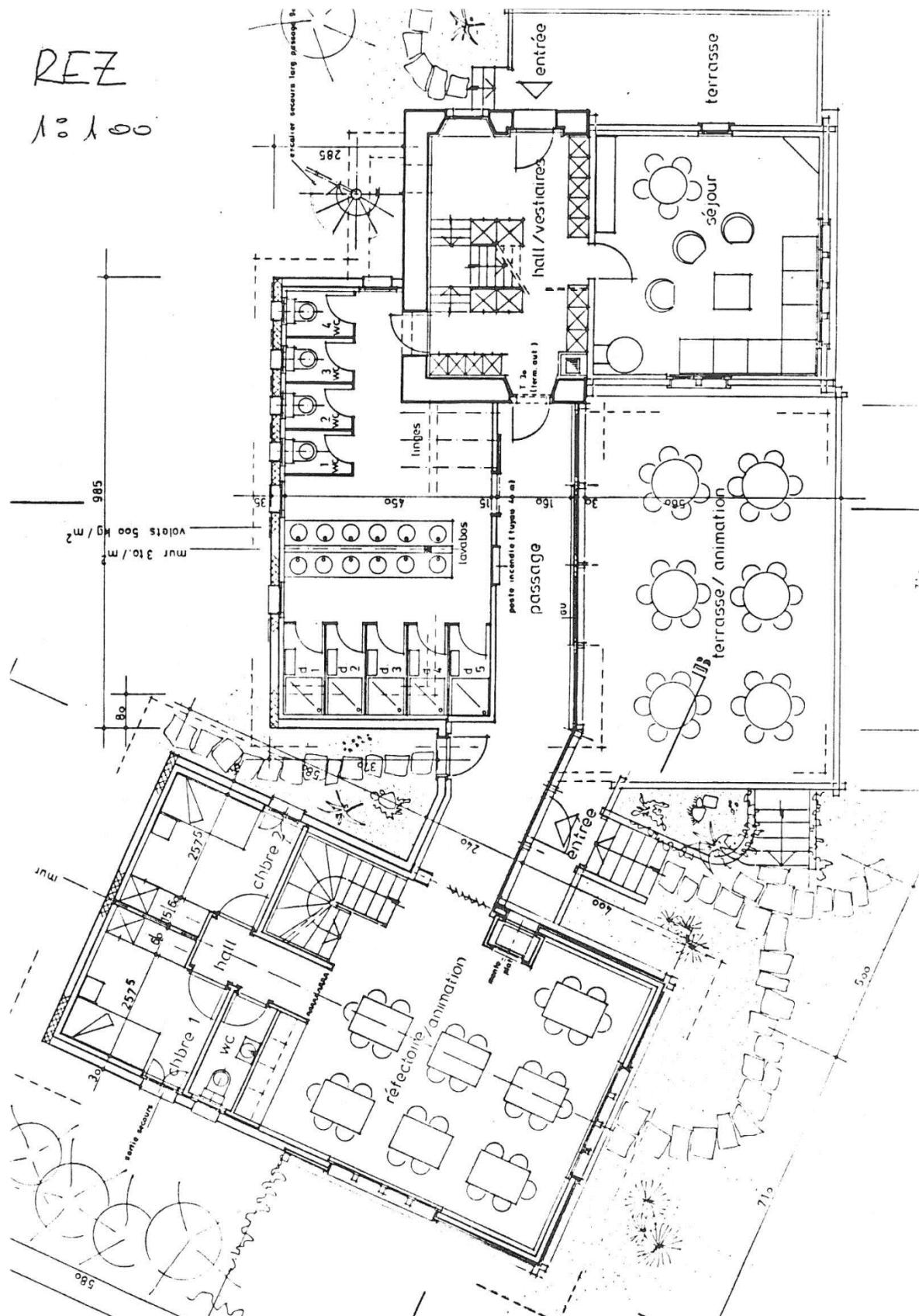
## SPEICHERUNG - ACCUMULATION



Source : (OFEN, 2018)

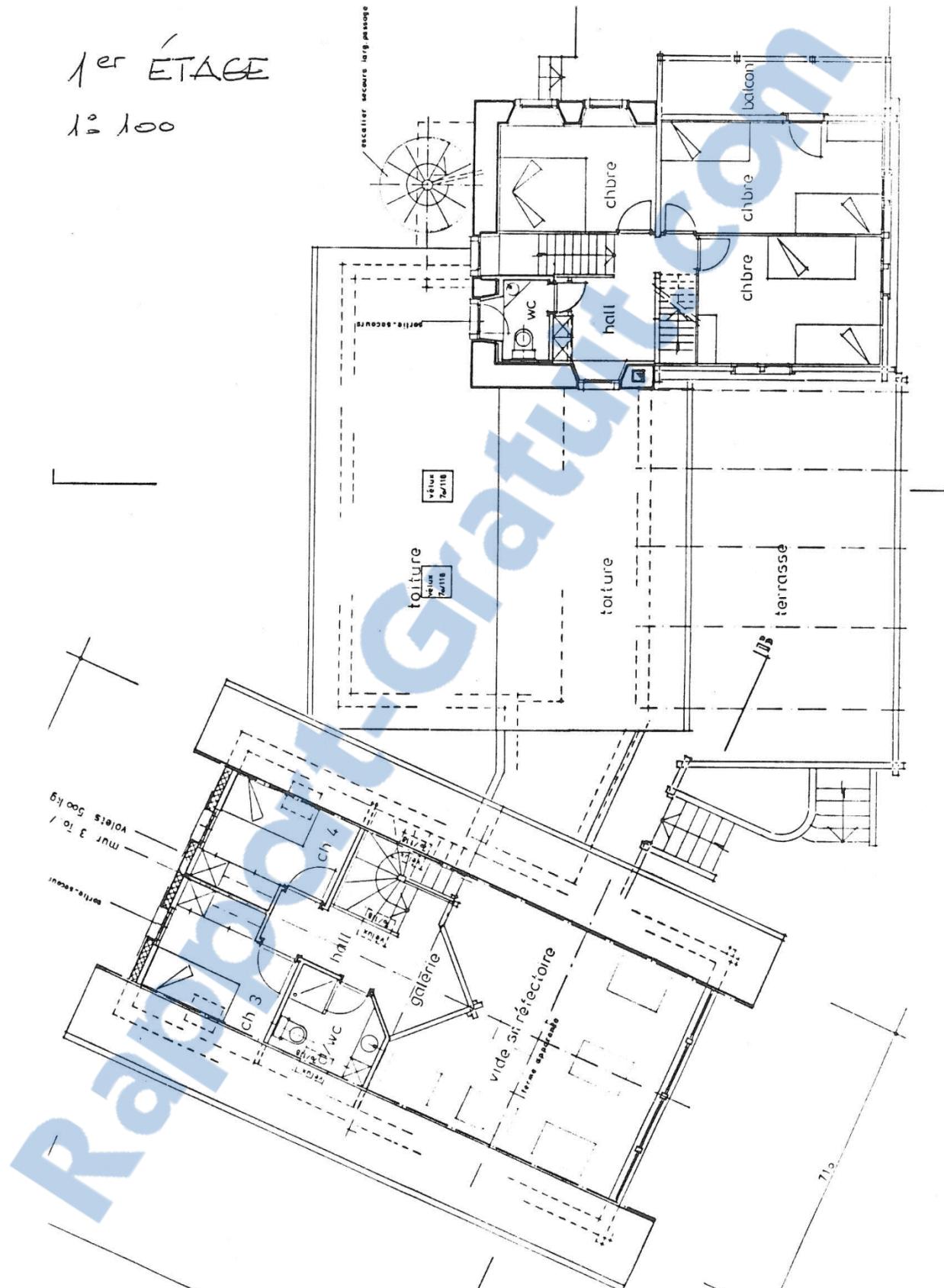
Annexe 2 : Plans du chalet "Cordée"



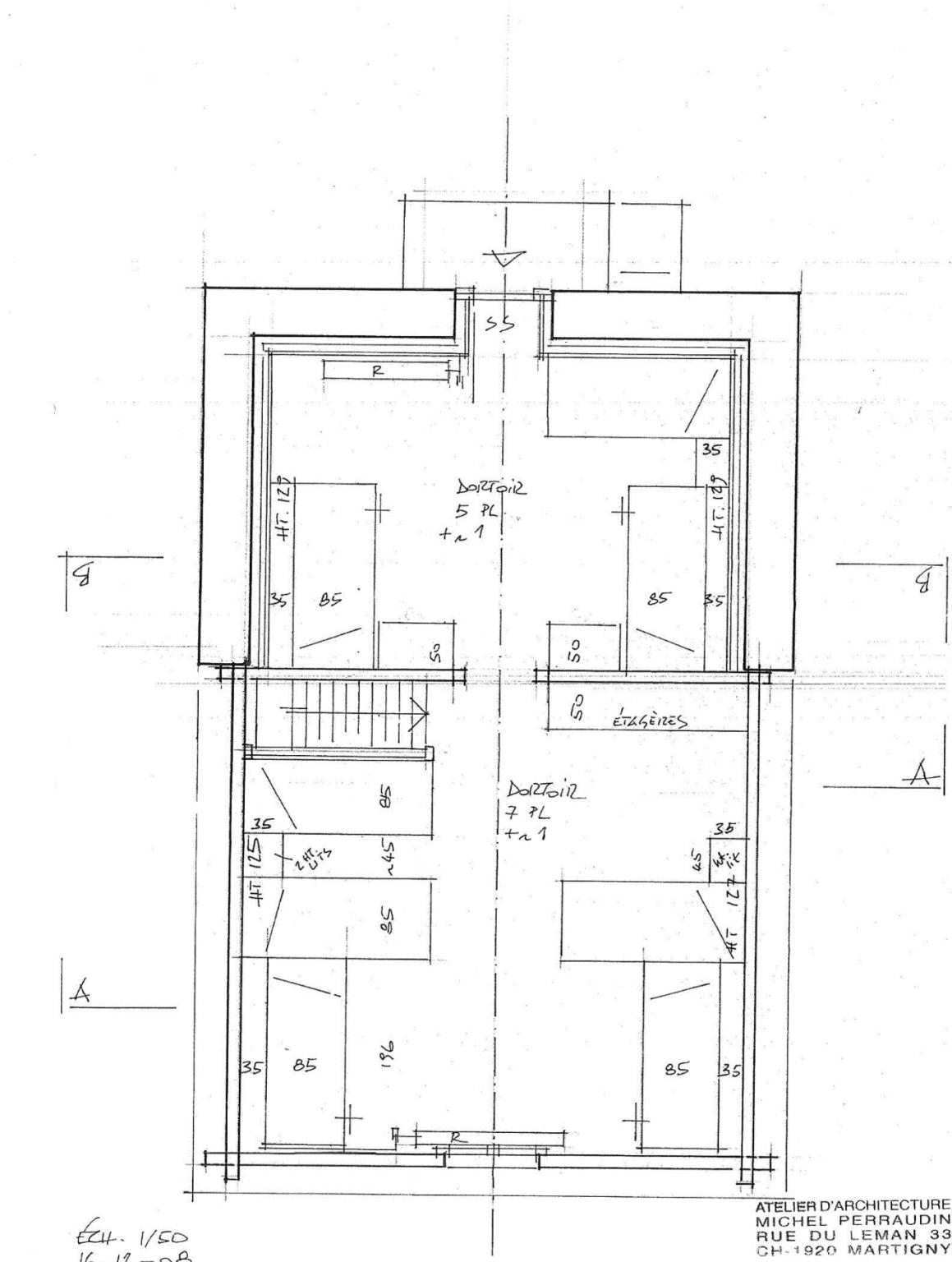


## 1<sup>er</sup> ÉTAGE

12 100



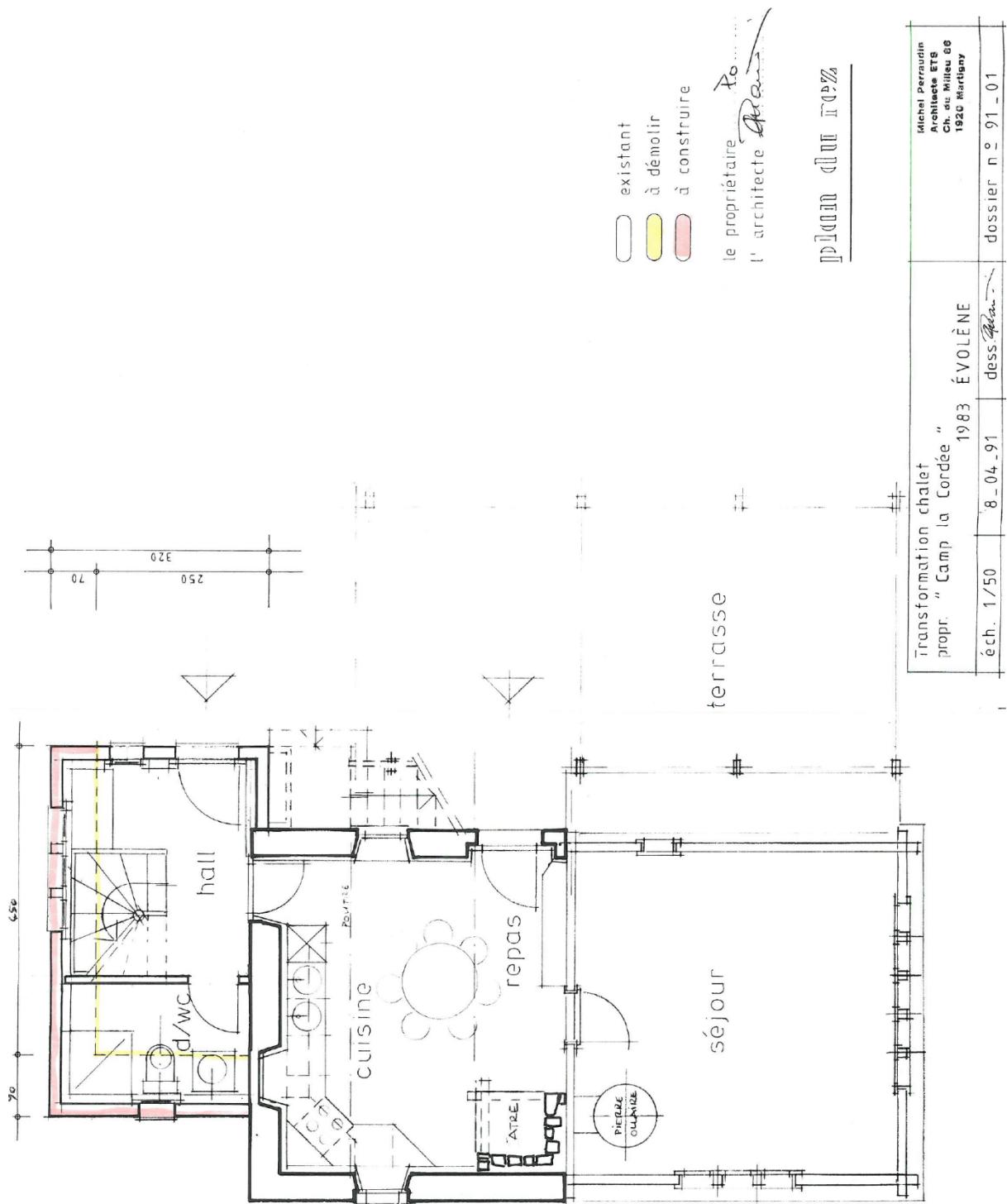
# "LA CORDEE" ESOLENE COMBLES GRD CHALET ANGEN

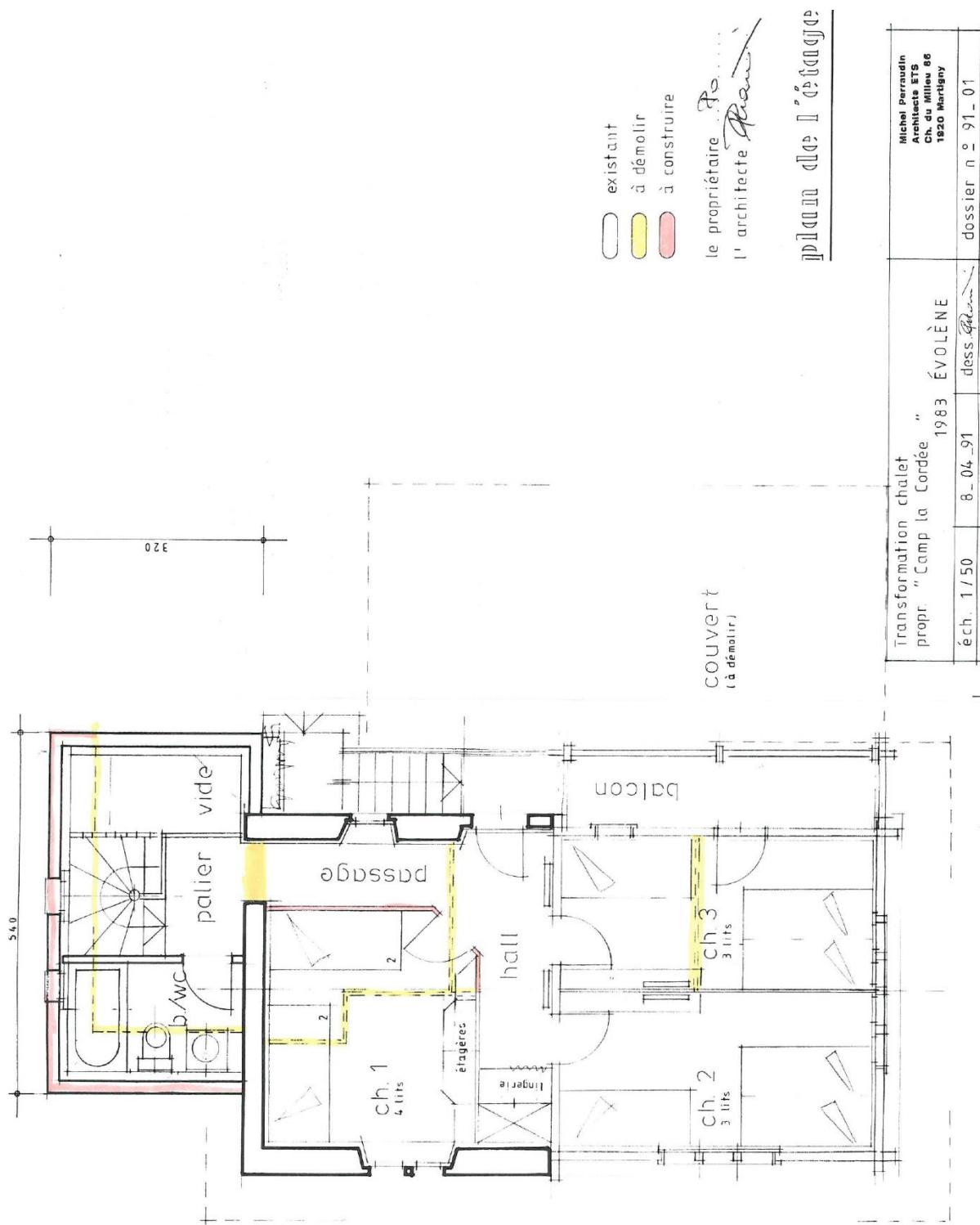


Source : Nathalie Perrenoud, membre de l'association « La Cordée », 20 décembre 2018

ATELIER D'ARCHITECTURE  
MICHEL PERRAUDIN  
RUE DU LEMAN 33  
CH-1920 MARTIGNY

Annexe 3 : Plans du chalet "Veijic"





Source : Nathalie Perrenoud, membre de l'association « La Cordée », 20 décembre 2018

**Annexe 4 : Taxes annuelles de l'eau potable - commune d'Évolène**



Commune d'Evolène  
1983 Evolène  
Tél. 027 283 13 00  
Fax 027 283 31 01

1

Evolène, septembre 2006

**TAXES ANNUELLES  
D'UTILISATION DE L'EAU POTABLE**

**1. Forfait minimum**

Pour tout utilisateur dont la valeur cadastrale de l'objet concerné est inférieure à Fr. 50'000.-.

**Fr. 140.-**

**2. Propriétaire privé (chalet, villa, appartement, studio)**

Pour tout objet dont la valeur cadastrale est supérieure à Fr. 50'000.-.

**Taxe de base Fr. 140.-  
0,2% de la valeur cadastrale**

**3. Restaurant, hôtel, pension, buvette, tea-room**

**Taxe de base Fr. 200.-  
0,7% du chiffre d'affaires reconnu fiscalement**

**4. Colonie**

**Taxe de base Fr. 50.-  
Fr. 0,10 par nuitée adulte ou enfant**

**5. Magasin, bureau, commerce**

**Taxe forfaitaire Fr. 60.-**

**6. Grande surface**

**Taxe forfaitaire Fr. 100.-**

**7. Pressing**

**Taxe forfaitaire Fr. 120.-**

**8. Atelier, garage, usine**

**Taxe forfaitaire Fr. 100.-**

**9. Camping**

**Fr. 0,10 par nuitée adulte  
Fr. 0,05 par nuitée enfant**

**10. Station de lavage**

**Taxe forfaitaire Fr. 200.-**

**11. Ecurie et ferme**

**Taxe forfaitaire Fr. 140.-**

*La TVA sera calculée en sus des montants mentionnés ci-dessus.*

Approuvé par le Conseil communal le 07.09.2006

Approuvé par l'Assemblée primaire le 10.11.2006

ADMINISTRATION COMMUNALE  
D'EVOLENE

LE PRESIDENT

LE SECRETAIRE

**Source : (Commune d'Évolène, 2006)**

**Annexe 5 : Taxes annuelles des eaux usées - commune d'Évolène**



Commune d'Evolène  
1983 Evolène

Tél. 027 283 13 00  
Fax 027 283 31 01

1

Evolène, septembre 2006

**TAXES ANNUELLES**  
**D'EVACUATION DES EAUX USEES**

**1. Forfait minimum**

Pour tout utilisateur dont la valeur cadastrale de l'objet concerné est inférieure à Fr. 50'000.-.

**Fr. 200.-**

**2. Propriétaire privé (chalet, villa, appartement, studio)**

Pour tout objet dont la valeur cadastrale est supérieure à Fr. 50'000.-.

**Taxe de base Fr. 200.-  
0,4‰ de la valeur cadastrale**

**3. Restaurant, hôtel, pension, buvette, tea-room**

**Taxe de base Fr. 300.-  
0,4‰ du chiffre d'affaires reconnu fiscalement**

**4. Colonie**

**Taxe de base Fr. 50.-  
Fr. 0,10 par nuitée adulte ou enfant**

**5. Magasin, bureau, commerce**

**Taxe forfaitaire Fr. 160.-**

**6. Grande surface**

**Taxe forfaitaire Fr. 200.-**

7. Pressing

**Taxe forfaitaire Fr. 120.-**

8. Atelier, garage, usine

**Taxe forfaitaire Fr. 120.-**

9. Camping

**Fr. 0,10 par nuitée adulte  
Fr. 0,05 par nuitée enfant**

10. Station de lavage

**Taxe forfaitaire Fr. 120.-**

*La TVA sera calculée en sus des montants mentionnés ci-dessus.*

Approuvé par le Conseil communal le 07.09.2006

Approuvé par l'Assemblée primaire le 10.11.2006

ADMINISTRATION COMMUNALE  
d'EVOLENE

LE PRESIDENT

LE SECRETAIRE

**Source : (Commune d'Évolène, 2006)**

**Annexe 6 : Article 25 de la loi sur la TVA**

L sur la TVA

**641.20**

- a. les impôts sur les billets d'entrée ni les droits de mutation et la TVA elle-même due sur la prestation;
- b. les montants que l'assujetti reçoit du destinataire de la prestation en remboursement des frais engagés au nom et pour le compte de celui-ci, pour autant qu'ils soient facturés séparément (postes neutres);
- c. la part de la contre-prestation afférant à la valeur du sol en cas d'aliénation d'un bien immobilier;
- d. les taxes cantonales comprises dans le prix des prestations et destinées à des fonds pour l'approvisionnement en eau, le traitement des eaux usées ou la gestion des déchets, dans la mesure où ces fonds versent des contributions aux établissements qui assurent ces tâches.

**Art. 24a<sup>55</sup> Imposition de la marge**

<sup>1</sup> L'assujetti qui a acquis des pièces de collection telles que des objets d'art, des antiquités ou des objets analogues peut, lorsqu'il les revend, calculer l'impôt en déduisant le prix d'achat du prix de vente, pour autant qu'il n'ait pas déduit l'impôt préalable grevant le prix d'achat (imposition de la marge). Si le prix d'achat est supérieur au prix de vente, la perte peut être imputée en déduisant la différence du chiffre d'affaires imposable.

<sup>2</sup> Lorsque de telles pièces de collection sont importées par le revendeur, l'impôt sur les importations acquitté peut être ajouté au prix d'achat.

<sup>3</sup> Est réputé revendeur quiconque agit pour son propre compte ou pour le compte de tiers sur la base d'un contrat de commission d'achat ou de commission de vente.

<sup>4</sup> Le Conseil fédéral définit la notion de pièce de collection.

<sup>5</sup> Si plusieurs pièces de collection sont acquises à un prix global, l'impôt peut être calculé sur la différence entre le prix de vente global et le prix d'achat global. Le Conseil fédéral fixe les conditions.

**Art. 25 Taux de l'impôt**

<sup>1</sup> Le taux de l'impôt est de 7,7 % (taux normal);<sup>56</sup> les al. 2 et 3 sont réservés.

<sup>2</sup> Le taux réduit de 2,5 % est appliqué:<sup>57</sup>

- a. à la livraison des biens suivants:
  - 1. l'eau amenée par des conduites,

<sup>55</sup> Introduit par le ch. I de la LF du 30 sept. 2016, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> janv. 2018 (RO 2017 3575; FF 2015 2467).

<sup>56</sup> Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du 8 nov. 2017 concernant le relèvement temporaire des taux de la TVA pour le financement de l'aménagement de l'infrastructure ferroviaire, en vigueur du 1<sup>er</sup> janv. 2018 au 31 déc. 2030 au plus tard (RO 2017 6305).

<sup>57</sup> Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du 8 nov. 2017 concernant le relèvement temporaire des taux de la TVA pour le financement de l'aménagement de l'infrastructure ferroviaire, en vigueur du 1<sup>er</sup> janv. 2018 au 31 déc. 2030 au plus tard (RO 2017 6305).

- 2.<sup>58</sup> les denrées alimentaires visées dans la loi du 20 juin 2014 sur les denrées alimentaires<sup>59</sup>, à l'exclusion des boissons alcooliques,
- 3. le bétail, la volaille et le poisson,
  - 4. les céréales,
  - 5. les semences, les tubercules et les oignons à planter, les plantes vivantes, les boutures, les greffons, les fleurs coupées et les rameaux, également en bouquets, couronnes et arrangements analogues; à condition qu'il y ait facturation séparée, la livraison de ces biens est imposable au taux réduit même si elle est effectuée en combinaison avec une prestation imposable au taux normal,
  - 6. les aliments et les litières pour animaux ainsi que les acides destinés à l'ensilage,
  - 7. les engrains, les préparations phytosanitaires, les paillis et autres matériaux de couverture végétaux,
  - 8. les médicaments,
  - 9. les journaux, les revues, les livres et autres imprimés sans caractère publicitaire définis par le Conseil fédéral;
- a<sup>bis</sup><sup>60</sup> aux journaux, aux revues et aux livres électroniques sans caractère publicitaire définis par le Conseil fédéral;
- b. aux prestations de services fournies par les sociétés de radio et de télévision, à l'exception de celles qui ont un caractère commercial;
  - c. aux opérations mentionnées à l'art. 21, al. 2, ch. 14 à 16;
  - d. aux prestations dans le domaine de l'agriculture qui consistent à travailler directement soit le sol, aux fins de la production naturelle, soit les produits tirés du sol.

<sup>3</sup> Le taux normal est applicable aux denrées alimentaires remises dans le cadre des prestations de la restauration. La remise de denrées alimentaires est considérée comme une prestation de la restauration lorsque l'assujetti les prépare ou les sert chez des clients ou qu'il tient à la disposition des clients des installations particulières pour leur consommation sur place. Lorsque des denrées alimentaires, à l'exclusion des boissons alcooliques, sont destinées à être emportées ou livrées, le taux réduit est applicable si des mesures appropriées d'ordre organisationnel ont été prises afin de distinguer ces prestations de celles de la restauration; en l'absence de telles mesures, le taux normal s'applique. Lorsque des denrées alimentaires, à l'exclusion des boissons alcooliques, sont offertes dans des automates, le taux réduit s'applique.<sup>61</sup>

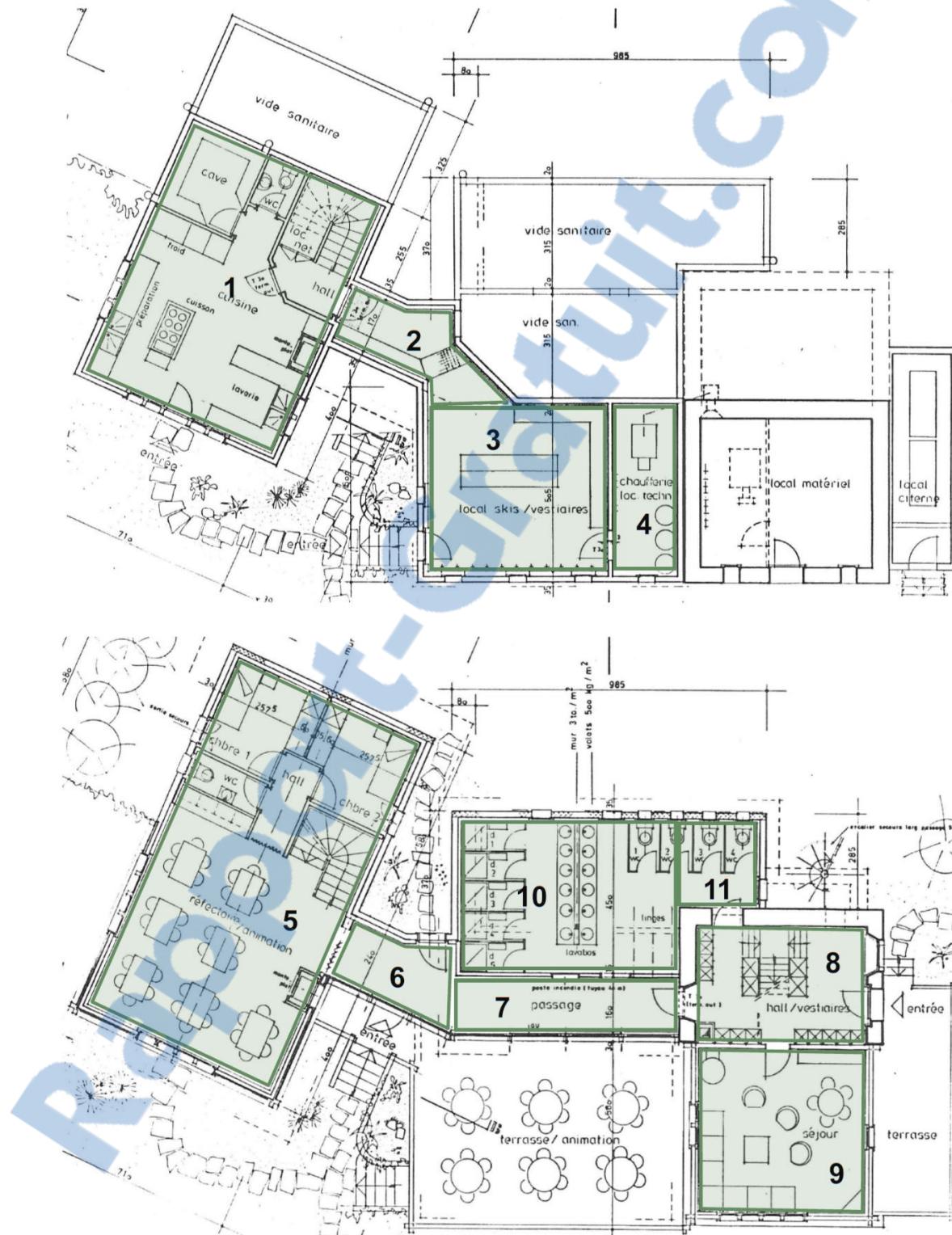
<sup>58</sup> Nouvelle teneur selon le ch. II 3 de l'annexe à la L du 20 juin 2014 sur les denrées alimentaires, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> mai 2017 (RO **2017** 249; FF **2011** 5181).

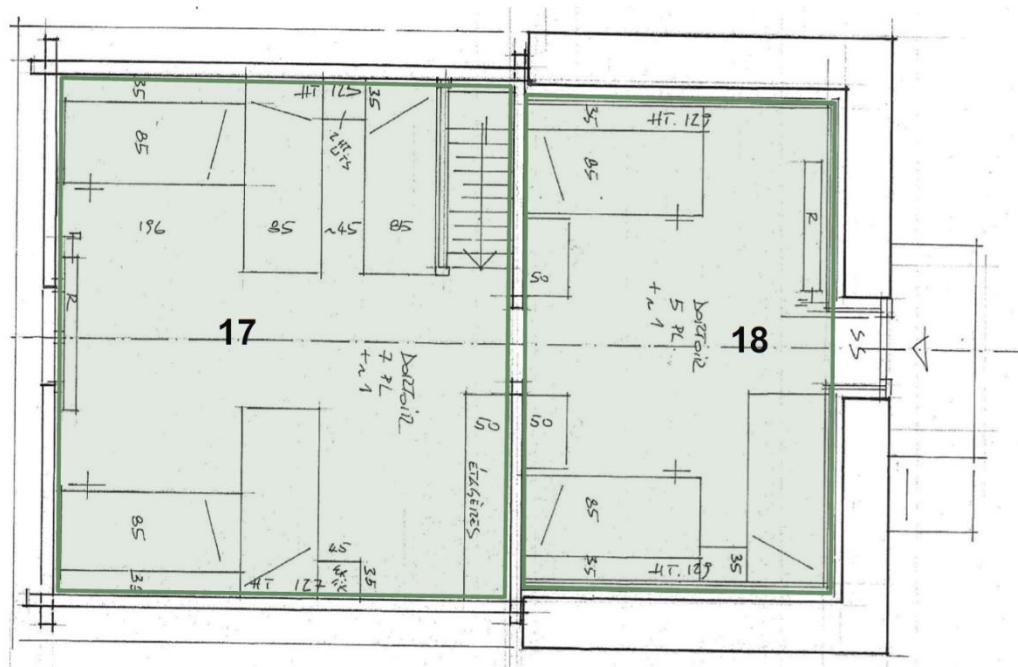
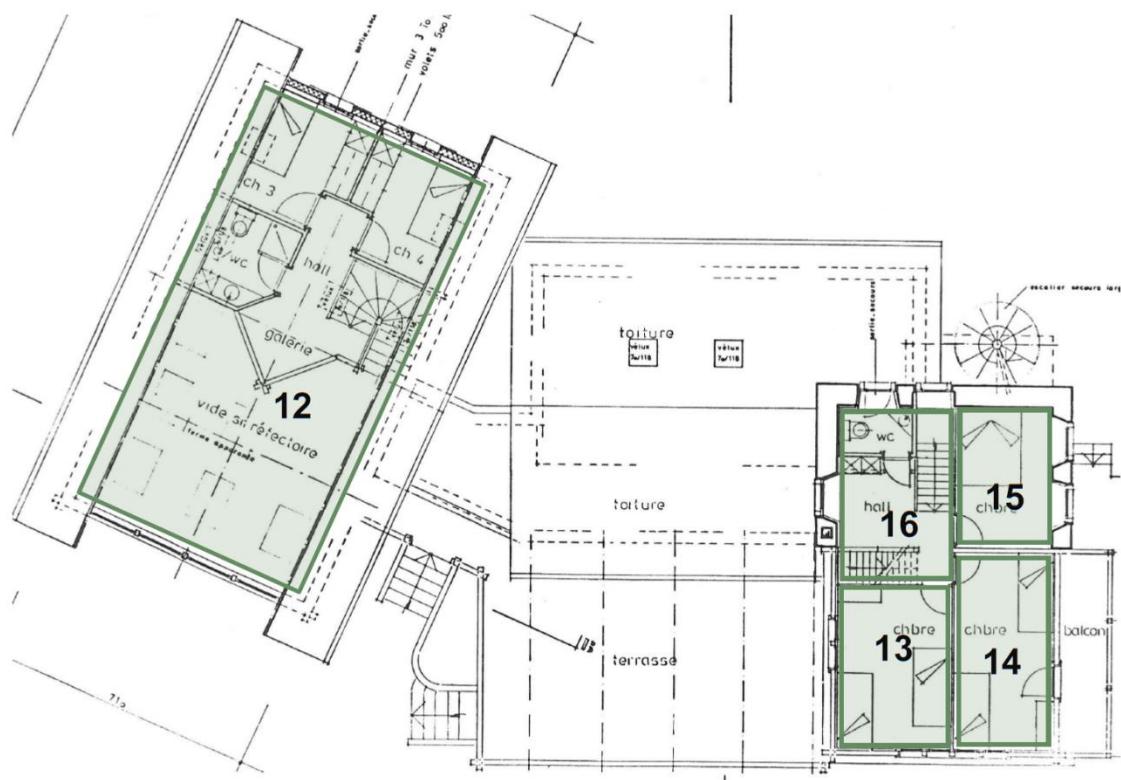
<sup>59</sup> RS **817.0**

<sup>60</sup> Introduite par le ch. I de la LF du 30 sept. 2016, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> janv. 2018 (RO **2017** 3575; FF **2015** 2467).

<sup>61</sup> Nouvelle teneur selon le ch. IV de la LF du 30 sept. 2016, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> janv. 2018 (RO **2017** 3575; FF **2015** 2467).

**Annexe 7 : Plans modifiés du chalet "Cordée" avec répartition des pièces**





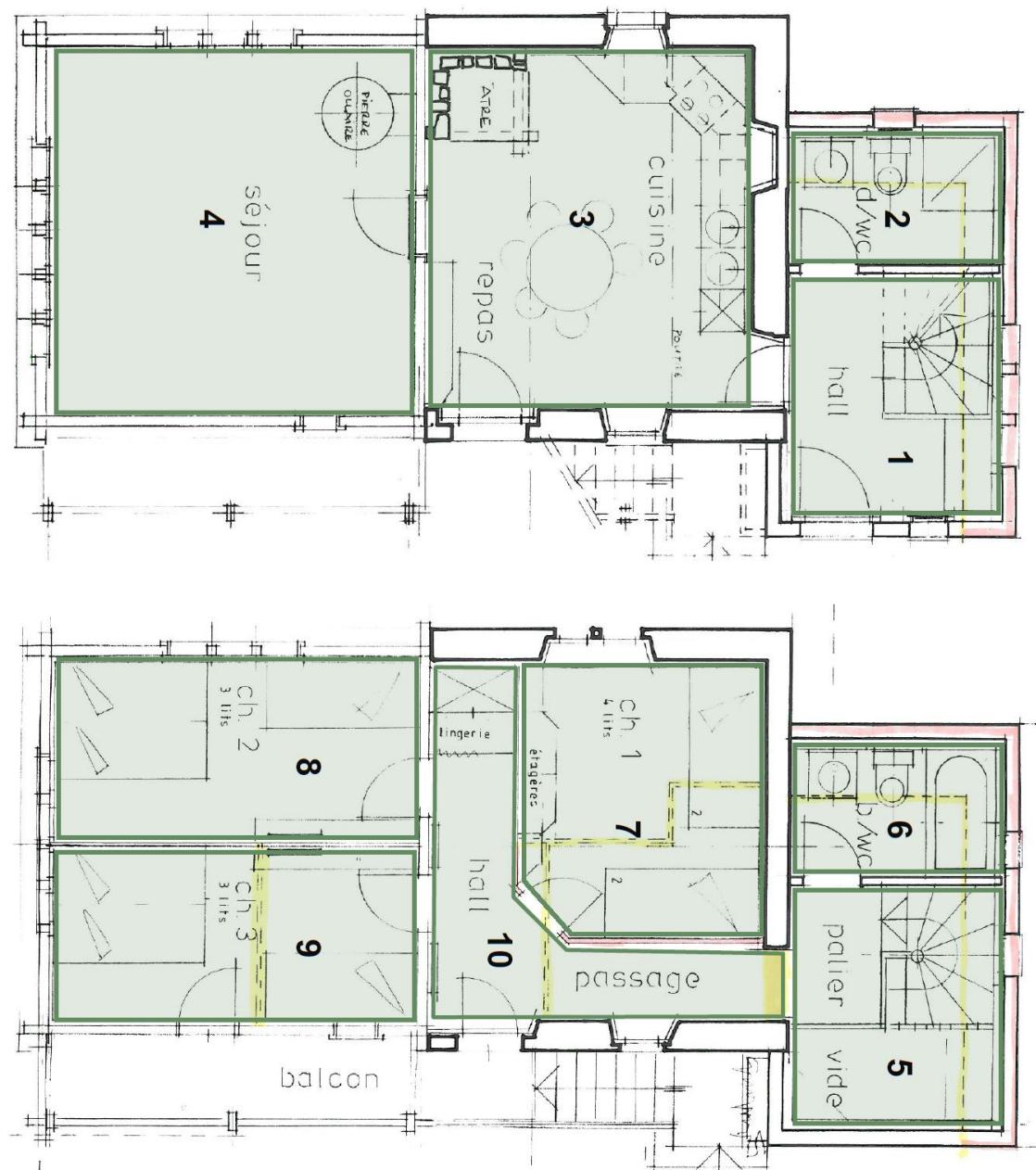
**Source : Plans modifiés par l'auteur, provenant de Nathalie Perrenoud, membre de l'association « La Cordée », 20 décembre 2018**

## Annexe 8 : Mesures des pièces selon les plans modifiés du chalet "Cordée"

Numéro de la pièce	Longueur (m)	Largeur (m)	$m^2$	Hauteur (m)	$m^3$
1	8.60 m	6.38 m	<b>54.79 m<sup>2</sup></b>	2.60 m	<b>142.46 m<sup>3</sup></b>
2	3.85 m	1.83 m	<b>7.04 m<sup>2</sup></b>	2.60 m	<b>18.30 m<sup>3</sup></b>
3	5.66 m	5.05 m	<b>28.58 m<sup>2</sup></b>	2.60 m	<b>74.30 m<sup>3</sup></b>
4	5.05 m	1.75 m	<b>8.84 m<sup>2</sup></b>	2.60 m	<b>22.98 m<sup>3</sup></b>
5	11.86 m	6.67 m	<b>79.05 m<sup>2</sup></b>	2.70 m	<b>213.44 m<sup>3</sup></b>
6	3.85 m	1.83 m	<b>7.04 m<sup>2</sup></b>	2.70 m	<b>19.00 m<sup>3</sup></b>
7	7.00 m	1.67 m	<b>11.72 m<sup>2</sup></b>	2.70 m	<b>31.64 m<sup>3</sup></b>
8	5.09 m	3.21 m	<b>16.30 m<sup>2</sup></b>	2.10 m	<b>34.22 m<sup>3</sup></b>
9	5.42 m	5.01 m	<b>27.12 m<sup>2</sup></b>	2.10 m	<b>56.96 m<sup>3</sup></b>
10	7.00 m	4.50 m	<b>31.50 m<sup>2</sup></b>	3.65 m	<b>114.98 m<sup>3</sup></b>
11	2.85 m	2.85 m	<b>8.12 m<sup>2</sup></b>	3.65 m	<b>29.65 m<sup>3</sup></b>
12	11.86 m	6.67 m	<b>79.05 m<sup>2</sup></b>	2.75 m	<b>217.40 m<sup>3</sup></b>
13	4.23 m	2.93 m	<b>12.39 m<sup>2</sup></b>	2.10 m	<b>26.01 m<sup>3</sup></b>
14	5.01 m	2.51 m	<b>12.55 m<sup>2</sup></b>	2.10 m	<b>26.36 m<sup>3</sup></b>
15	3.48 m	2.41 m	<b>8.39 m<sup>2</sup></b>	2.10 m	<b>17.61 m<sup>3</sup></b>
16	4.26 m	2.93 m	<b>12.46 m<sup>2</sup></b>	2.10 m	<b>26.17 m<sup>3</sup></b>
17	5.01 m	4.36 m	<b>21.83 m<sup>2</sup></b>	2.40 m	<b>52.40 m<sup>3</sup></b>
18	4.04 m	3.29 m	<b>13.31 m<sup>2</sup></b>	2.37 m	<b>31.52 m<sup>3</sup></b>
<b>Total</b>			<b>440.09 m<sup>2</sup></b>		<b>1155.41 m<sup>3</sup></b>

Source : Données de l'auteur

Annexe 9 : Plans modifiés du chalet "Veijic" avec répartition des pièces



Source : Plans modifiés par l'auteur, provenant de Nathalie Perrenoud, membre de l'association « La Cordée », 20 décembre 2018

**Annexe 10 : Mesures des pièces selon les plans modifiés du chalet "Veijic"**

<b>Numéro de la pièce</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Largeur (m)</b>	<b>Surface (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Hauteur (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
1	3.00 m	2.50 m	<b>7.51 m<sup>2</sup></b>	2.13 m	<b>15.98 m<sup>3</sup></b>
2	2.52 m	1.59 m	<b>4.00 m<sup>2</sup></b>	2.13 m	<b>8.52 m<sup>3</sup></b>
3	4.26 m	3.97 m	<b>16.90 m<sup>2</sup></b>	2.13 m	<b>35.97 m<sup>3</sup></b>
4	4.71 m	4.71 m	<b>22.19 m<sup>2</sup></b>	2.01 m	<b>44.63 m<sup>3</sup></b>
5	3.00 m	2.53 m	<b>7.59 m<sup>2</sup></b>	2.81 m	<b>21.31 m<sup>3</sup></b>
6	2.56 m	1.60 m	<b>4.11 m<sup>2</sup></b>	2.81 m	<b>11.55 m<sup>3</sup></b>
7	3.31 m	3.08 m	<b>10.20 m<sup>2</sup></b>	2.81 m	<b>28.67 m<sup>3</sup></b>
8	4.59 m	2.17 m	<b>9.97 m<sup>2</sup></b>	2.81 m	<b>28.02 m<sup>3</sup></b>
9	4.59 m	2.17 m	<b>9.97 m<sup>2</sup></b>	2.81 m	<b>28.02 m<sup>3</sup></b>
10	3.51 m	1.38 m	4.85 m <sup>2</sup>	2.81 m	13.63 m <sup>3</sup>
	4.67 m	1.09 m	5.08 m <sup>2</sup>	2.81 m	14.28 m <sup>3</sup>
			<b>9.93 m<sup>2</sup></b>		<b>27.90 m<sup>3</sup></b>
<b>Total</b>			<b>102.38 m<sup>2</sup></b>		<b>250.57 m<sup>3</sup></b>

Source : Données de l'auteur

### Annexe 11 : Données météorologiques - moyenne de 2016 à 2018

Données météorologiques - chalet "Veijic"					
Mois	Température de l'air à 2 m du sol; moyenne mensuelle [°C]	Nombre de jours dans le mois	Moyenne des degrés-jours / jour [°C]	Nombre de jours de location	Somme des degrés-jours lors des locations [°C]
Janvier	-0.7°C	31 jours	22.5°C	8 jours	180.1°C
Février	-6.6°C	28 jours	22.9°C	15 jours	350.6°C
Mars	-2.0°C	31 jours	20.1°C	5 jours	90.3°C
Avril	6.1°C	30 jours	15.9°C	4 jours	63.6°C
Mai	8.0°C	31 jours	11.8°C	5 jours	58.9°C
Juin	11.8°C	30 jours	6.2°C	9 jours	53.5°C
Juillet	14.4°C	31 jours	2.3°C	25 jours	56.7°C
Août	13.6°C	31 jours	3.2°C	13 jours	40.3°C
Septembre	11.4°C	30 jours	8.5°C	3 jours	25.6°C
Octobre	7.5°C	31 jours	13.5°C	4 jours	53.9°C
Novembre	2.1°C	30 jours	19.0°C	-	-
Décembre	-0.4°C	31 jours	20.6°C	7 jours	144.0°C
<b>Moyenne annuelle : 5.4°C</b>		<b>Total des jours de chauffe : 48 jours</b>			<b>Total des degrés-jours lors des des jours de chauffe : 941.3°C</b>

Données météorologiques - chalet "Cordée"					
Mois	Température de l'air à 2 m du sol; moyenne mensuelle [°C]	Nombre de jours dans le mois	Moyenne des degrés-jours / jour [°C]	Nombre de jours de location	Somme des degrés-jours lors des locations [°C]
Janvier	-0.7°C	31 jours	22.5°C	9 jours	195.1°C
Février	-6.6°C	28 jours	22.9°C	14 jours	312.4°C
Mars	-2.0°C	31 jours	20.1°C	10 jours	207.3°C
Avril	6.1°C	30 jours	15.9°C	5 jours	84.8°C
Mai	8.0°C	31 jours	11.8°C	5 jours	58.9°C
Juin	11.8°C	30 jours	6.2°C	11 jours	65.9°C
Juillet	14.4°C	31 jours	2.3°C	27 jours	61.2°C
Août	13.6°C	31 jours	3.2°C	17 jours	53.3°C
Septembre	11.4°C	30 jours	8.5°C	5 jours	38.4°C
Octobre	7.5°C	31 jours	13.5°C	9 jours	116.7°C
Novembre	2.1°C	30 jours	19.0°C	2 jours	38.1°C
Décembre	-0.4°C	31 jours	20.6°C	6 jours	113.1°C
<b>Moyenne annuelle : 5.4°C</b>		<b>Total des jours de chauffe : 59 jours</b>			<b>Total des degrés-jours lors des des jours de chauffe : 1126.5°C</b>

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

a) Données météorologiques fournies par M. Francesco Maria Cimmino, 9 janvier 2019

b) Fiches de locations de l'association « La Cordée »

### Annexe 12 : Déperditions thermiques du chalet "Cordée"

Superficie des parois - déperdition thermique		$U_j$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	$A_j$ [m <sup>2</sup> ]	$U_j * A_j$ [W/K]	$\sum U_j * A_j$ [W/K]	$a_j$	$\sum a_j * U_j * A_j$ [W/K]
1 Fenêtres et baies vitrées		2.8	32.0 m <sup>2</sup>	89.60476	89.60476	1	89.60
				0			
				0			
2 Portes extérieures		2.5	12.9 m <sup>2</sup>	32.2875	36.162	1	36.16
		1.5	2.6 m <sup>2</sup>	3.8745			
				0			
3 Murs extérieurs et façades		0.4	159.8 m <sup>2</sup>	55.9195	376.7515	1	376.75
		0.7	150.5 m <sup>2</sup>	105.364			
		2.2	97.9 m <sup>2</sup>	215.468			
4 Toitures (plate ou inclinée)		0.4	212.0 m <sup>2</sup>	78.44	135.44	1	135.44
		0.6	95.0 m <sup>2</sup>	57			
				0			
5 Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves)				0	0	0.67	0.00
				0			
				0			
6 Planchers sur le sol		0.4	147.6 m <sup>2</sup>	59.03	278.756	0.33	92.92
		0.9	244.1 m <sup>2</sup>	219.726			
				0			
7 Murs extérieurs en contact avec le sol (murs enterrés), un vide sanitaire ou une cave		0.6	50.2 m <sup>2</sup>	30.108	105.798	0.67	70.53
		0.6	59.9 m <sup>2</sup>	35.91			
		0.5	79.6 m <sup>2</sup>	39.78			
Totaux des superficies de déperdition		$A_t = \sum A_j =$	1344.0			$\sum a_j * U_j * A_j =$	801.41

Déperdition thermique de la superficie de déperdition	$\sum a_j * U_j * A_j =$	801.41 W/K
Coefficient moyen de transmission thermique	$U_m =$	0.5963 W/m <sup>2</sup> K
Volume protégé du bâtiment	$V =$	1'191.04 m <sup>3</sup>
Capacité volumique du bâtiment	$V/At =$	0.886168 m

Niveau d'isolation thermique globale du bâtiment	Si $V/At < 1$ : $Um \times 100 = K...$	59.6271009
	Si $1 < V/At < 4$ : $Um \times 300/(V/At + 2) = K...$	
	Si $V/At > 4$ : $Um \times 50 = K...$	

Années 2016 - 2017 - 2018 (Moyenne)		
<b>Contexte géographie</b>		
Température extérieure de base	5.4°C	
Degrés-Jours du lieu	1126.5°C	
Température extérieure hivernale - moyenne	-4.093220339	
Durée de la saison de chauffe	59 jours	
<b>Type de bâtiment</b>		
Température intérieure moyenne des locaux	20.0°C	
Réduction pour coupure de nuit et de WE	2 K	
Réduction pour apports solaires et internes	3 K	
Température moyenne intérieure équivalente	15.0°C	
<b>Bilan des puissances</b>		
Pertes par ventilation	4 kW	
Pertes par parois	12 kW	
Puissance chaudière	16 kW	
<b>Bilan des consommations</b>		
Rendement d'exploitation de l'inst. de chauffage	94.4%	
Taux de renouvellement d'air réel du bâtiment	70.0%	
<b>Toiture</b>		
	3'661.76 kWh/an	
<b>Murs</b>		
	12'092.76 kWh/an	
<b>Vitrages - portes</b>		
	3'400.23 kWh/an	
<b>Planchers</b>		
	2'512.15 kWh/an	
<b>Ventilation</b>		
	7'663.83 kWh/an	
<b>Pertes exploitation chauffage</b>		
	1'739.96 kWh/an	
<b>Total</b>		
	31'070.68 kWh/an	

Valeurs moyennes indicatives			
Home/Hôpital	Bureaux	Habitat	Ecole
24 °C	21°C	20 °C	20 °C
0 K	3 K	2 K	6 K (*)
3 K	4 K	3 K	3 K

Vieille installation	Moyenne	Nouv. installation
0.65	0.75	0.85
Bâtiment étanche	Moyenne	Bâtiment perméable
0.6	0.8	1

Source : Données de l'auteur

### Annexe 13 : Déperditions thermiques du chalet "Veijic"

Superficie des parois - déperdition thermique		$U_j$ [W/(m².K)]	$A_j$ [m²]	$U_j * A_j$ [W/K]	$\sum U_j * A_j$ [W/K]	$a_j$	$\sum a_j * U_j * A_j$ [W/K]
1 Fenêtres et baies vitrées		2.8	4.2 m²	11.76	11.76	1	11.76
				0			
				0			
2 Portes extérieures		2.5	7.7 m²	19.25	19.25	1	19.25
				0			
				0			
3 Murs extérieurs et façades		0.4	49.7 m²	17.395	121.765	1	121.77
		0.7	149.1 m²	104.37			
				0			
4 Toitures (plate ou inclinée)		0.6	106.0 m²	63.6	63.6	1	63.60
				0			
				0			
5 Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves)		0.8	102.0 m²	81.6	81.6	0.67	54.40
				0			
				0			
6 Planchers sur le sol		0.4	62.9 m²	25.144	54.412	0.33	18.14
		0.9	32.5 m²	29.268			
				0			
7 Murs extérieurs en contact avec le sol (murs enterrés), un vide sanitaire ou une cave				0	0	0.67	0.00
				0			
				0			
Totaux des superficies de déperdition	$A_j = \sum A_j =$	514.1			$\sum a_j * U_j * A_j =$	288.91	

Déperdition thermique de la superficie de déperdition	$\sum a_j * U_j * A_j =$	288.91 W/K
Coefficient moyen de transmission thermique	$Um =$	0.5620 W/m²K
Volume protégé du bâtiment	$V =$	250.57 m³
Capacité volumique du bâtiment	$V/At =$	0.487414 m

Niveau d'isolation thermique globale du bâtiment	Si $V/At < 1$ : $Um \times 100 = K...$	56.1998781
	Si $1 < V/At < 4$ : $Um \times 300/(V/At + 2) = K...$	
	Si $V/At > 4$ : $Um \times 50 = K...$	

**Source : Données de l'auteur**

Années 2016 - 2017 - 2018 (Moyenne)			
<b>Contexte géographie</b>			
<b>Température extérieure de base</b>		5.4°C	
<b>Degrés-Jours du lieu</b>		941.3°C	
<b>Température extérieure hivernale - moyenne</b>		-4.610416667	
<b>Durée de la saison de chauffe</b>		48 jours	
<b>Type de bâtiment</b>			
<b>Température intérieure moyenne des locaux</b>		20.0°C	
<b>Réduction pour coupure de nuit et de WE</b>		2 K	
<b>Réduction pour apports solaires et internes</b>		3 K	
<b>Température moyenne intérieure équivalente</b>		15.0°C	
<b>Bilan des puissances</b>			
<b>Pertes par ventilation</b>		1 kW	
<b>Pertes par parois</b>		4 kW	
<b>Puissance chaudeière</b>		6 kW	
<b>Bilan des consommations</b>			
<b>Rendement d'exploitation de l'inst. de chauffage</b>		94.4%	
<b>Taux de renouvellement d'air réel du bâtiment</b>		70.0%	
<b>Toiture</b>			
Toiture		1'436.80 kWh/an	
Murs		2'750.82 kWh/an	
Vitrages - portes		700.55 kWh/an	
Planchers		1'638.71 kWh/an	
Ventilation		1'347.24 kWh/an	
<b>Pertes exploitation chauffage</b>		467.11 kWh/an	
<b>Total</b>		8'341.23 kWh/an	

Valeurs moyennes indicatives			
Home/Hôpital	Bureaux	Habitat	Ecole
24 °C	21°C	20 °C	20 °C
0 K	3 K	2 K	6 K (*)
3 K	4 K	3 K	3 K

Vieille installation	Moyenne	Nouv. installation
0.65	0.75	0.85
Bâtiment étanche	Moyenne	Bâtiment perméable

### Annexe 14 : Déperditions thermiques du chalet "Cordée" - après les rénovations

Superficie des parois - déperdition thermique		$U_j$ [W/(m².K)]	$A_j$ [m²]	$U_j * A_j$ [W/K]	$\sum U_j * A_j$ [W/K]	$a_j$	$\sum a_j * U_j * A_j$ [W/K]
1 Fenêtres et baies vitrées		1.3	32.0 m²	41.60221	41.60221	1	41.60
				0			
				0			
2 Portes extérieures		1.5	15.5 m²	23.247	23.247	1	23.25
				0			
				0			
3 Murs extérieurs et façades		0.4	159.8 m²	55.9195	376.7515	1	376.75
		0.7	150.5 m²	105.364			
		2.2	97.9 m²	215.468			
4 Toitures (plate ou inclinée)		0.37	212.0 m²	78.44	113.59	1	113.59
		0.37	95.0 m²	35.15			
				0			
5 Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves)				0	0	0.67	0.00
				0			
				0			
6 Planchers sur le sol		0.4	147.6 m²	59.03	278.756	0.33	92.92
		0.9	244.1 m²	219.726			
				0			
7 Murs extérieurs en contact avec le sol (murs enterrés), un vide sanitaire ou une cave		0.6	50.2 m²	30.108	105.798	0.67	70.53
		0.6	59.9 m²	35.91			
		0.5	79.6 m²	39.78			
Totaux des superficies de déperdition		$A_j = \Sigma A_j =$	1344.0			$\Sigma a_j * U_j * A_j =$	718.64

Déperdition thermique de la superficie de déperdition	$\Sigma a_j * U_j * A_j =$	718.64 W/K
Coefficient moyen de transmission thermique	$Um =$	0.5347 W/m²K
Volume protégé du bâtiment	$V =$	1'191.04 m³
Capacité volumique du bâtiment	$V/At =$	0.886168 m

Niveau d'isolation thermique globale du bâtiment	Si $V/At < 1$ : $Um \times 100 = K...$	53.46896004
	Si $1 < V/At < 4$ : $Um \times 300/(V/At + 2) = K...$	
	Si $V/At > 4$ : $Um \times 50 = K...$	

Années 2016 - 2017 - 2018 (Moyenne)		
Contexte géographie		
Température extérieure de base		5.4°C
Degrés-Jours du lieu		1126.5°C
Température extérieure hivernale - moyenne		-4.093220339
Durée de la saison de chauffe		59 jours
Type de bâtiment		
Température intérieure moyenne des locaux		20.0°C
Réduction pour coupure de nuit et de WE		2 K
Réduction pour apports solaires et internes		3 K
Température moyenne intérieure équivalente		15.0°C
Bilan des puissances		
Pertes par ventilation		4 kW
Pertes par parois		10 kW
Puissance chaudière		14 kW
Bilan des consommations		
Rendement d'exploitation de l'inst. de chauffage		94.4%
Taux de renouvellement d'air réel du bâtiment		70.0%
Toiture		
Murs		3'071.02 kWh/an
Vitrages - portes		1'753.26 kWh/an
Planchers		2'512.15 kWh/an
Ventilation		7'663.83 kWh/an
Pertes exploitation chauffage		1'607.21 kWh/an
Total		28'700.23 kWh/an

Valeurs moyennes indicatives			
Home/Hôpital	Bureaux	Habitat	Ecole
24 °C	21°C	20 °C	20 °C
0 K	3 K	2 K	6 K (*)
3 K	4 K	3 K	3 K

Vieille installation	Moyenne	Nouv. installation
0.65	0.75	0.85
Bâtiment étanche	Moyenne	Bâtiment perméable
0.6	0.8	1

Source : Données de l'auteur

### Annexe 15 : Déperditions thermiques du chalet "Veijic" - après les rénovations

Superficie des parois - déperdition thermique		$U_i$ [W/(m².K)]	$A_i$ [m²]	$U_j * A_j$ [W/K]	$\sum U_j * A_j$ [W/K]	$a_j$	$\sum a_j * U_j * A_j$ [W/K]
1 Fenêtres et baies vitrées		1.3	4.2 m²	5.46	5.46	1	5.46
				0			
				0			
2 Portes extérieures		1.5	7.7 m²	11.55	11.55	1	11.55
				0			
				0			
3 Murs extérieurs et façades		0.4	49.7 m²	17.395	121.765	1	121.77
		0.7	149.1 m²	104.37			
				0			
4 Toitures (plate ou inclinée)		0.37	106.0 m²	39.22	39.22	1	39.22
				0			
				0			
5 Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves)		0.8	102.0 m²	81.6	81.6	0.67	54.40
				0			
				0			
6 Planchers sur le sol		0.4	62.9 m²	25.144	54.412	0.33	18.14
		0.9	32.5 m²	29.268			
				0			
7 Murs extérieurs en contact avec le sol (murs enterrés), un vide sanitaire ou une cave				0	0	0.67	0.00
				0			
				0			
Totaux des superficies de déperdition	$A_i = \sum A_j =$	514.1			$\sum a_j * U_j * A_j =$	250.53	

Déperdition thermique de la superficie de déperdition	$\Sigma a_j * U_j * A_j =$	250.53 W/K
Coefficient moyen de transmission thermique	$U_m =$	0.4873 W/m²K
Volume protégé du bâtiment	$V =$	250.57 m³
Capacité volumique du bâtiment	$V/At =$	0.487414 m

Niveau d'isolation thermique globale du bâtiment	Si $V/At < 1$ : $Um \times 100 = K...$	48.73411402
	Si $1 < V/At < 4$ : $Um \times 300/(V/At + 2) = K...$	
	Si $V/At > 4$ : $Um \times 50 = K...$	

Années 2016 - 2017 - 2018 (Moyenne)			
Contexte géographie			
Température extérieure de base		5.4°C	
Degrés-Jours du lieu		941.3°C	
Température extérieure hivernale - moyenne		-4.610416667	
Durée de la saison de chauffe		48 jours	
Type de bâtiment			
Température intérieure moyenne des locaux		20.0°C	
Réduction pour coupure de nuit et de WE		2 K	
Réduction pour apports solaires et internes		3 K	
Température moyenne intérieure équivalente		15.0°C	
Bilan des puissances			
Pertes par ventilation		1 kW	
Pertes par parois		4 kW	
Puissance chaudière		5 kW	
Bilan des consommations			
Rendement d'exploitation de l'inst. de chauffage		94.4%	
Taux de renouvellement d'air réel du bâtiment		70.0%	
Toiture			
Murs		2750.82 kWh/an	
Vitrages - portes		384.28 kWh/an	
Planchers		1'638.71 kWh/an	
Ventilation		1'347.24 kWh/an	
Pertes exploitation chauffage		415.67 kWh/an	
Total		7'422.74 kWh/an	

Valeurs moyennes indicatives			
Home/Hôpital	Bureaux	Habitat	Ecole
24 °C	21°C	20 °C	20 °C
0 K	3 K	2 K	6 K (*)
3 K	4 K	3 K	3 K

Vieille installation	Moyenne	Nouv. installation
0.65	0.75	0.85
Bâtiment étanche	Moyenne	Bâtiment perméable
0.6	0.8	1

Source : Données de l'auteur

**Annexe 16 : Tableau des valeurs "U" selon type de surface**

Type de surface	Coefficient $k_j$ (ou U)
Fenêtre avec double vitrage clair - neutre	2.80 W/m <sup>2</sup> K
Fenêtre avec double vitrage HR	1.50 W/m <sup>2</sup> K
Fenêtre avec double vitrage traditionnel	3.00 W/m <sup>2</sup> K
Fenêtre avec simple vitrage	6.00 W/m <sup>2</sup> K
Mur creux isolé	0.45 W/m <sup>2</sup> K
Mur creux non isolé	1.70 W/m <sup>2</sup> K
Mur de béton cellulaire de 25 cm (collé)	0.70 W/m <sup>2</sup> K
Mur de béton cellulaire de 30 cm (collé)	0.60 W/m <sup>2</sup> K
Mur de béton cellulaire de 35 cm (collé)	0.50 W/m <sup>2</sup> K
Mur de pierre non isolé de 30 cm	3.90 W/m <sup>2</sup> K
Mur de pierre non isolé de 40 cm	3.50 W/m <sup>2</sup> K
Mur de pierre non isolé de 50 cm	3.20 W/m <sup>2</sup> K
Mur de pierre non isolé de 60 cm	2.90 W/m <sup>2</sup> K
Mur plein bardé isolé	0.50 W/m <sup>2</sup> K
Mur plein bardé non isolé	1.80 W/m <sup>2</sup> K
Mur plein de 29 cm	2.20 W/m <sup>2</sup> K
Mur plein de 39 cm	1.80 W/m <sup>2</sup> K
Plancher en béton de combles inoccupés isolé	0.40 W/m <sup>2</sup> K
Plancher en béton de combles inoccupés non isolé	2.60 W/m <sup>2</sup> K
Plancher en bois de combles inoccupés isolé	0.40 W/m <sup>2</sup> K
Plancher en bois de combles inoccupés non isolé	1.70 W/m <sup>2</sup> K
Plancher sur cave en béton isolé	0.70 W/m <sup>2</sup> K
Plancher sur cave en béton non isolé	2.00 W/m <sup>2</sup> K
Plancher sur sol en béton isolé	0.90 W/m <sup>2</sup> K
Plancher sur sol en béton non isolé	3.20 W/m <sup>2</sup> K
Porte en aluminium isolé	1.50 W/m <sup>2</sup> K
Porte en bois	2.50 W/m <sup>2</sup> K
Toiture inclinée isolée (10 cm de laine)	0.37 W/m <sup>2</sup> K
Toiture inclinée isolée (6 cm de laine)	0.60 W/m <sup>2</sup> K
Toiture inclinée isolée (8 cm de laine)	0.40 W/m <sup>2</sup> K
Toiture plate en béton isolée	0.45 W/m <sup>2</sup> K
Toiture plate en béton non isolée	2.80 W/m <sup>2</sup> K

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples

a) (M. Bonvin, cours d'Energy Management, 2 octobre 2017)

b) (Energie+, 2016)

### Annexe 17 : Récapitulatif des factures d'électricité de 2015 à 2018 - chalet "Veijic"

Points de mesure du chalet "Veijic"		Du	Au	Nombre de jours de consommation	Consommation par période (kWh)	Coût par période de consommation (CHF)	Coût annuel de la consommation (CHF)
<b>N° 97'226</b> Compteur ménage		01.01.2015	09.02.2015	39 jours	45 kWh	CHF 7.00	CHF 65.86
		09.02.2015	31.12.2015	325 jours	378 kWh	CHF 58.86	
		01.01.2016	09.02.2016	39 jours	46 kWh	CHF 7.33	CHF 70.00
		09.02.2016	31.12.2016	326 jours	398 kWh	CHF 62.67	
		01.01.2017	10.02.2017	40 jours	50 kWh	CHF 7.75	CHF 94.29
		10.02.2017	31.12.2017	324 jours	558 kWh	CHF 86.54	
		01.01.2018	14.02.2018	44 jours	78 kWh	CHF 12.25	CHF 69.29
		14.02.2018	31.12.2018	320 jours	370 kWh	CHF 57.04	
<b>N° 115'489</b> Compteur boiler		01.01.2015	09.02.2015	39 jours	346 kWh	CHF 53.87	CHF 717.73
		09.02.2015	31.12.2015	325 jours	4'258 kWh	CHF 663.86	
		01.01.2016	09.02.2016	39 jours	524 kWh	CHF 82.53	CHF 440.14
		09.02.2016	31.12.2016	326 jours	2'270 kWh	CHF 357.61	
		01.01.2017	10.02.2017	40 jours	286 kWh	CHF 44.24	CHF 576.38
		10.02.2017	31.12.2017	324 jours	3'434 kWh	CHF 532.14	
		01.01.2018	14.02.2018	44 jours	477 kWh	CHF 75.33	CHF 442.63
		14.02.2018	31.12.2018	320 jours	2'385 kWh	CHF 367.30	
<b>N° 96'825</b> Compteur chauffage	Consommation HC	01.01.2015	09.02.2015	39 jours	766 kWh	CHF 112.53	CHF 753.91
	Consommation HC	09.02.2015	31.12.2015	325 jours	4'364 kWh	CHF 641.38	
	Consommation HP	01.01.2015	09.02.2015	39 jours	404 kWh	CHF 84.44	CHF 480.12
	Consommation HP	09.02.2015	31.12.2015	325 jours	1'886 kWh	CHF 395.68	
	Consommation HC	01.01.2016	09.02.2016	39 jours	537 kWh	CHF 76.31	CHF 953.57
	Consommation HC	09.02.2016	31.12.2016	326 jours	6'541 kWh	CHF 877.26	
	Consommation HP	01.01.2016	09.02.2016	39 jours	232 kWh	CHF 52.39	CHF 485.20
	Consommation HP	09.02.2016	31.12.2016	326 jours	2'044 kWh	CHF 432.81	
	Consommation HC	01.01.2017	10.02.2017	40 jours	823 kWh	CHF 111.03	CHF 765.03
	Consommation HC	10.02.2017	31.12.2017	324 jours	4'897 kWh	CHF 654.00	
	Consommation HP	01.01.2017	10.02.2017	40 jours	257 kWh	CHF 56.24	CHF 528.15
	Consommation HP	10.02.2017	31.12.2017	324 jours	2'286 kWh	CHF 471.91	
	Consommation HC	01.01.2018	14.02.2018	44 jours	680 kWh	CHF 98.37	CHF 414.27
	Consommation HC	15.02.2018	31.12.2018	324 jours	1'867 kWh	CHF 315.90	
	Consommation HP	01.01.2018	14.02.2018	44 jours	317 kWh	CHF 69.79	CHF 478.12
	Consommation HP	15.02.2018	31.12.2018	324 jours	1'765 kWh	CHF 408.33	
<b>Consommation totale pour 2015 [kWh] :</b>							
12'447 kWh							
<b>Consommation totale pour 2016 [kWh] :</b>							
12'592 kWh							
<b>Consommation totale pour 2017 [kWh] :</b>							
12'591 kWh							
<b>Consommation totale pour 2018 [kWh] :</b>							
7'939 kWh							
<b>Consommation moyenne des années 2015 à 2018 [kWh] :</b>							
11'392 kWh							
<b>Total des consommations 2015 à 2018 [kWh] :</b>							
<b>45'569 kWh</b>							
<b>CHF 7'334.69</b>							

Source : Tableau de l'auteur provenant des factures d'électricité d'Energies Sion région

**Annexe 18 : Récapitulatif des factures d'électricité de 2015 à 2018 - chalet "Cordée"**

Point de mesure du chalet "Cordée" : 111'600								
Du	Au	Consommation HC (kWh)	Consommation HP (kWh)	Consommation totale (kWh)	Puissance réseau mesurée (kW)	Montant CHF (TTC)	Coûts de la consommation annuel (CHF)	
01.01.2015	28.02.2015	295 kWh	1'243 kWh	1'538 kWh	16 kW	CHF 344.10	CHF 1'499.05	
01.03.2015	30.04.2015	315 kWh	1'077 kWh	1'392 kWh	15 kW	CHF 316.05		
01.05.2015	30.06.2015	71 kWh	249 kWh	320 kWh	9 kW	CHF 117.20		
01.07.2015	31.08.2015	271 kWh	1'136 kWh	1'407 kWh	12 kW	CHF 286.40		
01.09.2015	31.10.2015	297 kWh	896 kWh	1'193 kWh	14 kW	CHF 251.15		
01.11.2015	31.12.2015	167 kWh	562 kWh	729 kWh	11 kW	CHF 184.15		
		<b>1'416 kWh</b>	<b>5'163 kWh</b>	<b>6'579 kWh</b>				
01.01.2016	29.02.2016	286 kWh	968 kWh	1'254 kWh	15 kW	CHF 272.05	CHF 1'402.30	
01.03.2016	30.04.2016	239 kWh	1'018 kWh	1'257 kWh	12 kW	CHF 274.10		
01.05.2016	30.06.2016	117 kWh	420 kWh	537 kWh	12 kW	CHF 131.65		
01.07.2016	31.08.2016	290 kWh	1'422 kWh	1'712 kWh	16 kW	CHF 321.75		
01.09.2016	31.10.2016	263 kWh	784 kWh	1'047 kWh	12 kW	CHF 214.10		
01.11.2016	31.12.2016	174 kWh	597 kWh	771 kWh	16 kW	CHF 188.65		
		<b>1'369 kWh</b>	<b>5'209 kWh</b>	<b>6'578 kWh</b>				
01.01.2017	28.02.2017	258 kWh	757 kWh	1'015 kWh	13 kW	CHF 223.55	CHF 1'310.10	
01.03.2017	30.04.2017	342 kWh	1'159 kWh	1'501 kWh	14 kW	CHF 311.65		
01.05.2017	30.06.2017	108 kWh	329 kWh	437 kWh	14 kW	CHF 111.40		
01.07.2017	31.08.2017	330 kWh	1'670 kWh	2'000 kWh	15 kW	CHF 362.45		
01.09.2017	31.10.2017	87 kWh	242 kWh	329 kWh	15 kW	CHF 94.20		
01.11.2017	31.12.2017	247 kWh	691 kWh	938 kWh	14 kW	CHF 206.85		
		<b>1'372 kWh</b>	<b>4'848 kWh</b>	<b>6'220 kWh</b>				
01.01.2018	28.02.2018	275 kWh	895 kWh	1'170 kWh	14 kW	CHF 251.55	CHF 1'184.42	
01.03.2018	30.04.2018	236 kWh	841 kWh	1'077 kWh	17 kW	CHF 239.90		
01.05.2018	30.06.2018	126 kWh	378 kWh	504 kWh	12 kW	CHF 121.95		
01.07.2018	31.08.2018	297 kWh	1'490 kWh	1'787 kWh	15 kW	CHF 332.45		
01.09.2018	31.10.2018	86 kWh	337 kWh	423 kWh	13 kW	CHF 109.55		
01.11.2018	31.12.2018	177 kWh	578 kWh	755 kWh	16 kW	CHF 129.02		
		<b>1'197 kWh</b>	<b>4'519 kWh</b>	<b>5'716 kWh</b>				
<b>Total</b>		<b>5'354 kWh</b>	<b>19'739 kWh</b>	<b>25'093 kWh</b>			<b>CHF 5'395.87</b>	
<b>Consommation moyenne [kWh]</b>		<b>1'339 kWh</b>	<b>4'935 kWh</b>	<b>6'273 kWh</b>				

Source : Tableau de l'auteur provenant des factures d'électricité d'Energies Sion région

### Annexe 19 : Tableaux des locations de 2015 à 2018 - chalets "Cordée" et "Vejic"

Groupe	Nombre de personnes	Date d'arrivée	Date de départ	Jours	Grand chalet			Petit chalet					Consommation totale du séjour	Coût total en CHF
					Compteur 111'600 A	Compteur 111'600 B	Consommation totale	Compteur 96'825 A Chauffage	Compteur 96'825 B Chauffage	Compteur 97'226 Ménage	Compteur 115'489 Boiler	Consommation totale		
1 Ski Club Bex	43	01.01.2015	04.01.2015	3	8 kWh	159 kWh	167 kWh	26 kWh	120 kWh	82 kWh	89 kWh	317 kWh	484 kWh	CHF 217.80
2 Deep Services SA	21	05.01.2015	09.01.2015	4	10 kWh	87 kWh	97 kWh	127 kWh	90 kWh	53 kWh	72 kWh	342 kWh	439 kWh	CHF 197.55
3 Mélanie Bovet-Antille	30	12.01.2015	16.01.2015	4	94 kWh	174 kWh	268 kWh					0 kWh	268 kWh	CHF 120.60
4 Valentin May	24	17.01.2015	18.01.2015	1	35 kWh	60 kWh	95 kWh					0 kWh	95 kWh	CHF 42.75
5 Bio-Tam	10	17.01.2015	18.01.2015	1			0 kWh	9 kWh	23 kWh	28 kWh	36 kWh	96 kWh	96 kWh	CHF 43.20
6 Risk Association	30	30.01.2015	01.02.2015	2	46 kWh	94 kWh	140 kWh					0 kWh	140 kWh	CHF 63.00
7 Wirtschaftsschule KV Winterthur	6	31.01.2015	07.02.2015	7			0 kWh	40 kWh	116 kWh	147 kWh	16 kWh	319 kWh	319 kWh	CHF 143.55
8 Cordée	12	07.02.2015	14.02.2015	7	49 kWh	193 kWh	242 kWh					0 kWh	242 kWh	CHF 108.90
9 Foyer Saint-Vincent	10	09.02.2015	13.02.2015	4			0 kWh	22 kWh	106 kWh	41 kWh	111 kWh	280 kWh	280 kWh	CHF 126.00
10 OJ Neuchâtel	12	14.02.2015	15.02.2015	1			0 kWh	3 kWh	4 kWh	8 kWh	3 kWh	18 kWh	18 kWh	CHF 8.10
11 Pierrette Blatter	11	21.02.2015	28.02.2015	7			0 kWh	61 kWh	112 kWh	204 kWh	270 kWh	647 kWh	647 kWh	CHF 291.15
12 Les Amis du Castel	25	28.02.2015	01.03.2015	1	34 kWh	90 kWh	124 kWh					0 kWh	124 kWh	CHF 55.80
13 ES Pully	26	02.03.2015	06.03.2015	4	26 kWh	137 kWh	163 kWh					0 kWh	163 kWh	CHF 73.35
14 Fabienne Vioulac	12	06.03.2015	08.03.2015	2			0 kWh	21 kWh	36 kWh	63 kWh	37 kWh	157 kWh	157 kWh	CHF 70.65
15 FCFM Les Breuleux	23	07.03.2015	08.03.2015	1	18 kWh	35 kWh	53 kWh					0 kWh	53 kWh	CHF 23.85
16 ES Pully	18	09.03.2015	13.03.2015	4	20 kWh	127 kWh	147 kWh					0 kWh	147 kWh	CHF 66.15
17 Antoine Portier	16	14.03.2015	15.03.2015	1	33 kWh	57 kWh	90 kWh					0 kWh	90 kWh	CHF 40.50
18 Caritas Jeunesse	30	04.04.2015	11.04.2015	7	49 kWh	271 kWh	319 kWh					0 kWh	319 kWh	CHF 143.55
19 Romaine Salamin	10	16.05.2015	17.05.2015	1			0 kWh	9 kWh	10 kWh	21 kWh	15 kWh	55 kWh	55 kWh	CHF 24.75
20 La Cordée travaux	5	29.05.2015	31.05.2015	2	6 kWh	11 kWh	17 kWh	522 kWh	55 kWh	2 kWh	3 kWh	582 kWh	599 kWh	CHF 269.55
21 Ecole des Palettes	26	08.06.2015	11.06.2015	3	14 kWh	110 kWh	124 kWh					0 kWh	124 kWh	CHF 55.80
22 Classe 1965 Saint-Léonard	18	13.06.2015	14.06.2015	1	3 kWh	39 kWh	42 kWh					0 kWh	42 kWh	CHF 18.90
23 Horizon Astural	9	15.06.2015	19.06.2015	4			0 kWh	32 kWh	74 kWh	31 kWh	14 kWh	151 kWh	151 kWh	CHF 67.95
24 Laurence Emaresi	16	20.06.2015	21.06.2015	1	6 kWh	27 kWh	33 kWh					0 kWh	33 kWh	CHF 14.85
25 Ecole des Plantes Médicinales	31	27.06.2015	03.07.2015	6	46 kWh	359 kWh	405 kWh	5 kWh	87 kWh	17 kWh	86 kWh	195 kWh	600 kWh	CHF 270.00
26 La Cordée Juillet	40	04.07.2015	25.07.2015	21	149 kWh	500 kWh	649 kWh	29 kWh	153 kWh	22 kWh	204 kWh	408 kWh	1'057 kWh	CHF 475.65
27 Cordée	15	26.07.2015	16.08.2015	21	119 kWh	454 kWh	573 kWh					0 kWh	573 kWh	CHF 257.85
28 Jean-Luc Girod	7	28.07.2015	29.07.2015	1			0 kWh	6 kWh	19 kWh	4 kWh	29 kWh	58 kWh	58 kWh	CHF 26.10
29 Guillaume Corthay	12	14.08.2015	16.08.2015	2			0 kWh	5 kWh	36 kWh	10 kWh	36 kWh	87 kWh	87 kWh	CHF 39.15
30 Maison de Quartier des Libellules	12	17.08.2015	19.08.2015	2			0 kWh	19 kWh	49 kWh	14 kWh	10 kWh	92 kWh	92 kWh	CHF 41.40
31 Nathalie Dumas	27	22.08.2015	23.08.2015	1	20 kWh	35 kWh	55 kWh					0 kWh	55 kWh	CHF 24.75
32 Lycia Beytrison	31	28.08.2015	29.08.2015	1	46 kWh	39 kWh	85 kWh					0 kWh	85 kWh	CHF 38.25
33 Véronique Chollet	12	04.09.2015	06.09.2015	2			0 kWh	33 kWh	68 kWh	97 kWh	25 kWh	223 kWh	223 kWh	CHF 100.35
34 Ecole Suisse de Tourisme	30	05.09.2015	06.09.2015	1	70 kWh	143 kWh	213 kWh					0 kWh	213 kWh	CHF 95.85
35 Romaine Salamin	8	26.09.2015	27.09.2015	1			0 kWh	5 kWh	54 kWh	13 kWh	10 kWh	82 kWh	82 kWh	CHF 36.90
36 Gymnase français de Biel	31	28.09.2015	02.10.2015	4	39 kWh	157 kWh	196 kWh					0 kWh	196 kWh	CHF 88.20
37 PS Ville de Genève	26	03.11.2015	04.11.2015	1	14 kWh	54 kWh	68 kWh					0 kWh	68 kWh	CHF 30.60
38 La Cordée travaux	5	06.11.2015	08.11.2015	2			0 kWh	15 kWh	87 kWh	24 kWh	40 kWh	166 kWh	166 kWh	CHF 74.70
39 Fabienne Vioulac	12	13.11.2015	15.11.2015	2			0 kWh	24 kWh	78 kWh	54 kWh	57 kWh	213 kWh	213 kWh	CHF 95.85
40 Familles du Bouchet	20	26.12.2015	02.01.2016	7	65 kWh	272 kWh	337 kWh					0 kWh	337 kWh	CHF 151.65
41 CO Solange Conus	9	27.12.2015	02.01.2016	6			0 kWh	105 kWh	26 kWh	36 kWh	129 kWh	296 kWh	296 kWh	CHF 133.20
Total	771			154	1'018 kWh	3'684 kWh	4'702 kWh	1'118 kWh	1'403 kWh	971 kWh	1'292 kWh	4'784 kWh	9'486 kWh	CHF 4'268.70

Groupe	Nombre de personnes	Date d'arrivée	Date de départ	Jours	Grand chalet				Petit chalet				Consommation totale du séjour	Coût total en CHF	
					Compteur 111'600 A	Compteur 111'600 B	Consommation totale	Compteur 96'825 A Chauffage	Compteur 96'825 B Chauffage	Compteur 97'226 Ménage	Compteur 115'489 Boiler	Consommation totale			
1	Association Arcade 84	33	02.01.2016	09.01.2016	7	60 kWh	106 kWh	166 kWh	284 kWh	197 kWh	28 kWh	62 kWh	571 kWh	737 kWh	CHF 331.65
2	La Gym Nyon	25	16.01.2016	17.01.2016	1	9 kWh	15 kWh	24 kWh					0 kWh	24 kWh	CHF 10.80
3	Miguel Martinez	9	22.01.2016	23.01.2016	1			0 kWh	40 kWh	28 kWh	4 kWh	9 kWh	81 kWh	81 kWh	CHF 36.45
4	Nicolas Strambini	2	29.01.2016	31.01.2016	2			0 kWh	6 kWh	49 kWh	21 kWh	38 kWh	114 kWh	114 kWh	CHF 51.30
5	Risk Association	2	29.01.2016	31.01.2016	2	41 kWh	71 kWh	112 kWh					0 kWh	112 kWh	CHF 50.40
6	Patrick Rumel	5	06.02.2016	13.02.2016	7			0 kWh	65 kWh	93 kWh	31 kWh	68 kWh	257 kWh	257 kWh	CHF 115.65
7	Emmanuela Passen-Luyet	30	06.02.2016	08.02.2016	2	25 kWh	66 kWh	91 kWh					0 kWh	91 kWh	CHF 40.95
8	SCE Events	12	07.02.2016	13.02.2016	6	76 kWh	222 kWh	298 kWh					0 kWh	298 kWh	CHF 134.10
9	Foyer St-Vincent	9	15.02.2016	19.02.2016	4			0 kWh	316 kWh	101 kWh	15 kWh	136 kWh	568 kWh	568 kWh	CHF 255.60
10	Ghislaine Roux	12	27.02.2016	28.02.2016	1			0 kWh	56 kWh	25 kWh	7 kWh	40 kWh	128 kWh	128 kWh	CHF 57.60
11	ES Pully	24	29.02.2016	04.03.2016	4	40 kWh	205 kWh	245 kWh					0 kWh	245 kWh	CHF 110.25
12	FCMF Les Breuleux	30	05.03.2016	06.03.2016	1	10 kWh	15 kWh	25 kWh					0 kWh	25 kWh	CHF 11.25
13	ES Pully	24	07.03.2016	11.03.2016	4	16 kWh	119 kWh	135 kWh					0 kWh	135 kWh	CHF 60.75
14	Frédéric Gauye	40	12.03.2016	13.03.2016	1	4 kWh	10 kWh	14 kWh	2 kWh	54 kWh	53 kWh	12 kWh	121 kWh	135 kWh	CHF 60.75
15	Caritas Jeunesse	30	26.03.2016	02.04.2016	7	55 kWh	315 kWh	370 kWh					0 kWh	370 kWh	CHF 166.50
16	David Rubattel	9	09.04.2016	10.04.2016	6			0 kWh	6 kWh	34 kWh	30 kWh	26 kWh	96 kWh	96 kWh	CHF 43.20
17	FSG Aurore Montrichet	41	05.05.2016	08.05.2016	3	194 kWh	29 kWh	223 kWh	88 kWh	165 kWh	63 kWh	8 kWh	324 kWh	547 kWh	CHF 246.15
18	Sophie Geiser Charrière	20	13.05.2016	16.05.2016	3	68 kWh	32 kWh	100 kWh					0 kWh	100 kWh	CHF 45.00
19	Mathieu Wenger	6	14.05.2016	15.05.2016	1			0 kWh	9 kWh	45 kWh	12 kWh	6 kWh	72 kWh	72 kWh	CHF 32.40
20	Eglise Evangélique de Sierre	12	15.05.2016	16.05.2016	1			0 kWh	10 kWh	43 kWh	21 kWh	18 kWh	92 kWh	92 kWh	CHF 41.40
21	Mélanie Schaffter	12	28.05.2016	29.05.2016	1			0 kWh	13 kWh	1 kWh	11 kWh	17 kWh	42 kWh	42 kWh	CHF 18.90
22	École des Palettes	28	14.06.2016	17.06.2016	3	20 kWh	134 kWh	154 kWh					0 kWh	154 kWh	CHF 69.30
23	Ecole des Plantes Médicinales	31	24.06.2016	01.07.2016	7	66 kWh	443 kWh	509 kWh	6 kWh	164 kWh	13 kWh	110 kWh	293 kWh	802 kWh	CHF 360.90
24	Cordée Juillet	34	02.07.2016	23.07.2016	21	98 kWh	436 kWh	534 kWh	37 kWh	240 kWh	18 kWh	216 kWh	511 kWh	1'045 kWh	CHF 470.25
25	Cordée	20	24.07.2016	14.08.2016	21	100 kWh	393 kWh	493 kWh					0 kWh	493 kWh	CHF 221.85
26	Marie-Pomme Pauchard Arnet	6	30.07.2016	07.08.2016	8			0 kWh	144 kWh	31 kWh	110 kWh	25 kWh	310 kWh	310 kWh	CHF 139.50
27	Thierry Steininger	34	20.08.2016	21.08.2016	1	44 kWh	17 kWh	61 kWh					0 kWh	61 kWh	CHF 27.45
28	Johanna Mengis	11	03.09.2016	04.09.2016	1	16 kWh	37 kWh	53 kWh					0 kWh	53 kWh	CHF 23.85
29	Merle Raymond	43	09.09.2016	11.09.2016	2	10 kWh	2 kWh	12 kWh	87 kWh	10 kWh	57 kWh	23 kWh	177 kWh	189 kWh	CHF 85.05
30	Ecole Suisse du Tourisme	12	17.09.2016	19.09.2016	2			0 kWh	14 kWh	44 kWh	66 kWh	10 kWh	134 kWh	134 kWh	CHF 60.30
31	Gymnasium Wultenz	16	26.09.2016	30.09.2016	4	22 kWh	75 kWh	97 kWh					0 kWh	97 kWh	CHF 43.65
32	Fondation de la Grande Maison	13	03.10.2016	06.10.2016	3			0 kWh	20 kWh	61 kWh	38 kWh	83 kWh	202 kWh	202 kWh	CHF 90.90
33	Frédéric Favre	45	08.10.2016	09.10.2016	1	24 kWh	63 kWh	87 kWh	5 kWh	46 kWh	22 kWh	3 kWh	76 kWh	163 kWh	CHF 73.35
34	Brigade de Sauvabelin	23	16.10.2016	21.10.2016	5	24 kWh	60 kWh	84 kWh					0 kWh	84 kWh	CHF 37.80
35	Caritas Jeunesse	30	22.10.2016	29.10.2016	7	111 kWh	314 kWh	425 kWh					0 kWh	425 kWh	CHF 191.25
36	Laurence Vuarambom	12	26.11.2016	26.11.2016	0			0 kWh	10 kWh	73 kWh	19 kWh	50 kWh	152 kWh	152 kWh	CHF 68.40
37	Lunaphore Technologies	17	08.12.2016	09.12.2016	1	15 kWh	15 kWh	30 kWh					0 kWh	30 kWh	CHF 13.50
38	Hervé Nauroy	8	24.12.2016	31.12.2016	7			0 kWh	43 kWh	87 kWh	123 kWh	163 kWh	416 kWh	416 kWh	CHF 187.20
Total		770			159	1'148 kWh	3'194 kWh	4'342 kWh	1'261 kWh	1'591 kWh	762 kWh	1'123 kWh	4'737 kWh	9'079 kWh	CHF 4'085.55

Groupe	Nombre de personnes	Date d'arrivée	Date de départ	Jours	Grand chalet				Petit chalet				Consommation totale du séjour	Coût total en CHF
					Compteur 111'600 A	Compteur 111'600 B	Consommation totale	Compteur 96'825 A Chauffage	Compteur 96'825 B Chauffage	Compteur 97'226 Ménage	Compteur 115'489 Boiler	Consommation totale		
1 Association Arcade 84	33	31.12.2016	07.01.2017	7	71 kWh	220 kWh	291 kWh	18 kWh	131 kWh	206 kWh	63 kWh	418 kWh	709 kWh	CHF 319.05
2 Axa Winterthur	20	13.01.2017	14.01.2017	1	20 kWh	29 kWh	49 kWh					0 kWh	49 kWh	CHF 22.05
3 FSG Gym Nyon	26	21.01.2017	22.01.2017	1	20 kWh	31 kWh	51 kWh					0 kWh	51 kWh	CHF 22.95
4 Risk Association	31	27.01.2017	29.01.2017	2	18 kWh	51 kWh	69 kWh					0 kWh	69 kWh	CHF 31.05
5 BSN	43	03.02.2017	05.02.2017	2	15 kWh	17 kWh	32 kWh	7 kWh	10 kWh	23 kWh	82 kWh	122 kWh	154 kWh	CHF 69.30
6 Patrick Rumel	4	05.02.2017	11.02.2017	6			0 kWh	23 kWh	155 kWh	41 kWh	52 kWh	271 kWh	271 kWh	CHF 121.95
7 Cordée Février	18	11.02.2017	18.02.2017	7	21 kWh	127 kWh	148 kWh					0 kWh	148 kWh	CHF 66.60
8 Foyer St-Vincent	10	13.02.2017	17.02.2017	4			0 kWh	30 kWh	110 kWh	69 kWh	91 kWh	300 kWh	300 kWh	CHF 135.00
9 Anne Nilsen	10	18.02.2017	24.02.2017	6	20 kWh	103 kWh	123 kWh					0 kWh	123 kWh	CHF 55.35
10 Fondation Ecole Pestalozzi	8	20.02.2017	24.02.2017	4			0 kWh	33 kWh	123 kWh	112 kWh	46 kWh	314 kWh	314 kWh	CHF 141.30
11 Junior Entreprise Lausanne	31	24.02.2017	26.02.2017	2	55 kWh	80 kWh	135 kWh					0 kWh	135 kWh	CHF 60.75
12 SCE Holidays Events	12	25.02.2017	04.03.2017	7			0 kWh	86 kWh	193 kWh	182 kWh	193 kWh	654 kWh	654 kWh	CHF 294.30
13 ES Pully	24	27.02.2017	03.03.2017	4	21 kWh	130 kWh	151 kWh					0 kWh	151 kWh	CHF 67.95
14 FCMF Les Breuleux	25	04.03.2017	05.03.2017	1	10 kWh	16 kWh	26 kWh					0 kWh	26 kWh	CHF 11.70
15 ES Pully	25	06.03.2017	10.03.2017	4	30 kWh	13 kWh	43 kWh					0 kWh	43 kWh	CHF 19.35
16 Carmen Delisle	26	10.03.2017	12.03.2017	2	22 kWh	81 kWh	103 kWh					0 kWh	103 kWh	CHF 46.35
17 Marco Ammann	10	10.03.2017	12.03.2017	2			0 kWh	20 kWh	76 kWh	14 kWh	49 kWh	159 kWh	159 kWh	CHF 71.55
18 Jean Tafforeau	7	16.03.2017	19.03.2017	3			0 kWh	12 kWh	30 kWh	9 kWh	22 kWh	73 kWh	73 kWh	CHF 32.85
19 Sanae Label	24	18.03.2017	19.03.2017	1	14 kWh	38 kWh	52 kWh					0 kWh	52 kWh	CHF 23.40
20 Caritas Jeunesse	25	15.04.2017	22.04.2017	7	168 kWh	163 kWh	331 kWh					0 kWh	331 kWh	CHF 148.95
21 Maison de Quartier de Vernier	12	19.04.2017	20.04.2017	1			0 kWh	11 kWh	8 kWh	9 kWh	9 kWh	37 kWh	37 kWh	CHF 16.65
22 Michel Bapst	12	22.04.2017	23.04.2017	1			0 kWh	11 kWh	8 kWh	9 kWh	9 kWh	37 kWh	37 kWh	CHF 16.65
23 Hervé Pannatier	25	29.04.2017	30.04.2017	1	17 kWh	13 kWh	30 kWh					0 kWh	30 kWh	CHF 13.50
24 Fondation Cap Loisirs	12	13.05.2017	14.05.2017	1			0 kWh	2 kWh	50 kWh	6 kWh	17 kWh	75 kWh	75 kWh	CHF 33.75
25 Ecole Ceruleum	20	16.05.2017	19.05.2017	3	34 kWh	43 kWh	77 kWh					0 kWh	77 kWh	CHF 34.65
26 Fondation Cap Loisirs	12	25.05.2017	28.05.2017	3			0 kWh	21 kWh	50 kWh	12 kWh	34 kWh	117 kWh	117 kWh	CHF 52.65
27 Famille Kernen	31	25.05.2017	28.05.2017	3	22 kWh	25 kWh	47 kWh					0 kWh	47 kWh	CHF 21.15
28 A Rochat	30	03.06.2017	05.06.2017	2	12 kWh	53 kWh	65 kWh					0 kWh	65 kWh	CHF 29.25
29 Hope Cultural and Educational Fond	26	17.06.2017	18.06.2017	1	13 kWh	22 kWh	35 kWh					0 kWh	35 kWh	CHF 15.75
30 L'Alchemille	28	23.06.2017	30.06.2017	7	38 kWh	105 kWh	143 kWh	9 kWh	21 kWh	13 kWh	142 kWh	185 kWh	328 kWh	CHF 147.60
31 La Cordée	32	01.07.2017	22.07.2017	21	38 kWh	0 kWh	38 kWh	0 kWh	252 kWh	80 kWh	426 kWh	758 kWh	796 kWh	CHF 358.20
32 La Cordée	28	23.07.2017	12.08.2017	20	40 kWh	0 kWh	40 kWh	0 kWh	275 kWh	124 kWh	580 kWh	979 kWh	1'019 kWh	CHF 458.55
33 Anne Pascale Cretenand Luc	25	12.08.2017	19.08.2017	7	11 kWh	0 kWh	11 kWh	0 kWh	110 kWh	44 kWh	104 kWh	258 kWh	269 kWh	CHF 121.05
34 Stéphanie Wasem Bonvin	32	19.08.2017	20.08.2017	1	15 kWh	13 kWh	28 kWh					0 kWh	28 kWh	CHF 12.60
35 Sandy Grandjean	9	26.08.2017	27.08.2017	1			0 kWh	13 kWh	0 kWh	0 kWh	42 kWh	55 kWh	55 kWh	CHF 24.75
36 Marie-Sabine Jaccard	41	02.09.2017	03.09.2017	1	13 kWh	32 kWh	45 kWh	31 kWh	40 kWh	24 kWh	57 kWh	152 kWh	197 kWh	CHF 88.65
37 Jérôme Clerc	9	09.09.2017	10.09.2017	1			0 kWh	5 kWh	47 kWh	4 kWh	12 kWh	68 kWh	68 kWh	CHF 30.60
38 Patricia Obrist Fournier	30	30.09.2017	01.10.2017	1	15 kWh	42 kWh	57 kWh					0 kWh	57 kWh	CHF 25.65
39 Louis Tomay	22	14.10.2017	15.10.2017	1	19 kWh	25 kWh	44 kWh					0 kWh	44 kWh	CHF 19.80
40 Michel Moret	32	21.10.2017	22.10.2017	1	27 kWh	43 kWh	70 kWh					0 kWh	70 kWh	CHF 31.50
41 Ass. Vacances Familiales Valais	40	23.10.2017	27.10.2017	4	7 kWh	114 kWh	121 kWh	7 kWh	111 kWh	71 kWh	49 kWh	238 kWh	359 kWh	CHF 161.55
Total	920			155	826 kWh	1'629 kWh	2'455 kWh	339 kWh	1'800 kWh	1'052 kWh	2'079 kWh	5'270 kWh	7'725 kWh	CHF 3'476.25

Groupe	Nombre de personnes	Date d'arrivée	Date de départ	Jours	Grand chalet			Petit chalet					Consommation totale du séjour	Coût total en CHF
					Compteur 111'600 A	Compteur 111'600 B	Consommation totale	Compteur 96'825 A Chauffage	Compteur 96'825 B Chauffage	Compteur 97'226 Ménage	Compteur 115'489 Boiler	Consommation totale		
1 Association Arcade 84	32	30.12.2017	06.01.2018	7	67 kWh	206 kWh	273 kWh	100 kWh	83 kWh	23 kWh	104 kWh	310 kWh	583 kWh	CHF 262.35
2 Marie Jimenez	6	07.01.2018	09.01.2018	2			0 kWh	59 kWh	33 kWh	5 kWh	51 kWh	148 kWh	148 kWh	CHF 66.60
3 Patrick Rumel	4	03.02.2018	10.02.2018	7			0 kWh	170 kWh	11 kWh	19 kWh	27 kWh	227 kWh	227 kWh	CHF 102.15
4 Cordée février	22	10.02.2018	18.02.2018	8	54 kWh	220 kWh	274 kWh					0 kWh	274 kWh	CHF 123.30
5 SCE Holiday Events Sàrl	12	10.02.2018	17.02.2018	7			0 kWh	249 kWh	204 kWh	167 kWh	208 kWh	828 kWh	828 kWh	CHF 372.60
6 Fondation Perceval	10	27.02.2018	01.03.2018	2	17 kWh	70 kWh	87 kWh					0 kWh	87 kWh	CHF 39.15
7 FCFM Les Breuleux	20	03.03.2018	04.03.2018	1	8 kWh	14 kWh	22 kWh					0 kWh	22 kWh	CHF 9.90
8 ES Pully	21	05.03.2018	09.03.2018	4	23 kWh	138 kWh	161 kWh					0 kWh	161 kWh	CHF 72.45
9 Ghersi Joey	17	09.03.2018	11.03.2018	2	26 kWh	59 kWh	85 kWh					0 kWh	85 kWh	CHF 38.25
10 Delphine Doléac	17	17.03.2018	18.03.2018	1	24 kWh	60 kWh	84 kWh					0 kWh	84 kWh	CHF 37.80
11 Caritas Jeunesse	30	31.03.2018	07.04.2018	7	62 kWh	308 kWh	370 kWh					0 kWh	370 kWh	CHF 166.50
12 Xavier Oreiller	20	28.04.2018	29.04.2018	1	8 kWh	22 kWh	30 kWh					0 kWh	30 kWh	CHF 13.50
13 FSG Aurore Montrichet	38	10.05.2018	13.05.2018	3	5 kWh	12 kWh	17 kWh	11 kWh	6 kWh	14 kWh	12 kWh	43 kWh	60 kWh	CHF 27.00
14 Marie-Pomme Pauchard	14	19.05.2018	21.05.2018	2			0 kWh	20 kWh	40 kWh	3 kWh	13 kWh	76 kWh	76 kWh	CHF 34.20
15 Tommy Laurent	12	02.06.2018	03.06.2018	1			0 kWh	0 kWh	2 kWh	9 kWh	25 kWh	36 kWh	36 kWh	CHF 16.20
16 Schule Stunden Aegerter	13	11.06.2018	15.06.2018	4	27 kWh	104 kWh	131 kWh					0 kWh	131 kWh	CHF 58.95
17 Beney Virginie	29	16.06.2018	17.06.2018	1	13 kWh	35 kWh	48 kWh					0 kWh	48 kWh	CHF 21.60
18 Externat Pedago Horizon	10	18.06.2018	22.06.2018	4			0 kWh	9 kWh	3 kWh	20 kWh	0 kWh	32 kWh	32 kWh	CHF 14.40
19 L'Alchemille	26	22.06.2018	29.06.2018	7	35 kWh	37 kWh	72 kWh	1 kWh	2 kWh	15 kWh	37 kWh	55 kWh	127 kWh	CHF 57.15
20 Cordée juillet	33	07.07.2018	28.07.2018	21	114 kWh	534 kWh	648 kWh	1 kWh	1 kWh	31 kWh	245 kWh	278 kWh	926 kWh	CHF 416.70
21 Caritas Jeunesse	30	20.10.2018	27.10.2018	7	46 kWh	210 kWh	256 kWh					0 kWh	256 kWh	CHF 115.20
22 José Jolissaint	22	23.11.2018	25.11.2018	2	23 kWh	65 kWh	88 kWh					0 kWh	88 kWh	CHF 39.60
23 Philippe Vultier	9	21.12.2018	28.12.2018	7			0 kWh	318 kWh	269 kWh	39 kWh	148 kWh	774 kWh	774 kWh	CHF 348.30
24 Noël Porchet	21	21.12.2018	28.12.2018	7	104 kWh	312 kWh	416 kWh					0 kWh	416 kWh	CHF 187.20
25 Association ARCADE	39	29.12.2018	05.01.2019	7	98 kWh	345 kWh	443 kWh	370 kWh	214 kWh	35 kWh	121 kWh	740 kWh	1'183 kWh	CHF 532.35
Total	507			122	754 kWh	2'751 kWh	3'505 kWh	1'308 kWh	868 kWh	380 kWh	991 kWh	3'547 kWh	7'052 kWh	CHF 3'173.40

Source : Tableaux de l'auteur provenant des fiches de locations de l'association « La Cordée »

**Annexe 20 : Potentiel de production d'énergie des toits du chalet "Cordée"**

Mois	2014				2015				2016				Moyenne
	Toits 1+4 <sup>a)</sup>	Toits 2+3 <sup>b)</sup>	Toit 5 <sup>c)</sup>	Total	Toits 1+4 <sup>a)</sup>	Toits 2+3 <sup>b)</sup>	Toit 5 <sup>c)</sup>	Total	Toits 1+4 <sup>a)</sup>	Toits 2+3 <sup>b)</sup>	Toit 5 <sup>c)</sup>	Total	
Janvier	202 kWh	325 kWh	142 kWh	669 kWh	203 kWh	338 kWh	148 kWh	689 kWh	207 kWh	337 kWh	147 kWh	691 kWh	683 kWh
Février	311 kWh	494 kWh	201 kWh	1'006 kWh	329 kWh	540 kWh	228 kWh	1'097 kWh	289 kWh	439 kWh	172 kWh	900 kWh	1'001 kWh
Mars	574 kWh	951 kWh	358 kWh	1'883 kWh	539 kWh	883 kWh	326 kWh	1'748 kWh	573 kWh	935 kWh	347 kWh	1'855 kWh	1'829 kWh
Avril	675 kWh	1'080 kWh	360 kWh	2'115 kWh	722 kWh	1'119 kWh	380 kWh	2'221 kWh	706 kWh	1'079 kWh	361 kWh	2'146 kWh	2'161 kWh
Mai	874 kWh	1'244 kWh	407 kWh	2'525 kWh	854 kWh	1'193 kWh	397 kWh	2'444 kWh	901 kWh	1'291 kWh	426 kWh	2'618 kWh	2'529 kWh
Juin	873 kWh	1'275 kWh	407 kWh	2'555 kWh	940 kWh	1'296 kWh	427 kWh	2'663 kWh	848 kWh	1'156 kWh	378 kWh	2'382 kWh	2'533 kWh
Juillet	618 kWh	915 kWh	289 kWh	1'822 kWh	940 kWh	1'366 kWh	448 kWh	2'754 kWh	862 kWh	1'278 kWh	412 kWh	2'552 kWh	2'376 kWh
Août	652 kWh	1'022 kWh	339 kWh	2'013 kWh	657 kWh	1'039 kWh	347 kWh	2'043 kWh	728 kWh	1'171 kWh	391 kWh	2'290 kWh	2'115 kWh
Septembre	498 kWh	860 kWh	305 kWh	1'663 kWh	479 kWh	770 kWh	278 kWh	1'527 kWh	484 kWh	831 kWh	297 kWh	1'612 kWh	1'601 kWh
Octobre	332 kWh	557 kWh	224 kWh	1'113 kWh	297 kWh	525 kWh	209 kWh	1'031 kWh	311 kWh	514 kWh	213 kWh	1'038 kWh	1'061 kWh
Novembre	199 kWh	362 kWh	154 kWh	715 kWh	182 kWh	372 kWh	168 kWh	722 kWh	184 kWh	317 kWh	138 kWh	639 kWh	692 kWh
Décembre	167 kWh	284 kWh	128 kWh	579 kWh	165 kWh	307 kWh	145 kWh	617 kWh	165 kWh	307 kWh	145 kWh	617 kWh	604 kWh
	5'975 kWh	9'369 kWh	3'314 kWh	18'658 kWh	6'307 kWh	9'748 kWh	3'501 kWh	19'556 kWh	6'258 kWh	9'655 kWh	3'427 kWh	19'340 kWh	19'185 kWh

Source : Tableau de l'auteur provenant du calculateur solaire de SuisseÉnergie (2017)

**Annexe 21 : Nombre de nuitées et moyenne mensuelle - chalets "Cordée" et "Veijic"**

<b>Chalet "Cordée"</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Janvier</b>	345 nuitées	196 nuitées	234 nuitées	100 nuitées	<b>219 nuitées</b>
<b>Février</b>	109 nuitées	156 nuitées	358 nuitées	196 nuitées	<b>205 nuitées</b>
<b>Mars</b>	215 nuitées	406 nuitées	249 nuitées	185 nuitées	<b>264 nuitées</b>
<b>Avril</b>	210 nuitées	117 nuitées	200 nuitées	200 nuitées	<b>182 nuitées</b>
<b>Mai</b>	10 nuitées	60 nuitées	153 nuitées	78 nuitées	<b>75 nuitées</b>
<b>Juin</b>	188 nuitées	217 nuitées	198 nuitées	179 nuitées	<b>196 nuitées</b>
<b>Juillet</b>	716 nuitées	462 nuitées	564 nuitées	441 nuitées	<b>546 nuitées</b>
<b>Août</b>	283 nuitées	454 nuitées	299 nuitées	0 nuitées	<b>259 nuitées</b>
<b>Septembre</b>	123 nuitées	137 nuitées	59 nuitées	0 nuitées	<b>80 nuitées</b>
<b>Octobre</b>	31 nuitées	357 nuitées	166 nuitées	210 nuitées	<b>191 nuitées</b>
<b>Novembre</b>	26 nuitées	0 nuitées	0 nuitées	44 nuitées	<b>18 nuitées</b>
<b>Décembre</b>	120 nuitées	38 nuitées	40 nuitées	228 nuitées	<b>107 nuitées</b>

<b>Chalet "Veijic"</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Janvier</b>	89 nuitées	106 nuitées	72 nuitées	72 nuitées	<b>85 nuitées</b>
<b>Février</b>	164 nuitées	83 nuitées	168 nuitées	112 nuitées	<b>132 nuitées</b>
<b>Mars</b>	24 nuitées	12 nuitées	77 nuitées	0 nuitées	<b>28 nuitées</b>
<b>Avril</b>	0 nuitées	54 nuitées	24 nuitées	0 nuitées	<b>20 nuitées</b>
<b>Mai</b>	20 nuitées	117 nuitées	48 nuitées	64 nuitées	<b>62 nuitées</b>
<b>Juin</b>	112 nuitées	84 nuitées	84 nuitées	150 nuitées	<b>108 nuitées</b>
<b>Juillet</b>	633 nuitées	258 nuitées	360 nuitées	252 nuitées	<b>376 nuitées</b>
<b>Août</b>	72 nuitées	42 nuitées	225 nuitées	0 nuitées	<b>85 nuitées</b>
<b>Septembre</b>	32 nuitées	48 nuitées	21 nuitées	0 nuitées	<b>25 nuitées</b>
<b>Octobre</b>	0 nuitées	52 nuitées	48 nuitées	0 nuitées	<b>25 nuitées</b>
<b>Novembre</b>	34 nuitées	0 nuitées	0 nuitées	0 nuitées	<b>9 nuitées</b>
<b>Décembre</b>	45 nuitées	68 nuitées	24 nuitées	99 nuitées	<b>59 nuitées</b>

**Source : Données de l'auteur**

**Annexe 22 : Sujet et mandat du travail de Bachelor****HES-SO Valais**

EE	IG	TO
X		

**Sujet et Mandat Définitif  
du travail de bachelor**FO.2.2.02.27.GF  
mob/01/06/2017**Filière:** Economie d'entreprise, plein temps**Année** 2018/2019**Confidentiel**  **Non confidentiel** 

La directive sur les travaux de bachelor DI2.2.02.01 décrit précisément l'engagement de la HES-SO Valais et celle du mandant selon que le sujet est confidentiel ou non

<b>Etudiant-e</b>	<b>Professeur</b>																		
NOM Prénom DE ALMEIDA Michael	NOM Prénom GENOUD Stéphane																		
Tél. 078 860 26 89																			
<b>Mandant-e</b>	<b>Personne de contact</b>																		
NOM (raison sociale) La Cordée	NOM Prénom MERLE Raymond																		
Adresse complète Chemin du Veijic 2	Fonction Membre du comité																		
1983 Evolène	Tél. 076 602 18 95																		
Email merlegrand@infomaniak.ch																			
<b>Titre du travail de bachelor</b> Réduction de l'impact énergétique des bâtiments collectifs de la Cordée : audit énergétique																			
<b>Echéancier des travaux de bachelor</b> <table> <tr> <td>➤ Formation à plein temps</td> <td><input type="checkbox"/> Variante 1</td> <td>février – juillet</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Variante 2</td> <td>septembre – novembre</td> </tr> <tr> <td>➤ Formation en emploi</td> <td><input type="checkbox"/> Variante 1</td> <td>février – août</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Variante 2</td> <td>septembre – janvier</td> </tr> <tr> <td>➤ Type de tentative</td> <td><input type="checkbox"/> Première tentative</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seconde tentative</td> <td></td> </tr> </table>		➤ Formation à plein temps	<input type="checkbox"/> Variante 1	février – juillet		<input type="checkbox"/> Variante 2	septembre – novembre	➤ Formation en emploi	<input type="checkbox"/> Variante 1	février – août		<input type="checkbox"/> Variante 2	septembre – janvier	➤ Type de tentative	<input type="checkbox"/> Première tentative			<input checked="" type="checkbox"/> Seconde tentative	
➤ Formation à plein temps	<input type="checkbox"/> Variante 1	février – juillet																	
	<input type="checkbox"/> Variante 2	septembre – novembre																	
➤ Formation en emploi	<input type="checkbox"/> Variante 1	février – août																	
	<input type="checkbox"/> Variante 2	septembre – janvier																	
➤ Type de tentative	<input type="checkbox"/> Première tentative																		
	<input checked="" type="checkbox"/> Seconde tentative																		

**D'autre part le-la mandant-e confirme avoir pris bonne note :**

- de la directive du système qualité relatives au travail de bachelor
- que le travail sera réalisé selon la variante choisie ci-dessus
- que la recherche d'un sujet de travail de bachelor incombe à l'étudiant-e; ses contacts avec les entreprises susceptibles de fournir un mandat n'engagent pas la responsabilité de l'école.
- que le travail reste propriété de la HES-SO Valais et que l'exemplaire qui est remis à l'entreprise par l'étudiant-e est destiné exclusivement à ses propres besoins
- que la HES-SO Valais se réserve le droit de publier sur le site Internet de l'école, le nom de l'entreprise, de l'étudiant-e, le titre du travail de bachelor ainsi qu'un résumé (sauf travaux confidentiels)
- que les travaux confidentiels ne sont pas publiés. Le nom de l'étudiant, accompagné de l'information "Confidentiel" est publié avec un résumé du travail de bachelor, ne contenant ni les chiffres, ni les données sensibles. Le nom de l'entreprise n'est pas publié.
- que la défense orale n'est pas publique (assistant à la défense, le professeur, l'expert et un représentant de la filière)
- que l'étudiant et le professeur planifient avec le représentant du mandant / de la mandante, une présentation du travail de bachelor à l'entreprise

EE	IG	TO
X		

**Attestation d'originalité (à l'attention de l'entreprise mandante)**

- Le/la mandant-e atteste qu'aucune étude similaire n'a déjà été effectuée.
- Lorsque des éléments relatifs au travail préexistent, ils doivent être mentionnés d'une manière explicite ci-après.

**A la suite de ce formulaire, chaque étudiant-e doit fournir un rapport de 3 pages, comprenant les éléments suivants :**

1. <b>Titre du travail</b>  (max. 10 lignes)	<b>Indiquez</b>  1.1. Un titre pertinent qui fait référence au contexte, à l'objectif principal et éventuellement au nom de l'organisation / du projet.
2. <b>Le contexte (l'entreprise)</b>  (max. 10 lignes)	<b>Indiquez :</b>  2.1. Quel est le contexte de votre entreprise et qu'attend-elle de votre travail de bachelor ? 2.2. Où votre travail va-t-il s'arrêter (ce que vous n'allez pas faire après discussion avec votre mandant) ?
3. <b>L'état de l'art</b>  (15 - 20 lignes)	<b>Indiquez</b>  3.1. Rédigez un bref état de l'art sur la thématique de votre travail de bachelor (méthodes possibles, définition des concepts, contexte, secteur d'activités, etc.).
4. <b>Les objectifs du travail</b>  (min. 4 objectifs au point 4.2)	<b>Indiquez</b> sous la forme d'objectifs spécifiques, mesurables, atteignables, réalistes et temporels :  4.1. Quelle est la question de recherche associée à votre problématique, à laquelle vous allez répondre à la fin de votre travail ? 4.2. Quels sont les objectifs que votre mandant cherche à atteindre avec votre travail ? 4.3. Quels sont les livrables que vous allez présenter à votre mandant à la fin de votre travail ? (un livrable est un résultat tangible, mesurable et vérifiable d'un projet, comme par exemple un cahier de charges, une analyse SWOT, les résultats d'une enquête...) 4.4. Quelle sera la plus-value ainsi que l'impact de votre travail pour votre mandant ?
5. <b>Les méthodologies</b>  (max. 10 lignes)	<b>Indiquez</b>  5.1. Quelles méthodologies vont vous permettre de répondre à votre question de recherche et d'atteindre les objectifs cités en point 4.2 ? 5.2. Comment allez-vous collecter les données nécessaires à votre travail et garantir leur qualité ?
6. <b>La planification</b>	<b>Indiquez :</b>  6.1. Comment allez-vous répartir les 360 heures sur les étapes de votre travail en tenant compte de l'effort nécessaire pour implémenter la méthodologie (5.) et atteindre les objectifs (4.) ? 6.2. Quelles sont les principales dates / milestones dans le déroulement de votre travail ?
7. <b>La liste des références</b>	7.1. La référence complète des sources qui seront en priorité utilisés dans votre état de l'art et votre travail, selon les normes APA.

**ATTENTION**

avant restitution, le descriptif définitif du mandat doit être daté et signé,  
par: l'entreprise mandante, le professeur et l'étudiant-e

EE	IG	TO
X		

## Descriptif du mandat du travail de bachelor

### 1. Titre du travail

**1.1 Un titre pertinent qui fait référence au contexte, à l'objectif principal et éventuellement au nom de l'organisation / du projet.**

Réduction de l'impact énergétique des bâtiments collectifs de la Cordée : audit énergétique

### 2. Le contexte (l'entreprise) (max. 10 lignes)

#### 2.1. Quel est le contexte de votre entreprise et qu'attend-elle de votre travail de bachelor ?

La Cordée est une association bénévole dans le milieu de l'alpinisme. Son principal but est l'organisation de trois camps durant l'année. Les deux premiers ont lieu en été avec un programme comportant des bivouacs, de l'alpinisme et de l'escalade. Et le troisième est réalisé en hiver avec des randonnées à ski et en snowboard. Cette association attend principalement une analyse des solutions énergétiques pour les deux chalets accueillant les participants des camps, ainsi que les guides de montagne. Cette réflexion permettrait ainsi le remplacement de la chaudière et la réduction des coûts liés à la consommation d'énergie. Par ailleurs, la location des chalets représente un taux d'occupation annuelle d'environ 64% au rythme des saisons.

#### 2.2. Où votre travail va-t-il s'arrêter (ce que vous n'allez pas faire après discussion avec votre mandant) ?

Cette étude sera uniquement basée sur les solutions énergétiques (panneaux solaires, pompe à chaleur, changement de l'isolation) qui peuvent être apportées aux bâtiments collectifs de l'association la Cordée et de sa faisabilité.

### 3. L'état de l'art (15 - 20 lignes)

#### 3.1. Rédigez un bref état de l'art sur la thématique de votre travail de bachelor (méthodes possibles, définition des concepts, contexte, secteur d'activités, etc.).

Pour la réalisation de cet audit énergétique, il sera important de consulter plusieurs sujets qui traitent du développement durable lié aux habitations. Tout d'abord, l'outil « Energie + » permettra de réaliser des analyses des consommations des installations actuelles, d'étudier les modifications qui pourraient probablement être apportées aux infrastructures et également des investissements à effectuer. Pour effectuer cela, il faudra prendre en compte la norme ISO 50'001, qui est lié au management de l'énergie et de la documentation mise en ligne, tel que « Parc immobilier 2050 – Vision de l'OFEN », qui permettra de répondre aux attentes de la Confédération.

Pour effectuer un audit énergétique des grands consommateurs, des aides et des outils ont été mis à disposition par les cantons de Genève et Vaud sur leur site internet. Ces derniers seront utilisés, afin de compléter l'analyse des bâtiments collectifs de la Cordée.

Grâce au cadastre solaire que la Confédération a mis en place, il sera possible de connaître le potentiel de production solaire des toits des deux bâtiments et les coûts d'investissements à réaliser. Sachant que les panneaux solaires produisent tous les jours de l'énergie et que les deux édifices sont utilisés que quelques semaines durant l'année, il existera donc un surplus de production d'électricité. Pour éviter un tel gaspillage, un regroupement de consommation propre sera analysé afin de redistribuer l'énergie produite en trop. Pour ce faire, il sera important de consulter la plateforme « Swissolar », qui met à disposition un guide pratique et une méthode pour calculer le coût de revient des installations photovoltaïques.

EE	IG	TO
X		

**4. Les objectifs du travail (min. 4 objectifs au point 4.2)****4.1. Quelle est la question de recherche associée à votre problématique, à laquelle vous allez répondre à la fin de votre travail ?**

Quels sont les plans d'actions à entreprendre suite aux résultats obtenus grâce aux changements énergétiques réalisés sur les bâtiments collectifs analysés ?

**4.2. Quels sont les objectifs que votre mandant cherche à atteindre avec votre travail ?**

- Réduction de la consommation énergétique des bâtiments collectifs de la Cordée.
- Autoproduction de sa propre énergie localement, par le biais de panneaux solaires.
- Remplacement des installations énergivores.
- Réaliser un regroupement de consommation propre avec le voisinage.

**4.3. Quels sont les livrables que vous allez présenter à votre mandant à la fin de votre travail ? (un livrable est un résultat tangible, mesurable et vérifiable d'un projet, comme par exemple un cahier de charges, une analyse SWOT, les résultats d'une enquête...)**

Les livrables présentés à la fin de cet audit énergétique des bâtiments collectifs de la Cordée seront les suivants :

- Une présentation détaillée des caractéristiques des deux édifices, incluant son enveloppe et ses équipements.
- Les bilans de consommation des installations présentes lors de ces dernières années (au moins trois ans).
- Des propositions détaillées des améliorations à apporter aux deux bâtiments collectifs, ainsi que les coûts engendrés par ces modifications.
- Une présentation des subventions existantes, afin de réduire les coûts d'investissements.
- Réalisation d'une estimation des coûts et de la consommation énergétique futurs suite aux investissements effectués.

**4.4. Quelle sera la plus-value ainsi que l'impact de votre travail pour votre mandant ?**

Ce travail apportera une plus-value à l'association en termes d'économie financière liés aux charges énergétiques des deux chalets et de pouvoir se distinguer comme une association possédant une empreinte écologique.

**5. Les méthodologies (max. 10 lignes)****5.1. Quelles méthodologies vont vous permettre de répondre à votre question de recherche et d'atteindre les objectifs cités en point 4.2 ?**

En assurant le confort des usagers, nous allons étudier l'enveloppe et les systèmes énergétiques permettant de réduire la consommation et les coûts engendrés. Concernant les éléments et l'enveloppe des bâtiments, l'analyse se portera sur les fenêtres, ainsi que l'isolation. Pour la partie des systèmes, l'étude se portera sur le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et l'utilisation de la cuisine collective. Pour l'ensemble des systèmes cités ci-dessus, une analyse de la consommation sera nécessaire afin d'envisager les modifications énergétiques à entreprendre et les investissements futurs à réaliser.

**5.2. Comment allez-vous collecter les données nécessaires à votre travail et garantir leur qualité ?**

La collecte des données liées aux consommations et aux frais facturés se fera à l'aide des factures énergétiques reçues du distributeur d'énergie de la région. Afin de connaître la capacité de production d'énergie des toits, il faudra consulter le cadastre solaire, mis à disposition par la Confédération. Travailler sur place me permettra d'inspecter les bâtiments et garantira la qualité de ce travail.



EE	IG	TO
X		

**6. La planification**

**6.1. Comment allez-vous répartir les 360 heures sur les étapes de votre travail en tenant compte de l'effort nécessaire pour implémenter la méthodologie (5.) et atteindre les objectifs (4.) ?**

La répartition des 360 heures est la suivante :

Analyse de la surface des bâtiments collectifs	20 heures
Récolte des données des consommations	30 heures
Analyse des consommations énergétiques	50 heures
Réduire les coûts énergétiques	40 heures
Amélioration et changement des installations	90 heures
Étude d'une installation de panneaux solaires	40 heures
Mise en place d'un regroupement de consommation propre	30 heures
Estimation des consommations futures	20 heures
Correction et relecture	40 heures
<b>Total</b>	<b>360 heures</b>

**6.2. Quelles sont les principales dates / milestones dans le déroulement de votre travail ?**

Début du travail de Bachelor	30.11.2018
Analyse des surfaces et récolte des données	30.11.2018 – 16.12.2018
Étudier les consommations énergétiques	17.12.2018 – 30.12.2018
Réduction des coûts et améliorations des installations	31.12.2018 – 05.02.2019
Installation de panneaux solaires et regroupement de consommation propre	06.02.2019 – 28.02.2019
Correction et relecture	01.03.2019 – 12.03.2019
Dépôt du travail de Bachelor	13.03.2019

**7. La liste des références**

**7.1. La référence complète des sources qui seront en priorité utilisés dans votre état de l'art et votre travail, selon les normes APA.**

Office fédéral de l'énergie OFEN. (2016). *Combien d'électricité ou de chaleur est-il possible de produire sur mon toit ?* Récupéré sur <https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/?lang=fr>

Energie+. (2018). *Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires.* Récupéré sur <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=2>

Etat de Vaud. (2016). *Audits des grands consommateurs.* Récupéré sur <https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/entreprises/programme-des-audits-energetiques/outils-et-documents/#c1200777>

République et canton de Genève. (2016). *Les grands consommateurs et l'obligation d'audit.* Récupéré sur <http://ge.ch/energie/grands-consommateurs-0>

ISO – Organisation internationale de normalisation. (2018). *Systèmes de management de l'énergie.* Récupéré sur <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:50001:ed-2:v1:fr>

EE	IG	TO
X		

---

Swissolar. (2018). *Consommation propre*. Récupéré sur <https://www.swissolar.ch/fr/themes-principaux/consommation-propre/>

Suisse énergie. (2018). *Calculateur solaire*. Récupéré sur <https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/calculateur-solaire/?SYSTEM=2&TECHNOLOGIE=2>

---

HES-SO Valais

EE	IG	TO
X		

**Sujet et Mandat Définitif  
du travail de bachelor**

FO.2.2.02.27.GF  
mob/01/06/2017

**Commentaires du professeur responsable du suivi** - thèmes à développer ou à exclure, exigences de l'école, outils à utiliser, remarques et recommandations, etc

Date : 26 novembre 2018 Signature de l'étudiante-e : .....

Date : 26 novembre 2018 Signature du professeur/de la professeure : .....

Date : 21.11.2018 Signature du mandant/de la mandante : .....

Date : - 3 DEC. 2018 Validation du Responsable de filière : .....

RE: Travail de bachelor -> retour du jury sur le mandat provisoire

SUPPRIMER RÉPONDRE RÉPONDRE À TOUS TRANSFÉRER



Béatrice Girod Lehmann

jeu. 29/11/2018 09:44

Marquer comme non lu

A : Michaël De Almeida;

Cc : Estelle Dayer; Stéphane Genoud;

● Vous avez répondu le 13/12/2018 18:50.

📎 1 pièce jointe



Télécharger tout

Bonjour,

Suite à l'examen des formulaires "sujet & mandat définitif" de TB par le jury, nous vous informons que le vôtre est accepté.

Cependant le jury vous demande de prêter attention au point suivant :

- Point. 2.2 (limites) : les limites ne sont pas cohérentes avec le reste. Vous ne parlez que de l'isolation, et par la suite plus bas de l'enveloppe (donc y.incl. les fenêtres, le toit, les portes etc.). Donc il faut plutôt parler de l'enveloppe du bâtiment et non pas uniquement de l'isolation. Pour le reste c'est en ordre.

Pour la suite du processus, après signature par le responsable de filière, un exemplaire du formulaire vous sera transmis. Merci de transmettre une copie à votre professeur et à votre mandant.

Concernant la date de début officielle ainsi que la date de rendu, merci de regarder avec Mme Estelle Dayer ([estelle.dayer@hevs.ch](mailto:estelle.dayer@hevs.ch)). Elle est absente cette semaine et reviendra lundi si jamais. Elle pourra ainsi vous confirmer la durée exacte de la réalisation de votre TB.

Toutes les informations relatives au module du travail de Bachelor sont à disposition sur Cyberlearn.

Je reste à votre disposition pour toute question.

Cordiales salutations,

Béatrice Girod Lehmann

## 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 et que je cite ci-après :

- M. Stéphane Genoud, professeur à l'HES-SO et mandant pour ce travail de Bachelor ;
- Mme Nathalie Perrenoud, trésorière de l'association alpine « La Cordée » d'Évolène ;
- M. Luc Tissot, membre de l'association alpine « La Cordée » d'Évolène ;
- M. Raymond Merle, membre de l'association alpine « La Cordée » d'Évolène.

Sion, le 18 février 2019

Michael De Almeida