

Table des matières

Liste des figures	x
Listes des tableaux	xi
Liste des équations.....	xii
Liste des abréviations.....	xii
1 L'environnement macroéconomique de l'entreprise	1
1.1 Le contexte énergétique.....	1
1.1.1 L'énergie hydroélectrique	1
1.1.2 Les énergies renouvelables	1
1.2 Les axes énergétiques principaux.....	2
1.3 Le photovoltaïque en Suisse.....	3
1.4 L'énergie comme modèle économique.....	4
2 GrimSolar SA et la vision énergétique communale.....	5
2.1 La genèse de l'entreprise	5
2.2 La fondation de GrimSolar SA.....	5
2.3 La vision énergétique communale	6
2.4 Les Etats financiers	7
2.4.1 Analyse du Bilan	7
2.4.2 Le degré de financement.....	8
2.4.3 Le degré de couverture des immobilisations	8
2.4.4 Le degré de couverture des immobilisations 1	8
2.4.5 Le degré d'autofinancement	8
2.5 Analyse du résultat.....	9
2.5.1 La rentabilité des fonds propres.....	10
2.5.2 La rentabilité du capital investi	10
2.5.3 La marge de cash-flow.....	11
2.6 Les amortissements.....	12
2.7 Compte de profits et pertes prévisionnels.....	13
3 Aspect légal	14
3.1 Introduction.....	14
3.2 Définition d'une installation.....	14
3.3 Obligation de reprise et de rétribution	15
3.4 Création d'une convention avec la commune.....	15
3.5 Développement d'une communauté d'autoconsommation.....	15
3.6 L'utilisation d'accumulateurs électriques.....	16

3.7	L'évolution des subventions publiques pour le photovoltaïques	16
3.7.1	Rétribution à prix coûtant (RPC).....	16
3.7.2	La petite rétribution unique (PRU).....	17
3.7.3	Rétribution unique touchée par installations	17
4	La problématique	19
4.1	Évolution du secteur.....	19
4.2	L'impact financier de la nouvelle loi sur l'énergie.....	20
4.3	L'ancien Business Modèle	21
4.4	Les sites de production (2017)	23
4.4.1	Le centre scolaire.....	23
4.4.2	L'UAPE	23
4.4.3	Halle des travaux publics.....	23
4.4.4	Le nouveau centre scolaire.....	23
4.4.5	Les courbes de charges de production.....	24
4.5	Les bâtiments	25
4.6	Le site du centre scolaire.....	26
4.6.1	L'ancien centre scolaire (1) :.....	26
4.6.2	L'UAPE (2) :	27
4.6.3	Le nouveau centre scolaire.....	27
4.7	Le site des travaux publics.....	27
4.8	Achat d'énergie sur le marché libre	29
5	Analyses financières des installations	30
5.1	Calcul du prix de revient par kWh produit	30
5.2	Analyse des charges	32
5.3	Le seuil de rentabilité	32
5.4	Seuil de rentabilité ajusté au prix.....	33
5.5	Seuil de rentabilité ajusté au pourcentage d'autoconsommation.....	34
5.5.1	Installation de l'ancien centre scolaire.....	35
5.5.2	Installation de l'UAPE	36
5.5.3	Installation du nouveau centre scolaire	37
5.5.4	Installation des travaux publics	38
5.5.5	Regroupement d'autoconsommation.....	39
6	Retraitement des données	40
6.1	Création des courbes de charges de consommation des bâtiments	40
6.1.1	Site scolaire.....	40
6.1.2	Site des travaux publics	40
6.2	Création des courbes de charges de production.....	40

6.3	Détermination de l'autoconsommation (C Scolaire 2017).....	41
6.4	Hypothèse de travail	42
6.4.1	Le Site du centre scolaire.....	42
6.4.2	Le site des travaux publics et du ranch	43
7	Etude de faisabilité.....	44
7.1	Détermination des hypothèses de travail	44
7.2	Etat actuel.....	45
7.2.1	Rendement des installations	45
7.2.2	Analyse financière prévisionnelle.....	49
7.3	Autoconsommation des bâtiments	50
7.3.1	Rendement des installations	50
7.3.2	Analyse financière prévisionnelle.....	54
7.4	Regroupement des 2 bâtiments scolaires	55
7.4.1	Etude de faisabilité	55
7.4.2	Rendement des installations regroupées.....	57
7.4.3	Analyse financière prévisionnelle.....	58
7.5	Tendance haussière sur le marché de l'énergie	59
7.5.1	Le contexte	59
7.5.2	Rendement des installations	60
7.5.3	Analyse financière prévisionnelle.....	64
8	Amélioration du taux d'autoconsommation	65
8.1	Comment accroître l'autoconsommation	65
8.1.1	Etape 1 : production de chaleur avec du courant photovoltaïque	65
8.1.2	Etape 2 : Faire fonctionner les appareils ménagers avec du courant d'origine solaire	65
8.1.3	Etape 3 : Charger les véhicules avec du courant d'origine solaire.....	65
8.1.4	Etape 4 : Stockage dans des accumulateurs (batteries).....	66
8.1.5	Etape 5 : Dimensionnement de la surface pour les modules PV	66
8.2	Installation d'un système de stockage d'énergie	67
8.2.1	Les accumulateurs de courant solaire.....	67
8.2.2	Les différents types de stockage	68
8.2.3	Les critères à prendre en compte	68
8.2.4	Les appareils de commande	68
8.2.5	Calcul de rentabilité des batteries.....	69
8.3	Optimisation de la production du bâtiment halle TP	70
8.3.1	Introduction.....	70
8.3.2	Création d'un regroupement d'autoconsommation.....	70

8.3.3 Utilisation d'un véhicule communale électrique.....	73
8.4 Ouverture du marché	74
9 Conclusions.....	75
9.1 Plan développement par installation	75
9.1.1 Recommandation générale	77
9.1.2 L'installation de l'ancien centre scolaire	77
9.1.3 L'installation du nouveau centre scolaire.....	77
9.1.4 L'installation de l'UAPE.....	77
9.1.5 Installation des travaux publics	77
9.2 Utilisation du bénéfice	78
9.3 La gestion future de GrimSolar SA.....	78
9.3.1 Un contexte difficile	78
9.3.2 Plan de développement de la société GrimSolar SA	78
9.4 Les limites	80
Références.....	81
Annexe I : analyse PESTEL	83
Annexe II : Analyse SWOT	84
Annexe III : Simulation financière, situation actuelle.....	85
Annexe IV : Simulation financière, situation autoconsommation	86
Annexe V : Simulation financière, situation autoconsommation + regroupement d'autoconsommation.....	87
Annexe VI : apport d'autoconsommation en ajoutant des batteries	88
Annexe VII : étude de projet ESR pour un regroupement d'autoconsommation.....	89
Annexe VIII : Bilan de la société	90
Annexe IX : Compte de pertes et profits de la société.....	91
Annexe X : données de production de la société	92
Annexe XI : mail de confirmation	93
Annexe XII : mandat définitif.....	94
Déclaration de l'auteur	101

Liste des figures

Figure 1 : visite des installations durant l'assemblée générale.....	iv
Figure 2 : comparaison du LCOE du PV / nucléaire / charbon / gaz.....	2
Figure 3 : Les contraintes et influences du prix de l'électricité.....	4
Figure 4 : degré de couverture des immobilisations.....	8
Figure 5 : pyramide de Dupont	10
Figure 6 : les objectifs de l'entreprise	11
Figure 7 : tableau des amortissements	12
Figure 8 : Compte de résultat prévisionnel actuel	13
Figure 9 : l'évolution des subventions concernant société GrimSolar SA.....	18
Figure 10 : Analyse du cash-flow prévisionnel 2018-2028.....	20
Figure 11 : calcul de rentabilité initiaux transmis par la société.....	22
Figure 12 : courbe de charge de production totale PV, site du centre scolaire.....	24
Figure 13 : courbe de charge de production totale PV, site des TP	24
Figure 14 : plan de la commune de Grimisuat	25
Figure 15 : plan de centre scolaire	26
Figure 16: Plan halle des travaux publics	28
Figure 17 : rémunération communale minimale	34
Figure 18 : Seuil de rentabilité ancien centre scolaire	35
Figure 19 : seuil de rentabilité UAPE.....	36
Figure 20 : Seuil de rentabilité nouveau centre sco.....	37
Figure 21 : seuil de rentabilité TP	38
Figure 22 : Seuil de rentabilité regroupement autoconsommation centre scolaire.....	39
Figure 23 : Autoconsommation du nouveau centre scolaire	41
Figure 24 : pourcentage d'autoconsommation du regroupement	55
Figure 25 : Plan regroupement autoconsommation centre scolaire	56
Figure 26 : Swiss Futures Cal9 Base : évolution du prix pour l'année 2019.....	59
Figure 27 : Part d'autoconsommation accessible	66
Figure 28 : comparaison courbe de charge de production et de consommation.....	67
Figure 29 : potentiel de développement du site des TP	71

Listes des tableaux

Tableau 1 : Auswertungen nach Technologien	3
Tableau 2 : Bilan de la société GrimSolar SA.....	7
Tableau 3 : compte de résultat 2017	9
Tableau 4 : types de subventions en fonction de la puissance	14
Tableau 5 : rémunération ESR ancien centre sco.....	19
Tableau 6 : récapitulatif des consommations énergétiques	28
Tableau 7 : Données économiques des installations solaires.....	31
Tableau 8. Coût de revient pour les nouvelles installations PV en Suisse (en ct. /kWh).	31
Tableau 9 : Analyse des charges.....	32
Tableau 10 : prix de rachat ajusté au prix	33
Tableau 11 : données d'autoconsommation.....	33
Tableau 12 : Prix de rachat ajusté à l'autoconsommation de l'ancien centre scolaire.....	35
Tableau 13 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation de l'UAPE	36
Tableau 14 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation du nouveau centre sco.	37
Tableau 15 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation de la halle des TP	38
Tableau 16 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation du regroupement	39
Tableau 17 : création des courbes de production PV	41
Tableau 18 : hypothèses d'autoconsommation.....	42
Tableau 19 : situation actuelle inst. ancien centre sco.	45
Tableau 20 : situation actuelle inst. UAPE.....	46
Tableau 21 : situation actuelle autoconsommation inst. nouveau centre sco.	47
Tableau 22 : situation actuelle inst. TP	48
Tableau 23 : PP prévisionnel actuel	49
Tableau 24 : inst. ancien centre sco. Autoconsommation.....	50
Tableau 25 : inst. UAPE autoconsommation.....	51
Tableau 26 : nouveau centre sco. Autoconsommation	52
Tableau 27 : inst. TP autoconsommation.....	53
Tableau 28 : PP prévisionnel autoconsommation.....	54
Tableau 29 : regroupement ancien et nouveau centre sco.	57
Tableau 30 : PP prévisionnel avec regroupement d'autoconsommation	58
Tableau 31 : inst. ancien centre sco. + hausse prix	60
Tableau 32 : inst. UAPE + hausse des prix.....	61
Tableau 33 : inst. nouveau centre sco. + hausse des prix	62
Tableau 34 : inst. TP + hausse des prix.....	63
Tableau 35 : pp prévisionnel tendance haussière.....	64
Tableau 36 : comparaison types de batterie.....	68
Tableau 37 : calcul de rentabilité des batteries	69
Tableau 38 : Gains d'autoconsommation, installation TP	72
Tableau 39 : calcul du coût maximal du raccordement	72
Tableau 40 : courbes de charges voiture électrique	73
Tableau 41 : comparaison voiture thermique et électrique	74
Tableau 42 : plan de développement par installation	75
Tableau 43 : plan de développement par installation 2	76
Tableau 44 : plan de développement de la société	79

Liste des équations

Équation 1 : rentabilité des fonds propres.....	10
Équation 2 : marge cash-flow.....	11
Équation 3 : Calcul du coût actualisé de l'énergie	31
Équation 4 : production solaire totale	42

Liste des abréviations

LEne	loi sur l'énergie
kWh	kilowattheures
LCOE	Levelized Cost of Energy
RPC	rétribution à prix comptant
ESR	SA Energie Sion Région SA
CAPEX	Capital expenditure ou dépenses d'investissement
OPEX	Operational expenditure ou dépenses d'exploitation
UAPE	unité d'accueil pour écoliers
OEnéR Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables	

1 L'environnement macroéconomique de l'entreprise

1.1 Le contexte énergétique

Actuellement le marché de l'énergie européen est en pleine mutation. Le système d'approvisionnement énergétique, qui a prévalu durant tout le 20^{ème} siècle n'est plus possible à cause de facteurs économiques, sociologiques, environnementaux et technologiques.

Durant cette décennie, le secteur a été impacté par la chute des prix de l'énergie. Le marché européen étant ouvert, nos grands producteurs suisses souffrent de la surproduction actuelle. Plus de 70% de la chute du prix du mégawattheures (MWh) est due à l'utilisation massive du gaz de schiste et du charbon faite notamment par l'Allemagne (Délèze, 2018, p. 17). Ces sources d'énergie sont polluantes et ne représentent pas l'avenir énergétique souhaité par la Suisse.

Les méthodes de production évoluent au fur et à mesure que les mentalités changent. Profondément choquée par l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima au Japon, la Suisse a récemment décidé de sortir du nucléaire. A l'heure actuelle, cette source d'énergie représente 32,8% de la production nationale (OFEN, 2016, p. 3). Notre pays doit relever un défi important : remplacer un tiers de la production totale tout en garantissant la sécurité d'approvisionnement.

1.1.1 L'énergie hydroélectrique

Si on se tourne vers l'énergie hydroélectrique, on constate qu'il y a une quantité déjà importante de barrages sur le territoire, que de nouveaux projets seraient coûteux et qu'il y a de nombreuses oppositions. De plus, cette énergie est difficilement extensible.

Il faudra donc compter sur le développement d'autres sources d'énergies. D'après les valeurs indicatives pour le développement de l'électricité issue d'énergies renouvelables mentionnées à l'art. 2, l'objectif est d'atteindre 4 400 GWh (7.33%) en 2020 et au moins 11 400 GWh (19%) en 2035 (LEne, 2018). Pour l'instant la part du renouvelable ne représente que 5.1%, sans tenir compte de l'énergie hydraulique.

1.1.2 Les énergies renouvelables

En ce qui concerne les autres énergies renouvelables, leur prix n'a cessé de chuter, favorisé par les avancées technologiques (Rufer, 2014, p. 3). Ceci permet à tout un chacun la possibilité d'installer des panneaux solaires sur sa toiture. On voit ainsi apparaître de nombreux petits producteurs créant un

changement dans la structure du réseau électrique suisse. A l'avenir, les gestionnaires de réseau devront adopter une approche plus intégrative afin d'exploiter au mieux la production d'énergie renouvelable locale et décentralisée sur l'ensemble du territoire.

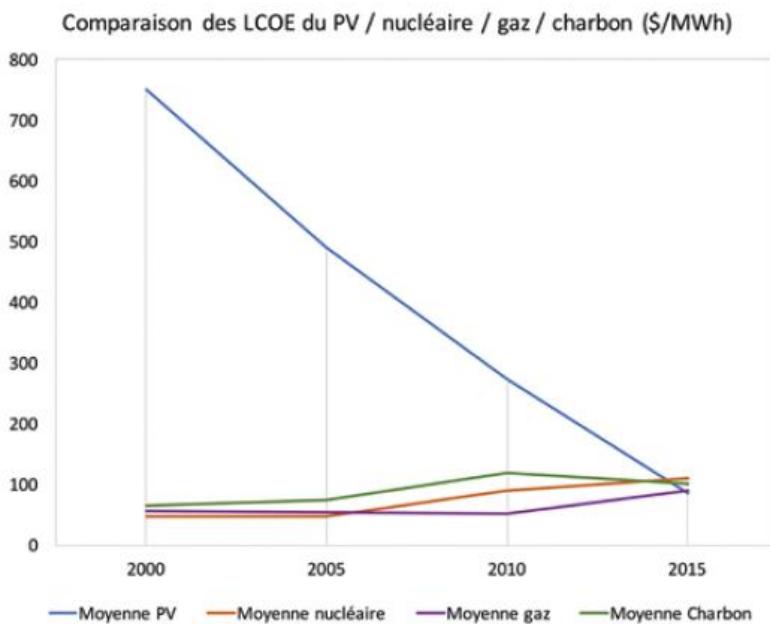


Figure 2 : comparaison du LCOE du PV / nucléaire / charbon / gaz

Source : fondation Nicolas Hulot. Solaire photovoltaïque : 25% de l'électricité mondiale bas carbone en 2050 ! / données institut fraunhofer

1.2 Les axes énergétiques principaux

Le 21 mai 2017, le peuple a adopté la nouvelle loi sur l'énergie (LEne) qui définit plusieurs axes prioritaires afin de répondre aux défis de demain (Confédération suisse, 2017, p. 6).

En premier lieu, il s'agit de maintenir une consommation d'énergie stable tout en absorbant une hausse importante de la population. En effet, la consommation électrique est restée stable en Suisse. Par exemple pour l'année 2016 la consommation nationale était de 58,25 milliards de kWh, soit une baisse de 0,01% par rapport à 2015 (OFEN, 2016, p. 2). Il faut donc développer l'efficacité énergétique du pays.

En second lieu, la LEne a pour but de développer massivement les énergies renouvelables par la rétribution des petits producteurs, la contribution d'investissement ou encore le soutien de la grande hydraulique. Cette nouvelle loi encourage le développement de l'autoconsommation. « Quiconque produit de l'énergie peut la consommer lui-même. A l'avenir, les propriétaires fonciers et les locataires voisins pourront bénéficier eux aussi de cette disposition » (Confédération suisse, 2017, p. 12).

Finalement, la loi fixe les grandes lignes de l'arrêt des centrales nucléaires en Suisse. Les unités de production existantes pourront être exploitées aussi longtemps que leur sécurité le permettra. Mais la construction de nouveaux réacteurs nucléaires est totalement interdite. (DETEC, 2017, p. 1)

1.3 Le photovoltaïque en Suisse

Pour l'année 2016 la production d'électricité en Suisse s'est élevée à 61,6 milliards de kWh, dont 62.3% sont directement issus des énergies renouvelables (OFEN, 2016, p. 2). Ce mixte énergétique place la Confédération helvétique parmi les meilleurs élèves en Europe.

En 2016 on comptait déjà plus de 50'000 installations photovoltaïques sur tout le territoire suisse. Ce chiffre a depuis encore évolué. Grâce au soleil, le pays produit plus d'un milliard de kilowattheures par année (2.27%). Selon les experts, la part du photovoltaïque pourra atteindre 20% dans le futur, grâce à une baisse importante des prix (OFEN, 2016, p. 14).

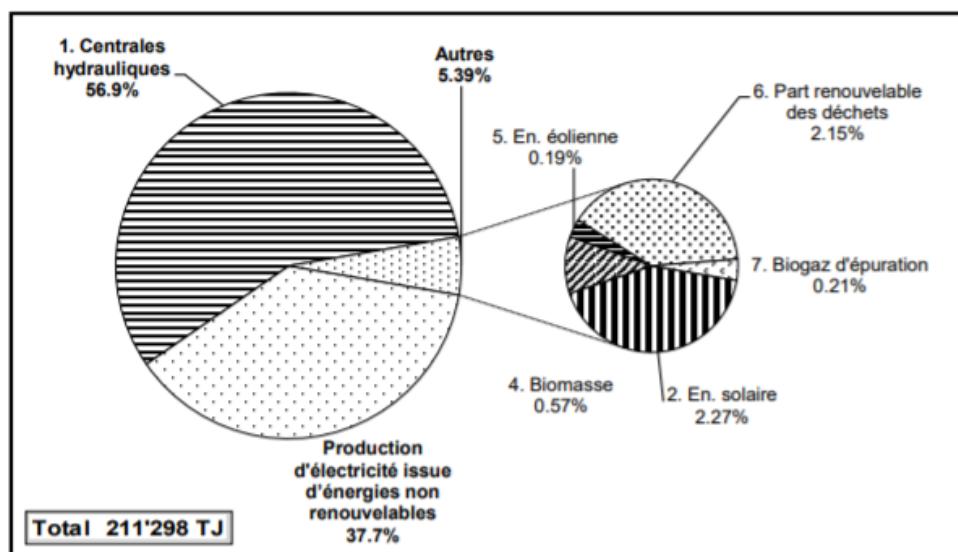


Tableau 1 : Auswertungen nach Technologien

Source: DETEC, schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, 2017, p.6

En 2016, environ 5'500 emplois dans le pays étaient directement liés à l'énergie solaire. Pas moins de 750 millions de chiffres d'affaires étaient générés (SWISSOLAR, 2017, p. 1). Le tableau ci-dessus montre la part des différentes énergies renouvelables dans le pays.

Malgré tout, sur le plan européen, la Suisse reste à la traîne dans le domaine des énergies renouvelables. Si la production hydroélectrique est développée dans notre pays, par contre celles du solaire et de l'éolienne restent très faibles. Selon l'étude de la Fondation suisse pour l'énergie (SES), la Suisse se place en 25eme position. Seules la Lettonie, la Slovaquie, la Slovénie et la Hongrie font moins

bien en Europe. Notre pays n'a produit que 216 kWh d'énergie solaire et éolienne par habitant en 2017, malgré des conditions pourtant optimales. (ATS/hend, 2018, p. 1)

1.4 L'énergie comme modèle économique

Il est important d'étudier et de comprendre le domaine dans lequel évolue une entreprise. Cet aspect de gestion d'une société est primordial dans le domaine de l'énergie. Des décisions politiques prises dans divers pays européens impactent directement les modèles économiques des fournisseurs suisses d'énergie.

Le prix de l'énergie se fixe à l'échelle européenne, que ce soit par exemple suite à une nouvelle loi favorable aux énergies renouvelables ou à cause d'un épisode de fort vent en mer Baltique ou encore à cause d'une hausse de la taxe CO2 en Europe. L'actuelle conjoncture favorise un prix de l'énergie anormalement bas.

Le tableau ci-dessous, présenté lors du cours de Monsieur Philippe Délèze, permet de mieux comprendre les raisons du bas prix actuel. 70 % de cette baisse est due à la production massive d'électricité basée sur le gaz et le charbon. Par contre seulement 10% de cette baisse vient de l'installation d'énergie renouvelable subventionnée.

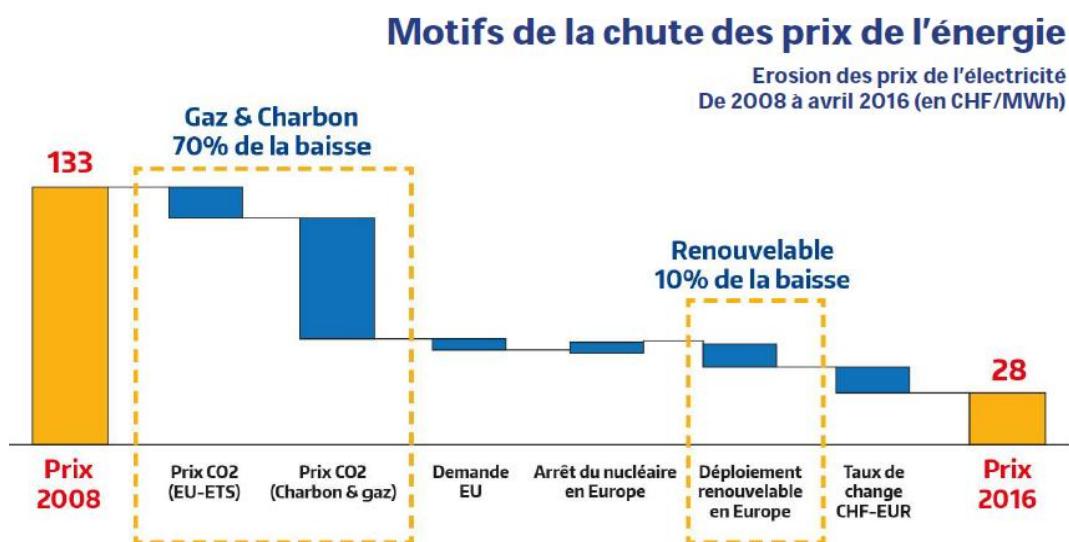


Figure 3 : Les contraintes et influences du prix de l'électricité.

Source : Cours de monsieur Philippe Delèze, directeur du groupe SEIC-TELEDIS

2 GrimSolar SA et la vision énergétique communale

2.1 La genèse de l'entreprise

La commune de Grimisuat a toujours été tournée vers le futur. Les autorités ont consenti à d'importants investissements dans des infrastructures afin de répondre au mieux aux attentes des citoyens toujours plus nombreux. La population est en croissance constante depuis plusieurs années.

Comme indiqué sur la page web officielle de la commune, « Relever le défi d'une stratégie de développement énergétique communale et apporter une contribution aussi modeste soit-elle au concept de la société à 2000 watts, telle est l'ambition de la Municipalité » (Commune de Grimisuat, 2017). Afin de répondre au mieux à ce défi, les autorités ont mis en place un plan d'action basé sur trois points importants du tournant énergétique :

- Les bâtiments
- Les Eco-gestes
- La mobilité.

Le développement du projet GrimSolar SA améliore le bilan énergétique du village. Il renforce aussi l'image de la commune en devenant un argument marketing afin d'attirer de nouveaux citoyens. Il montre l'image d'une municipalité active en matière de développement durable.

A l'heure de la transition énergétique, les autorités politiques veulent montrer l'exemple en investissant dans ce type d'infrastructure. L'installation des panneaux photovoltaïques sur le territoire communal fût une étape clé dans l'obtention du label « Cité de l'énergie ».

2.2 La fondation de GrimSolar SA

La société anonyme GrimSolar SA a été créée le 8 octobre 2012. Son but est d'exploiter sous toutes ses formes la production d'énergies renouvelables et en particulier l'énergie solaire. Ce projet se veut avant tout citoyen. Dès la fondation, le capital a été ouvert aux habitants de la commune. Il est composé de :

	<u>Capital</u>	<u>Droits de vote</u>
• 500 actions A nominatives de CHF 100.- :	50'000.- /	59%
• 350 actions B nominatives de CHF 1'000.- :	350'000.- /	41%

Dans un futur proche, la Commune va créer un fonds pour la promotion des énergies renouvelables et le développement de l'efficacité énergétique sur le territoire communal. Ce dernier sera alimenté grâce au bénéfice généré par la société (Label cité de l'énergie, Grimisuat, 2016, p. 2). Cependant, la situation de l'entreprise ne le permet pas pour l'instant.

La société se base sur une convention établie avec la commune de Grimisuat qui met à disposition les surfaces nécessaires. Celles-ci permettent de développer et d'exploiter les 4 installations photovoltaïques. La mise en service des panneaux solaires de ces 4 projets s'est faite en deux étapes :

- Équipement de l'ancien centre scolaire, de l'UAPE et de la halle des travaux publics en 2012.
- Équipement du nouveau centre scolaire en 2017.

2.3 La vision énergétique communale

Les autorités communales mènent une politique énergétique proactive. Par l'obtention du Label « cité de l'énergie » obtenu en 2016, la commune démontre son engagement en faveur du tournant énergétique. La mise sur pied de GrimSolar SA en 2012 est le projet phare de cette politique.

Grimisuat s'engage aussi dans différents projets à venir comme l'assainissement du centre scolaire et de l'éclairage public, l'achat d'électricité renouvelable, l'établissement d'une mobilité douce et la création d'un fond pour la promotion des énergies renouvelables. (Label cité de l'énergie, Grimisuat, 2016, p. 2)

2.4 Les Etats financiers

2.4.1 Analyse du Bilan

Les actifs du bilan se composent essentiellement d'installations photovoltaïques. Concernant les passifs, un prêt de la Commune a été octroyé à la société afin d'achever la nouvelle installation du nouveau centre scolaire en 2017. Au niveau du capital action, la commune a racheté 18'000 CHF d'actions. Ce point démontre la situation délicate de l'entreprise qui a dû reprendre les actions d'un particulier non content des résultats financiers. Même si une majorité d'actionnaires le fait par conviction écologique, ils doivent être rassurés sur la solidité financière de la société et sur sa pérennité.

	Comptes 2016	Comptes 2017
ACTIF		
Panneaux Photovoltaïques (2013)	350 814.90	346 814.90
Panneaux Photovoltaïques (2017) ¹	144 090.00	
BCV c/c	57 527.75	62 719.70
Impôt anticipé	0.00	0.00
Actifs transitoires	4 084.35	3 313.00
PASSIF		
Prêt Commune de Grimisuat	0.00	90 000.00
C/c Commune de Grimisuat		54 090.00
Passifs transitoires et corr.	1 091.80	564.80
CAPITAL (PRIVES)	164 000.00	146 000.00
CAPITAL (COMMUNE)	236 000.00	254 000.00
CAPITAL TOTAL	400 000.00	400 000.00
Réserve générale	1 700.00	2 012.70
Augmentation de la réserve	312.70	28.20
Solde bénéfice reporté	9 071.85	9 322.50
Attribution à la réserve (s/année antér.)	-312.70	-28.20
Bénéfice de l'exercice	563.35	947.60
Bénéfice à reporter	9 322.50	10 241.90
TOTAL PASSIF	412 427.00	556 937.60

¹ Mise en service de la nouvelle installation courant 2017

Tableau 2 : Bilan de la société GrimSolar SA

Source : Bilan annuel transmis par l'entreprise. Cf. annexe VII

2.4.2 Le degré de financement

Les actifs sont totalement financés par des fonds propres provenant de la Commune ou de particuliers. Cette situation offre une autonomie totale à la société. Le besoin de générer des liquidités importantes est moindre car il n'y a pas de capitaux étrangers à rembourser.

2.4.3 Le degré de couverture des immobilisations

Le taux de couverture des immobilisations se monte à 88%. Ce pourcentage élevé reflète la part importante des frais fixes annuels (environ 8 000 CHF). De plus, les actifs immobilisés composés uniquement de panneaux solaires perdent de la valeur d'année en année.

degré de couverture des immobilisations

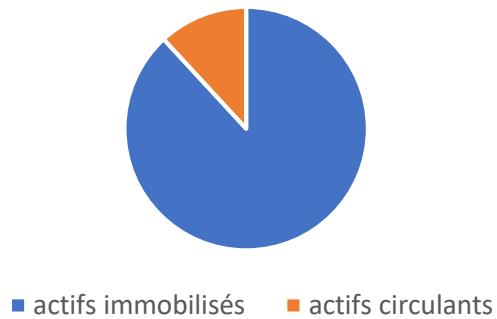


Figure 4 : degré de couverture des immobilisations

Source : données de l'auteur

2.4.4 Le degré de couverture des immobilisations 1

Le taux de couverture des immobilisations atteint 113%. La totalité des actifs immobilisés est financée par des fonds propres. Cette marge importante laisse la possibilité à l'entreprise de solliciter des fonds étrangers pour de futurs investissements.

2.4.5 Le degré d'autofinancement

La faible augmentation des réserves issues du bénéfice ne permet pas de dégager des fonds propres. La réserve générale se monte à 2 040.90 CHF, avec augmentation d'à peine 28.20 CHF durant l'exercice 2017.

A l'inverse du capital-actions, ces fonds propres ne nécessitent aucune rémunération. Ceci engendre des effets positifs sur les liquidités. A l'heure actuelle, les faibles réserves de la société ne permettent pas de supporter des risques importants. L'entreprise n'est donc pas en mesure de s'autofinancer.

2.5 Analyse du résultat

La situation financière de la société est compliquée. En analysant le compte de profits et pertes 2017 nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Aucun revenu n'a été tiré de l'autoconsommation faite sur les différents bâtiments.
- Les amortissements réalisés sur cette période sont insuffisants.
- Les frais d'entretien sont sous-évalués
- La société est dans l'impossibilité de verser des dividendes.

Comptes 2017	
RECETTES	
Rendement énergie (C.Scol. 1977,Tibleck,TP)	9529.35
Rendement énergie (C.Scol. 2017)	0
Refacturation énergie (Commune)	0
Total des recettes	9529.35
CHARGES	
Frais d'énergie, modems et location compteurs	2629.8
Frais d'énergie (C.Scolaire 2017)	162
Frais d'entretien (C.Scolaire 1977)	0
Frais d'entretien (C.Scolaire 2017)	0
Impôt fédéral, cantonal et communal (antérieur)	213.75
Impôt fédéral, cantonal et communal (de l'année)	1533.25
Intérêts charges et frais bancaires	42.95
Intérêts produits	0
Total charges	4581.75
Bénéfice (Sans Amortissements)	4947.60
Amortissements	4000
BENEFICE	947.60

Tableau 3 : compte de résultat 2017

Source : compte de résultat transmis par l'entreprise GrimSolar SA (cf. annexe VII)

L'analyse du résultat se base sur le compte de profits et pertes 2017. Les amortissements réalisés ont été de 4'000CHF. Ceux-ci sont inférieurs à l'amortissement constant nécessaire de 13'160 CHF.

2.5.1 La rentabilité des fonds propres

Les fonds propres ont généré un bénéfice très faible. Sur 100 CHF investi l'entreprise ne retire que 17 centimes. Il n'est donc pas possible pour l'heure de verser des dividendes ou de réinvestir à l'interne. Le rapport entre le bénéfice et les fonds propres est trop faible.

$$\frac{947.60}{556\,373} = 0.17\%$$

Équation 1 : rentabilité des fonds propres

Source : données de l'auteur

2.5.2 La rentabilité du capital investi

La rentabilité du capital investi est un élément important du projet initial. Certains actionnaires ont investi dans l'entreprise GrimSolar SA avec des motivations financières. Cependant, durant les 4 derniers exercices, aucun dividende n'a été versé.

En plaçant les résultats du capital investi comme élément central, nous nous apercevons que l'entreprise peine à créer de la valeur. Pour une année d'exploitation normale, le chiffre d'affaires correspond à environ 13 000 CHF et le capital investi à une rentabilité de 0.6%.

Une bonne rentabilité des capitaux investis se situe généralement entre 6% et 10% (Leimgruber, 2016). Grâce à cette pyramide de DuPont simplifiée, nous voyons clairement que le seul moyen d'augmenter la rentabilité du capital investi est d'augmenter le chiffre d'affaires provenant de la vente d'énergie. Il est difficile de réduire les charges fixes qui se réduisent au strict nécessaire, à savoir l'entretien des panneaux solaires et la location des compteurs.

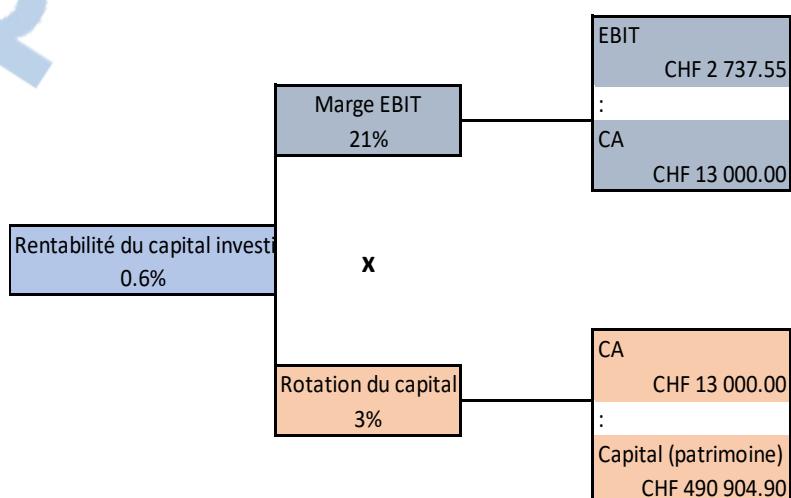


Figure 5 : pyramide de Dupont

Source : Leimgruber, J., & Prochinig U. (2016). La comptabilité comme instrument de gestion. Loisir et pédagogie

2.5.3 La marge de cash-flow

La marge de cash-flow représente les liquidités de fin d'exercice permettant à l'entreprise d'effectuer des investissements et de rémunérer les actionnaires. En divisant le cash-flow par le chiffre d'affaires nous obtenons 52%. Ainsi, après avoir payé les charges, il reste 52 CHF à disposition sur les 100 CHF encaissés.

$$\frac{4\,947.6}{9\,529.35} = 52\%$$

Équation 2 : marge cash-flow

Source : données de l'auteur

Néanmoins, d'autres aspects sont à prendre en compte lors de l'étude financière d'une telle société. L'entreprise GrimSolar SA vise trois objectifs précis :

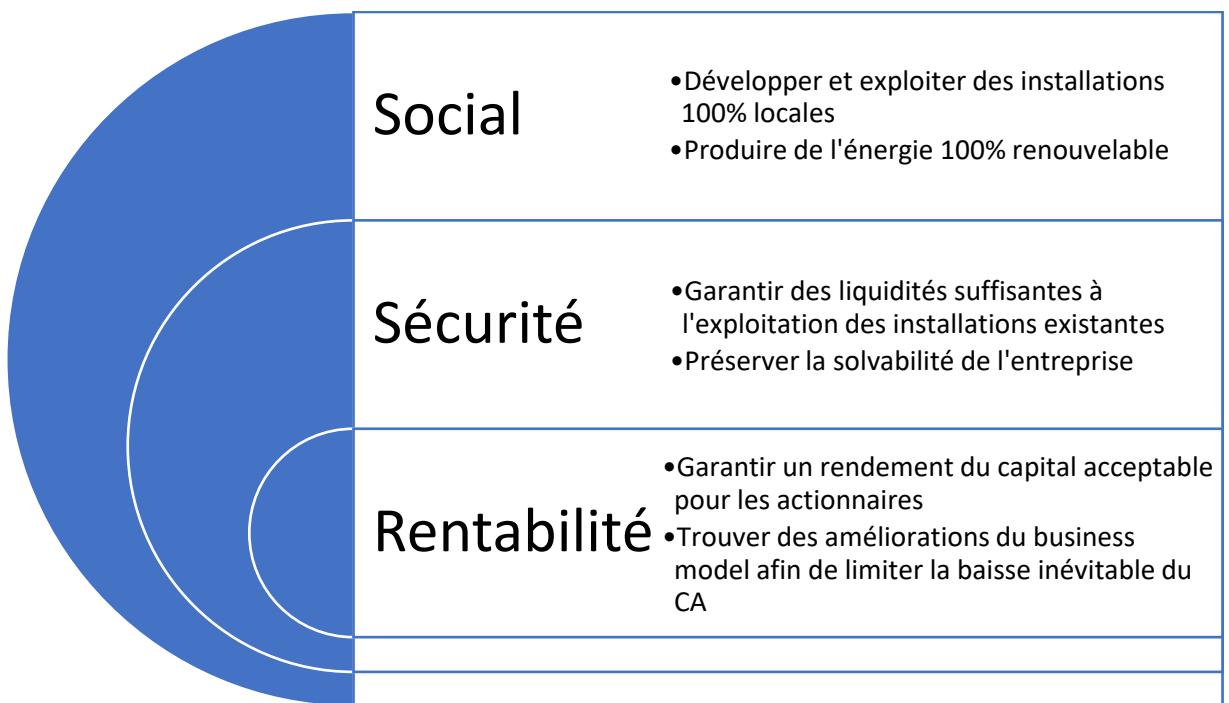


Figure 6 : les objectifs de l'entreprise

Source : Leimgruber, J., & Prochinig U. (2016). La comptabilité comme instrument de gestion. Loisir et pédagogie

La société fait face à un dilemme important : ses revenus planifiés diminuant fortement du fait de la perte de la RPC (planifiée lors de la création de la société), elle doit trouver d'autres pistes pour augmenter ses revenus. Son objectif de rentabilité est menacé et la rémunération des actionnaires n'est pas possible actuellement

2.6 Les amortissements

La valeur totale nette des installations est d'environ 512'000 CHF. Cela représente un amortissement annuel de 20'480 CHF pour une durée d'exploitation de 25 ans. De tels amortissements étaient possibles avec l'ancien business model qui profitait du revenu lié à la RPC.

À la suite de la modification de la subvention en une rétribution unique, la valeur totale nette des installations est dorénavant de 329'000 CHF. Cela représente un amortissement annuel constant de 13'160 CHF. Cependant, la baisse de l'amortissement liée au versement de la subvention unique ne permet pas de compenser la diminution des recettes.

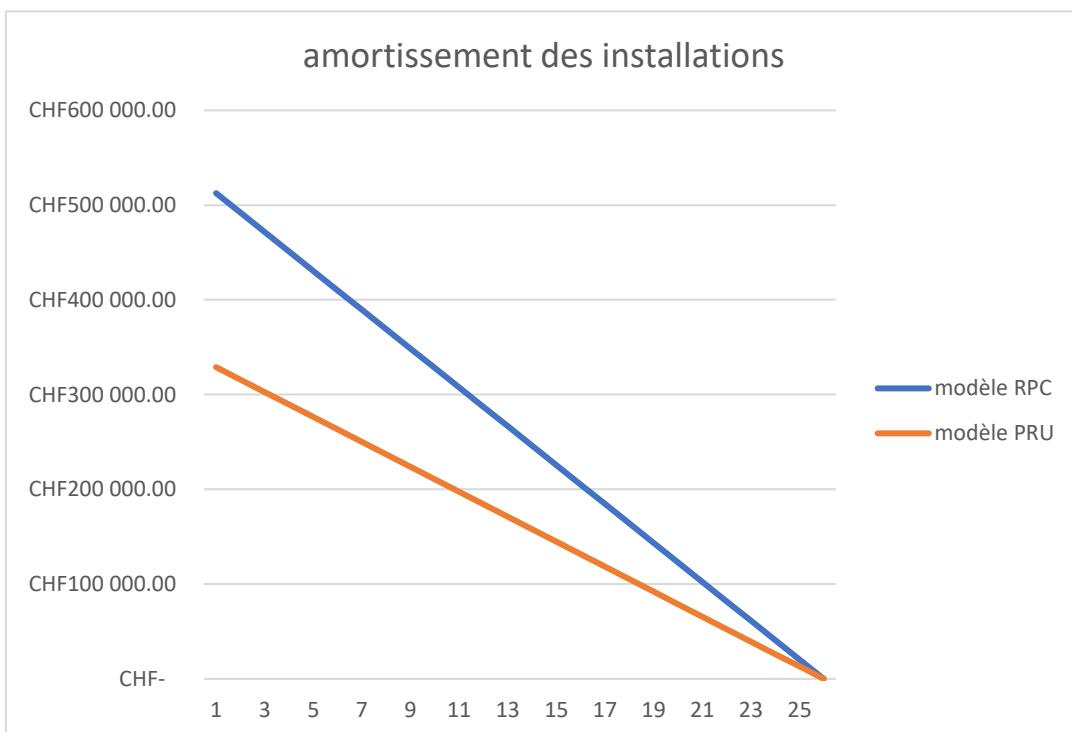


Figure 7 : tableau des amortissements

Source : données de l'auteur

L'utilisation de cette subvention reste encore floue. La société attend une réponse de la fiduciaire afin d'employer cette subvention le plus judicieusement possible (imposition, fiscalité, ...).

2.7 Compte de profits et pertes prévisionnels

En appliquant l'amortissement constant nécessaire des installations, nous nous apercevons que la société est en perte. Du point de vue comptable la situation actuelle n'est tout simplement pas viable à long-terme.

PP prévisionnel			2017
RECHERCHÉ			
Rendement énergie revenu	CHF	15 517.00	
Total recette	CHF	15 517.00	
CHARGES			
frais d'énergie, modems et location			
compteurs	CHF	2 629.80	
Frais d'énergie C. scolaire 2017	CHF	2 400.00	
Frais d'entretien	CHF	1 500.00	
Impôt fédéral, cantonal et comm.	CHF	1 500.00	
intérêt charges et frais bancaires	CHF	100.00	
Total charges	CHF	8 129.80	
bénéfice sans amortissement	CHF	7 387.20	
Amortissement	CHF	13 160.08	
Perte	CHF	-5 772.88	
Seuil de rentabilité	CHF	21 289.88	
Production annuelle		258 613 kWh	
prix moyen kWh	CHF	0.08	

Figure 8 : Compte de résultat prévisionnel actuel

Source : données de l'auteur

Nous pouvons trouver le seuil de rentabilité. Il s'agit de la situation dans laquelle une société ne dégage ni bénéfice ni perte. En divisant le seuil de rentabilité par la production annuelle des installations, nous obtenons le prix minimum de vente d'un kWh de 8 centimes. Ce qui permet de couvrir les frais d'entretien. Avec le modèle actuel le prix de vente est seulement de 6.3 cts/kWh (prix de référence de ESR pour la reprise de l'énergie). Il ne permet pas de couvrir les dépenses annuelles.

Puisque nous ne pouvons pas augmenter les quantités de production comme le ferait une entreprise classique, nous devons augmenter le prix de vente du kWh. Cela passe obligatoirement par la mise en place de l'autoconsommation et d'une négociation du prix de l'énergie autoconsommée avec la commune, via l'élaboration d'une convention.

3 Aspect légal

3.1 Introduction

Ces quelques pages passent en revue les lois auxquelles GrimSolar SA doit tenir compte durant son activité. De plus, au vu du changement futur de modèle économique, la société devra s'adapter à des contraintes légales supplémentaires.

Depuis l'acceptation de la stratégie énergétique 2050, des modifications ont été effectuées concernant les méthodes de subventionnement. Le but est désormais d'encourager non seulement la production mais aussi l'autoconsommation de l'énergie solaire.

3.2 Définition d'une installation

La définition d'une installation reste inchangée à la suite de l'acceptation de la nouvelle loi sur l'énergie. Tout ce qui est placé avant le point de raccordement réseau constitue une installation pour autant qu'elle soit sur un terrain unique (OENE, 2018). Concernant la société, elle dispose de 4 installations raccordées chacune au réseau et revendant le surplus de production à Energie Sion Région SA.

Il est nécessaire de définir la taille d'une installation afin de déterminer le modèle de subvention possible pour une installation. Conformément à l'ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables (OEneR), la loi distingue les petites (< 100 kW), des grandes installations (> 100 kW) (OEneR, 2017, p. 8). Les installations situées sur les bâtiments communaux sont toutes de puissance inférieure à 100 kW.

Puissance	Déjà dans la RPC	En liste d'attente ou nouvelle inscription
< 100 kW		Petite rétribution unique
> 100 kW	Taux de rétribution inchangé	Choix jusqu'au 30.06.2018 entre RPC (inscrit. Avant 30.06.2012) ou Grande rétribution unique

Tableau 4 : types de subventions en fonction de la puissance

Source : OFEN, présentation du 1er paquet de mesures de la stratégie énergétique 2050, p.5

3.3 Obligation de reprise et de rétribution

Comme stipulé à l'art. 10 de l'ordonnance sur l'énergie, le gestionnaire du réseau de distribution est tenu de reprendre l'électricité produite lorsque la puissance est inférieure à 3 MW ou lorsque la production annuelle est inférieure à 5'000 MWh (OENE, 2018). Actuellement, pour la société GrimSolar SA, c'est le gestionnaire du réseau « Energies Sion Région » qui est chargé de reprendre le surplus de production de la société.

La rétribution actuelle de ESR est de 6.3 cts / kWh. Avec l'arrêt de la RPC, la seule vente d'énergie au distributeur local ne permet plus de couvrir le coût de revient du kWh qui est de 8 cts (ESR, 2018).

3.4 Crédation d'une convention avec la commune

Conformément à la loi, il est possible d'établir une convention entre le producteur d'énergie et le consommateur final. Pour cela, il est nécessaire de communiquer les coûts réels suivants dans la facture : (OENE, 2018)

- Coût de production : coûts du capital, d'entretiens, d'exploitation et frais d'administration.
- Coût pour l'électricité soutirée du réseau
- Prix plafonné du courant produit. Il doit être inférieur au prix d'achat externe.

Cette option serait envisageable afin de facturer le courant autoconsommé sur place à la commune, propriétaire des locaux.

3.5 Développement d'une communauté d'autoconsommation

L'avenir des installations solaires passe inévitablement par le développement de communauté d'autoconsommation. En regroupant des installations photovoltaïques sur un toit offrant le meilleur rendement et en répartissant la production aux bâtiments alentours, il est possible d'augmenter le taux d'autoconsommation.

Pour le futur des 3 installations du centre scolaire, cette perspective de développement est très prometteuse. Cependant un développement étendu aux habitations du voisinage est pour l'instant très limité. Il s'heurte à la législation actuelle restrictive en la matière (DETEC, 2017, p. 6)

En effet, d'après le document « les Principales nouveautés du droit de l'énergie à partie de 2018 » la loi à peu évolué en ce sens. Il était déjà possible pour les consommateurs finaux proches d'une installation de se regrouper dans le cadre d'une consommation propre. En revanche, les terrains doivent être contigus et l'un d'entre eux doit obligatoirement être adjacent à la propriété sur laquelle

se trouve l'installation. Il est donc impossible de traverser un terrain public (p. ex. une route) ou un terrain sans l'autorisation de son propriétaire. De plus, l'électricité échangée entre les ménages ne doit pas passer par le réseau existant (DETEC, 2017, p. 6).

Conformément à l'art. 14 de l'ordonnance sur l'énergie, « Le regroupement dans le cadre de la consommation propre est permis, pour autant que la puissance de production de l'installation ou des installations soit au moins de 10% de la puissance de raccordement du regroupement » (OENE, 2018).

Respectant ces contraintes légales, il est dès lors, intéressant de se pencher sur la faisabilité d'un regroupement dans le cadre de la consommation propre pour le site du centre scolaire.

3.6 L'utilisation d'accumulateurs électriques

Stipulé à l'art 17 de l'ordonnance sur l'énergie, le propriétaire désirant installer un accumulateur d'électricité pour son installation solaire doit prendre à sa charge des frais nécessaires afin « d'éviter les effets perturbateurs d'ordre technique au point de raccordement au réseau. » (OENE, 2018)

Dans le cadre de cette étude, il sera nécessaire de tenir compte de ces frais afin d'analyser la faisabilité économique d'une telle installation sur le site du centre scolaire.

3.7 L'évolution des subventions publiques pour le photovoltaïques

3.7.1 Rétribution à prix coûtant (RPC)

Avant la mise en place de la stratégie énergétique 2050, la confédération subventionnait principalement les installations solaires via la RPC. Cette mesure visait à rendre artificiellement rentable une installation qui ne l'est pas afin de favoriser cette énergie renouvelable.

Lors de l'élaboration du projet GrimSolar SA en 2012, le business modèle qui avait été mis en place avec une RPC d'environ 34 ct. /kWh. Cela a donné lieu à la création d'un produit financier où certains actionnaires ont investi avant tout pour s'assurer de confortables dividendes. Ce n'était pas vraiment en accord avec un projet citoyen et contribuant au tournant énergétique à une échelle locale.

Le parc photovoltaïque était dans la liste d'attente afin d'espérer toucher la RPC au bout de la 7^{ème} année d'exploitation. A la suite de la modification de ce système de subvention, le business model a été profondément modifié par rapport à sa structure initiale.

3.7.2 La petite rétribution unique (PRU)

Depuis le 1^{er} janvier 2018, les petites installations photovoltaïques inférieures à 30 kW qui étaient en liste d'attente n'ont plus accès à la RPC. Désormais, une seule et unique subvention sera versée en fonction de la puissance de l'installation. De ce fait, la nouvelle subvention unique accordée à la société GrimSolar SA se compose de deux parties :

- Contribution de base
- Contribution liée à la puissance

Ce changement profond dans la manière de soutenir le photovoltaïques incite les propriétaires d'installations à augmenter leur part d'autoconsommation propre. Il n'est désormais plus possible de compter uniquement sur le rachat d'énergie pour rentabiliser son investissement.

Dès lors, il devient plus intéressant économiquement de consommer sa propre production que d'acheter du courant à 14.6 cts / kWh sur le marché (prix moyen ESR 2017). C'est pourquoi, GrimSolar SA doit trouver des solutions simples et peu onéreuses afin d'augmenter la part d'énergie produite autoconsommée.

3.7.3 Rétribution unique touchée par installations

	<u>Puissance</u>	<u>PRU</u>
• Centre scolaire	27 kW	34'000 CHF
• Tibleck :	38 kW	45'500 CHF
• Halle Travaux Publics :	61.80 kW	67'810 CHF
• Nouveau centre scolaire :	92 kW	<u>36'600 CHF</u>
		183'910 CHF

Cette retombée financière modifie la structure financière de la société. En effet, elle couvrira environ 38% de l'investissement total initial. Prévu aux alentours de 2019, le versement de cette somme permettra de réaliser des amortissements conséquents exceptionnels cette année-là. Comme déjà mentionné des éclaircissements comptables sont encore attendus en lien avec l'imposition fiscale de ces montants.

Le schéma ci – dessous illustre les changements intervenus dans le modèle économique de la société suite aux différentes évolutions du marché de l'énergie.

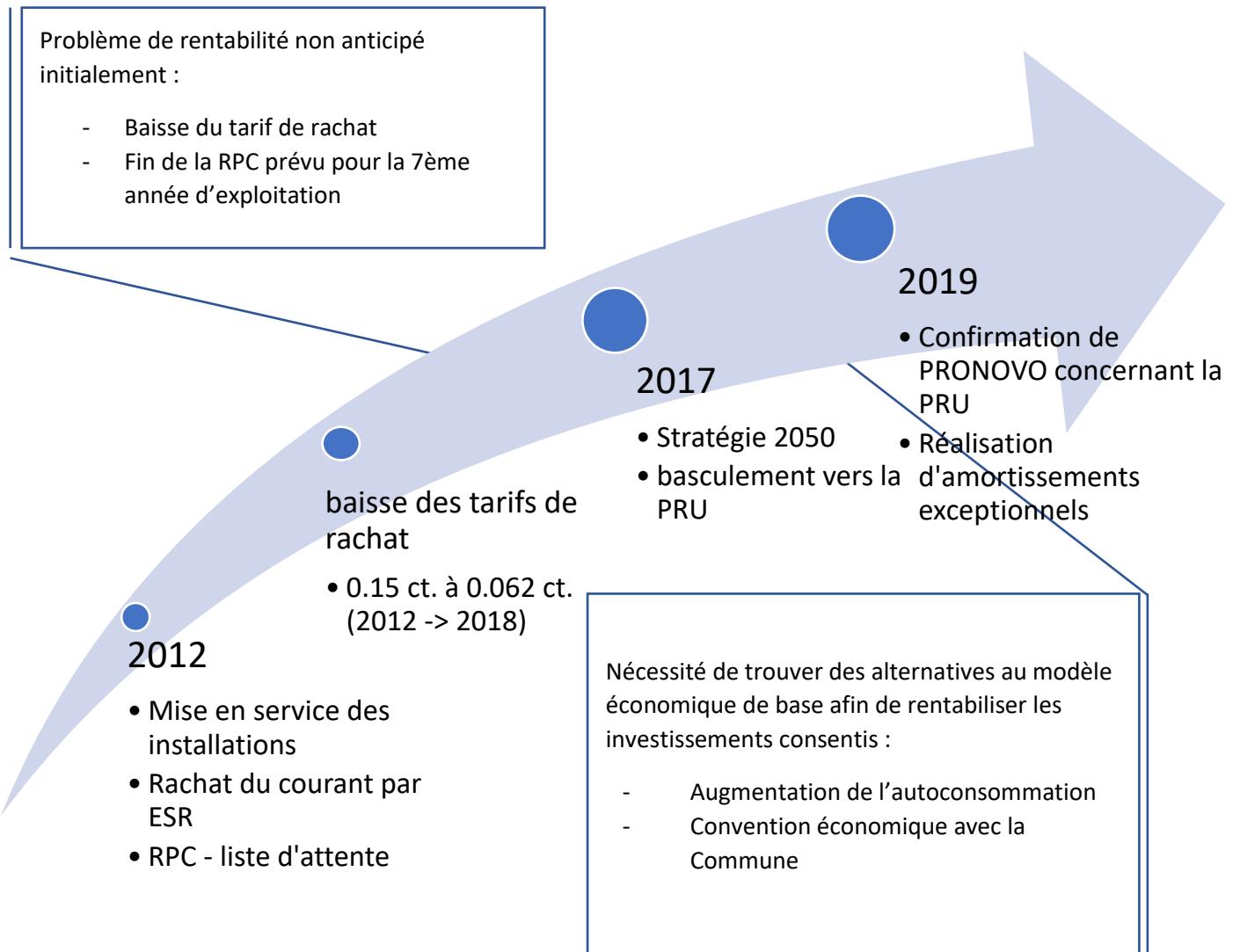


Figure 9 : l'évolution des subventions concernant société GrimSolar SA

Source : données de l'auteur

4 La problématique

4.1 Évolution du secteur

Le système de rétribution basé sur la RPC favorisait l'exploitation de grande surface solaire. Les installations étaient surdimensionnées dans le but de revendre le plus possible de kWh subventionnés. C'est à travers ce raisonnement que le business model de la société GrimSolar SA avait été établi en 2012.

Cependant, à la suite de l'acceptation de la loi « Energie 2050 », les règles du jeu ont changé. Le modèle de subvention RPC ou SRI (système de rétribution de l'injection) se limite désormais aux installations solaires d'une puissance supérieure à 100 kW. De plus, les prix de rachat de l'énergie produite ont eux aussi fortement diminués comme l'illustre ce tableau de la rémunération d'ESR pour l'installation de l'ancien centre scolaire (2012 : production partielle).

<u>C. Scolaire :</u> 27.50 kW	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nbre kWh	8'780	34'207	34'911	35'514.00	34'938.00	
Prix unit.	0.200	0.150	0.056	0.068	0.063	0.063
Prix unit.						
Total	1'756.00	5'131.05	1'955.00	2'414.95	2'201.10	

Tableau 5 : rémunération ESR ancien centre sco.

Source : données provenant de GrimSolar SA, annexe X

Subissant les modifications des lois et la baisse des prix de l'énergie, GrimSolar SA a vu son revenu initial diminuer de plus de 80%. Il est donc indispensable d'augmenter la consommation propre afin de diversifier et d'augmenter les revenus.

L'art. 7 des dispositions d'exécution de la nouvelle loi du 30 septembre 2016 sur l'énergie stipule : « les installations dont la puissance est inférieure à 100 kW sont considérées comme parties de la technique du bâtiment. Il y a lieu d'admettre que ces installations seront réalisées par les responsables de projet [...] par conséquent, le moment de la réalisation et la rentabilité dépendent d'une multitude de facteurs différents. » (DETEC, 2017)

Avant de concevoir une installation solaire, il est indispensable de définir en avance le profil énergétique du bâtiment. Dimensionner les panneaux aux besoins réels de l'habitat est primordial afin d'optimiser au mieux la part autoconsommée. Cela n'est pas le cas des panneaux photovoltaïques de la société qui n'avaient pas pour objectif premier de produire du courant autoconsommé.

La rentabilité des installations photovoltaïques est fortement liée aux décisions politiques. Ce changement de dogme majeur a totalement bouleversé un pan du secteur. Il est nécessaire aujourd’hui d’innover et de repenser le business model de la société.

Finalement, l’aspect financier ne peut plus être le seul et unique argument pour le développement de tels projets. C’est avant tout une démarche citoyenne et une contribution au tournant énergétique de notre pays. Plus la part d’énergie autoconsommée sera importante, plus le projet initial sera local et apportera une réelle plus-value à l’échelle communale.

4.2 L’impact financier de la nouvelle loi sur l’énergie

En comparant la simulation financière initiale du projet, et le compte de profit et perte de l’exercice 2017, nous constatons une baisse du chiffre d’affaire de plus de 80%. Ici nous ne tenons pas compte de la retombée extraordinaire liée à la petite rétribution unique qui surviendra dans le courant de l’année 2019.

Cette baisse ne permet plus de réaliser des amortissements constants sur les installations et de couvrir les frais de fonctionnement. Les 6.3 centimes par kWh versés par ESR ne suffisent pas à dégager un bénéfice.

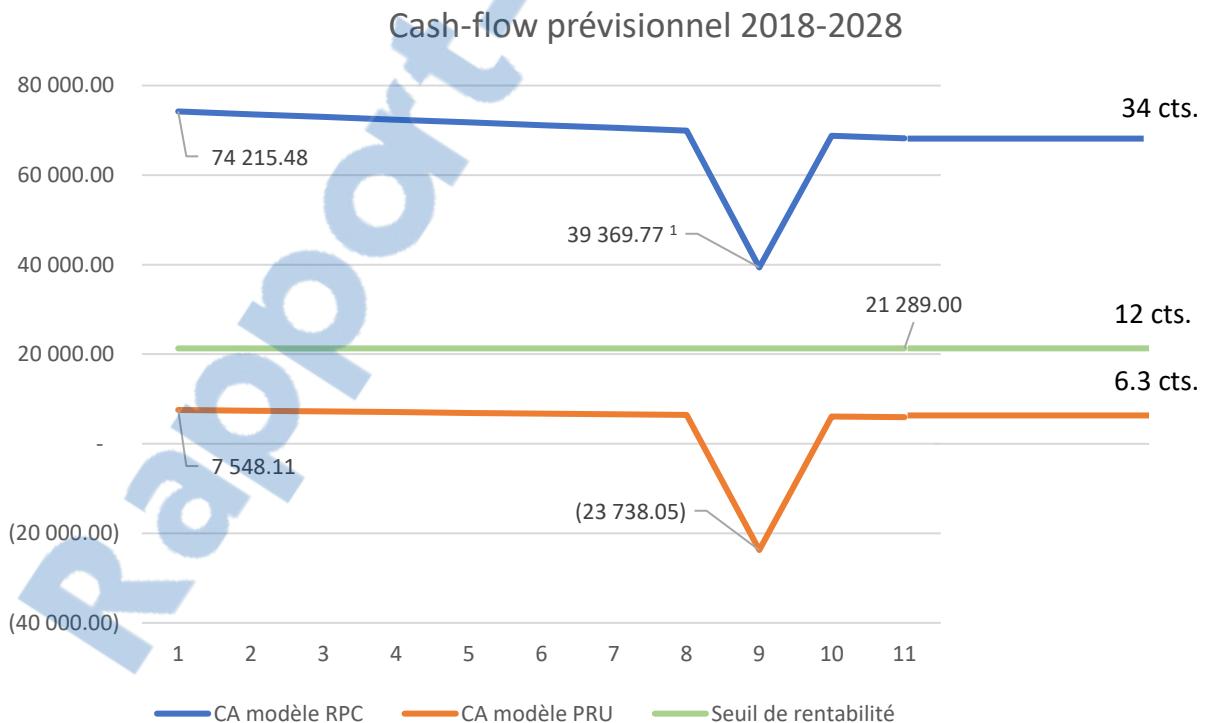


Figure 10 : Analyse du cash-flow prévisionnel 2018-2028

Source : données de l'auteur

¹La baisse de chiffre d’affaire en année 9 correspond aux frais de remplacement des onduleurs.

4.3 L'ancien Business Modèle

Durant l'élaboration du projet initial, la situation pour les petits producteurs de photovoltaïques était nettement plus favorable. Le système de rétribution de l'injection en vigueur était plus incitatif. Il permettait d'envisager un retour sur investissement au bout de la 13^{ème} année d'exploitation en revendant la totalité de la production selon le modèle RPC.

Pour le projet GrimSolar, le prix de vente initial était de 0.069 centimes par kilowattheure. Ce faible montant correspondait au tarif de rachat proposé par ESR durant le temps d'attente nécessaire afin de toucher la RPC. Après 7 ans d'exploitation, le prix de vente du kilowattheure était estimé à 0.349 centimes, ce qui incluait donc la RPC. Si ce prix peut paraître illusoire aujourd'hui, il était totalement envisageable à l'époque grâce à l'ancienne loi sur l'énergie.

Pour un investissement de départ moyen de 350'000 CHF, il était possible de dégager un profit net au bout de la 13^{ème} année de mise en service (voir le tableau de simulation ci-dessous). A la fin de la durée d'exploitation de l'installation, la fortune totale nette était estimée à environ 450 00 CHF. Ces marges importantes réalisées grâce à la RPC permettaient le remplacement et le développement de nouvelles installations avec optimisme.

Etant financée exclusivement par des fonds propres, les charges et intérêts annuels se montaient seulement à 430 CHF par année. Le taux de retour sur investissement se montait à 6,5%, ce qui est excellent pour un risque aussi faible. C'est donc sur ce climat plus que favorable et soutenu par les autorités communales que la société de Grimisuat a vu le jour.

Comme cité précédemment, les règles du jeu ont changé en cours de route. Le prix de vente se maintiendra à environ 6,3¹ centimes par kWh vendu. En continuant sur ce business model, il ne sera pas possible de dégager un quelconque retour sur investissement, malgré l'obtention de la petite rétribution unique. Il est primordial de trouver des alternatives durables afin de garantir une certaine viabilité au projet tout en essayant de maintenir le versement de dividendes.

GrimSolar SA doit innover afin de pérenniser les investissements consentis. Plusieurs solutions existent afin d'améliorer le pourcentage d'autoconsommation et les revenus de la société.

ESR, rachat de l'énergie, récupéré sur :

<https://www.esr.ch/fr/simple/particuliers/ecoreflexes/detail/rachat-de-l-energie-240>

Evaluation économique d'une installation PV (personnes physiques)

Données Techniques			Données Financières			Fiscalité			Achat/Vente électricité					
m ² de panneaux solaires	823		Cout total de l'installation (CHF)	350000		Taux marginal déduction fiscale	0%		Autoconsommation (kWh/an)	0				
Type d'installation	Ajoutée		Subvention communale (CHF)	0		Effet fiscal considéré	oui		Part de l'électricité produite vendue	100%				
Puissance installée (kWp)	127		Investissement initial résultant (CHF)	350000		Taux marginal d'imposition du revenu	0%		Tarif de vente électricité RPC (Fr./kWh)	0.35				
Puissance max par m ² (Wp)	154		Fonds propres	350000	100%	Volume production non imposé (kWh)	10 000		Tarif vente électricité distributeur (Fr./kWh)	0.067				
Catégorie de puissance	D		Dette	0	0%				Tarif achat électricité distributeur (Fr./kWh)	0.067				
Production spécifique (kWh/kWp)	1180		Taux d'intérêt de la dette		4.00%				Croissance annuelle prix électricité	2.50%				
Réduction annuelle de production	0.8%		Coût spécifique installation (CHF/kWp)	2756					Prix électricité moyen 25 ans (achat)	0.093				
Production annuelle initiale (kWh/an)	149860		Durée d'amortissement (années)	25					Prix électricité après 25 ans (Fr./kWh) (achat)	0.12				
			Frais annuels (assurance, etc.)		1.00%				Temps d'attente avant RPC (années)	6				
Résultats			Résultats financiers avancés											
Breakeven / temps de retour	13		Rendement annuel capitaux propres	3.60%		Rendement attendu sur les fonds propres	0.0%							
Durée remboursement dette (années)	0		Rendement annualisé du projet	3.60%		Cout du capital (WACC)	0.0%							
Annuité amortiss. dette sans revenu 25	0		Recettes générées sur 25 ans	846 330		VAN 25 ans	496 330							
Prix de revient sur 25 ans (ct/kWh)	12.9		Bénéfices sur 25 ans	496 330		TRI 25 ans	6.5%							
Année	Production annuelle (kWh)	Prix de vente (CHF/kWh)	Revenus énergie	Impôts sur revenu	Economie sur facture d'électricité	Frais annuels	Revenus net	Frais occasionnel	Effet Fiscal	Intérêt emprunt	Cash Flow	Remboursement dette	Solde dette	Solde fortune
0	149 860	0.067	10 041	-	-	0	0	-350000		-	-350 000	-	-	-350 000
1	148 661	0.067	9 960	-	-	-3 500	6 541	-	-	6 541	-	-	-343 459	
2	147 462	0.067	9 880	-	-	-3 500	6 460	-	-	6 460	-	-	-336 999	
3	146 263	0.067	9 800	-	-	-3 500	6 380	-	-	6 380	-	-	-330 619	
4	145 064	0.067	9 719	-	-	-3 500	6 219	-	-	6 219	-	-	-324 319	
5	143 866	0.067	9 639	-	-	-3 500	6 139	-	-	6 139	-	-	-318 100	
6	142 667	0.349	49 809	-	-	-3 500	46 309	-	-	46 309	-	-	-265 652	
7	141 468	0.349	49 390	-	-	-3 500	45 890	-	-	45 890	-	-	-219 762	
8	140 269	0.349	48 972	-	-	-3 500	45 472	-	-	45 472	-	-	-174 291	
9	139 070	0.349	48 553	-	-	-3 500	45 053	-	-	45 053	-	-	-129 238	
10	137 871	0.349	48 134	-	-	-3 500	44 634	-	-	44 634	-	-	-84 603	
11	136 672	0.349	47 716	-	-	-3 500	44 216	-	-	44 216	-	-	-40 388	
12	135 473	0.349	47 297	-	-	-3 500	43 797	-	-	43 797	-	-	3 410	
13	134 275	0.349	46 879	-	-	-3 500	43 379	-	-	43 379	-	-	46 788	
14	133 076	0.349	46 460	-	-	-3 500	42 960	-	-	42 960	-	-	89 749	
15	131 877	0.349	46 042	-	-	-3 500	42 542	-	-	42 542	-	-	132 290	
16	130 678	0.349	45 623	-	-	-3 500	42 123	-	-	42 123	-	-	174 413	
17	129 479	0.349	45 204	-	-	-3 500	41 704	-	-	41 704	-	-	216 118	
18	128 280	0.349	44 786	-	-	-3 500	41 286	-	-	41 286	-	-	257 404	
19	127 081	0.349	44 367	-	-	-3 500	40 867	-	-	40 867	-	-	298 271	
20	125 882	0.349	43 949	-	-	-3 500	40 449	-	-	40 449	-	-	338 720	
21	124 684	0.349	43 530	-	-	-3 500	40 030	-	-	40 030	-	-	378 750	
22	123 485	0.349	43 112	-	-	-3 500	39 612	-	-	39 612	-	-	418 362	
23	122 286	0.349	42 693	-	-	-3 500	39 193	-	-	39 193	-	-	457 555	
24	121 087	0.349	42 275	-	-	-3 500	38 775	-	-	38 775	-	-	####	
Total	3 386 836		933 830	-	-	####	846 330	-350 000	-	-	496 330	-	-	

Evolution de la balance (kCHF)

Année	Solde dette (kCHF)	Solde fortune (kCHF)
0	-350 000	0
1	-343 459	1
2	-336 999	2
3	-330 619	3
4	-324 319	4
5	-318 100	5
6	-311 961	6
7	-265 652	7
8	-219 762	8
9	-174 291	9
10	-129 238	10
11	-84 603	11
12	-40 388	12
13	3 410	13
14	46 788	14
15	89 749	15
16	132 290	16
17	174 413	17
18	216 118	18
19	257 404	19
20	298 271	20
21	338 720	21
22	378 750	22
23	418 362	23
24	457 555	24
25	486 000	25

Solde dette Solde fortune

Figure 11 : calcul de rentabilité initiaux transmis par la société

Source : tableau fourni par GrimSolar SA

4.4 Les sites de production (2017)

4.4.1 Le centre scolaire

Surface	175 m ²
Puissance ²	27 kW
Nombre de panneaux	108
Coût	80'861 CHF
Production	35'000 kWh/an
Autoconsommation	Inexistante
Rémunération ESR 2016	1'736 CHF



Source : SWISS SOLAR TECHNICS SA

4.4.2 L'UAPE

Surface	247 m ²
Puissance	38 kW
Nombre de panneaux	152
Coût	118'574 CHF
Production	49'000 kWh/an
Autoconsommation	Inexistante
Rémunération ESR 2016	2'430 CHF



Source : SWISS SOLAR TECHNICS SA

4.4.3 Halle des travaux publics

Surface	401m ²
Puissance	62 kW
Nombre de panneaux	247
Coût	146'115 CHF
Production	75'000 kWh/an
Autoconsommation	Inexistante
Rémunération ESR 2016	4'557 CHF



Source : Commune de Grimisuat

4.4.4 Le nouveau centre scolaire

Surface	560 m ²
Puissance	92 kW
Nombre de panneaux	348
Coût	133'420 CHF
Production	110'000 kWh/an
Autoconsommation	42'000 kWh/an
Revente	68'000 kWh/an
Rémunération ESR	5'456 CHF



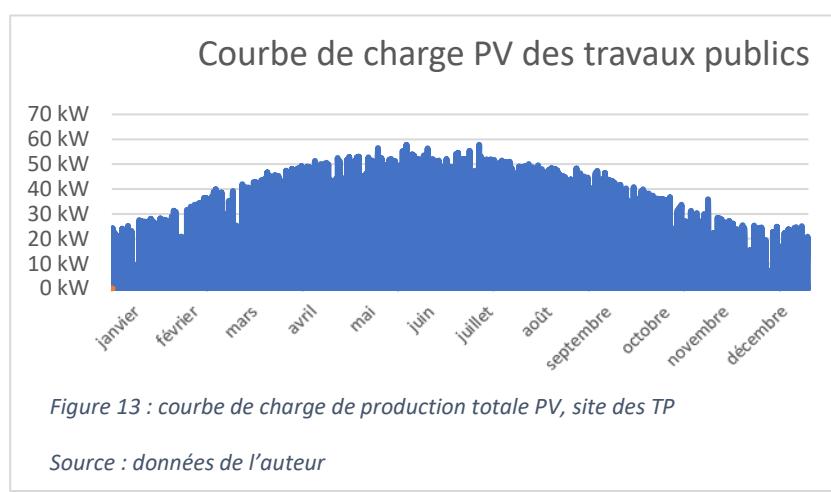
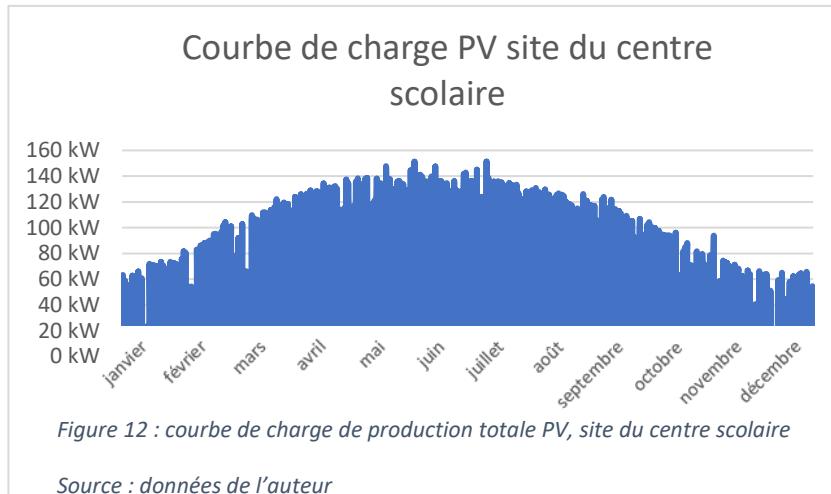
Source : Commune de Grimisuat

4.4.5 Les courbes de charges de production

Les 4 installations sont regroupées sur 2 sites différents : 3 installations (ancien et nouveau centre scolaire et UAPE) sont regroupées autour du site du centre scolaire et le site concernant la halle des travaux publiques est situé sur une autre parcelle communale.

Les 2 sites de production présentent des courbes de charges très similaires pour l'année 2017. Cela est dû à une exposition au soleil quasiment identique. Un m² de panneau solaire produit annuellement une moyenne de 187 kWh pour le site des travaux publics contre 185 kWh pour les différents bâtiments scolaires.

Annuellement, ce n'est pas moins de 200'000 kWh qui sont produits sur les trois installations du site scolaire. Cela représente l'énergie nécessaire afin de couvrir les besoins énergétiques de 45 ménages par année.



Concernant l'installation sur le site des travaux publics, l'installation produit environ 75'000 kWh par année, soit la consommation annuelle d'environ 15 ménages.

4.5 Les bâtiments

Avant d'envisager une éventuelle augmentation de l'énergie autoconsommée, il est nécessaire de mieux comprendre les profils énergétiques des différents bâtiments accueillant des installations photovoltaïques. Leur utilité, le nombre d'occupants ainsi que la durée d'occupation sont autant d'éléments qui influencent la consommation d'électricité. De plus, une localisation dans une zone dense permet plus facilement d'envisager la création d'un regroupement d'autoconsommation.

Deux sites bien distincts sur la commune accueillent des installations :

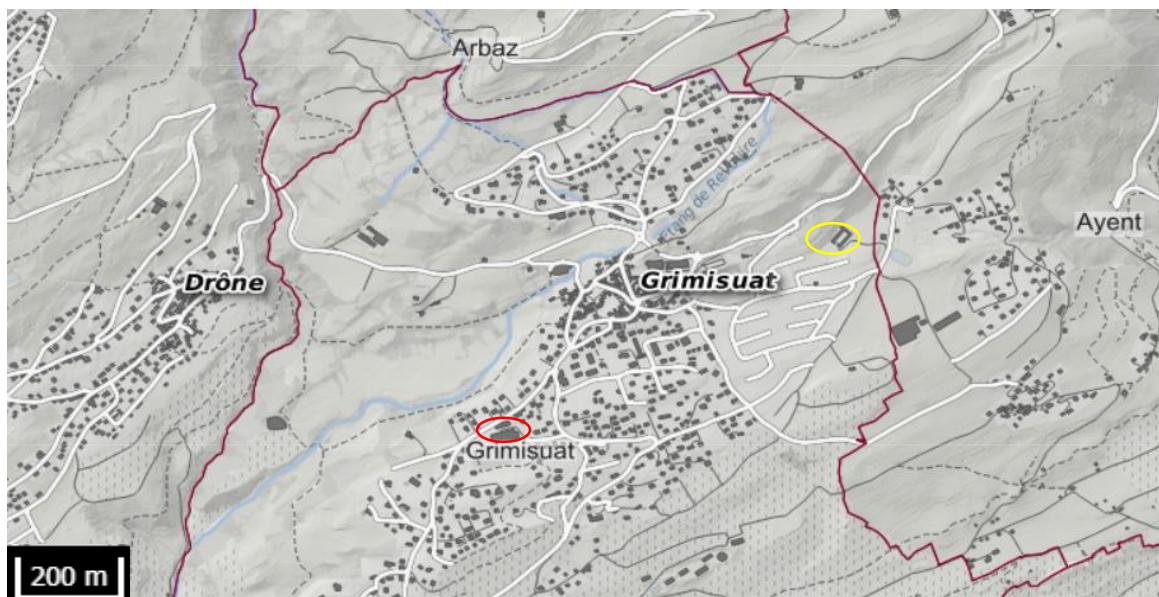


Figure 14 : plan de la commune de Grimisuat

Source : relevé du cadastre récupéré sur : map.vsgis.ch

Le site du centre scolaire

Le site concernant la halle des travaux publics

La situation géographique du centre scolaire est avantageuse. Actuellement, le site se compose de 3 bâtiments indépendants, chacun couvert de panneaux solaires. Il est donc possible de regrouper ces trois édifices publics afin d'accroître l'autoconsommation.

Concernant le site des travaux publics, il se trouve à l'extrême est de la commune. A l'heure actuelle, cette zone faiblement densifiée est en plein développement. De nombreuses constructions sont envisagées dans les années à venir offrant des perspectives intéressantes pour l'autoconsommation du site ou un éventuel regroupement d'autoconsommateurs.

4.6 Le site du centre scolaire

Les bâtiments de ce site accueillent les classes de 1H à 8H du village. Ils abritent également une unité d'accueil pour écoliers (UAPE), une crèche, une bibliothèque communale ainsi qu'une ludothèque. Durant les périodes scolaires, environ 400 personnes occupent les locaux. Ainsi, la consommation diminue durant les vacances, période où la production est la plus importante.

Le site consomme environ 156 000 kWh annuellement. Les bâtiments scolaires sont entièrement chauffés par un chauffage à pellets installé en 2017 et les bâtiments 2 et 3 (UAPE et nouveau centre de scolaire) sont certifiés minergie. Les surfaces où sont installés les panneaux solaires sont représentées en rouge.

A l'heure actuelle, chaque bâtiment est raccordé au réseau électrique ESR séparément. Durant, la construction du bâtiment n°3 achevé en 2017, il n'a pas été envisagé de le relier aux bâties existants afin d'exploiter au mieux l'énergie produite sur le site. Afin de créer un regroupement d'autoconsommation, il sera nécessaire d'entreprendre des travaux de génie civil et d'électricité coûteux.

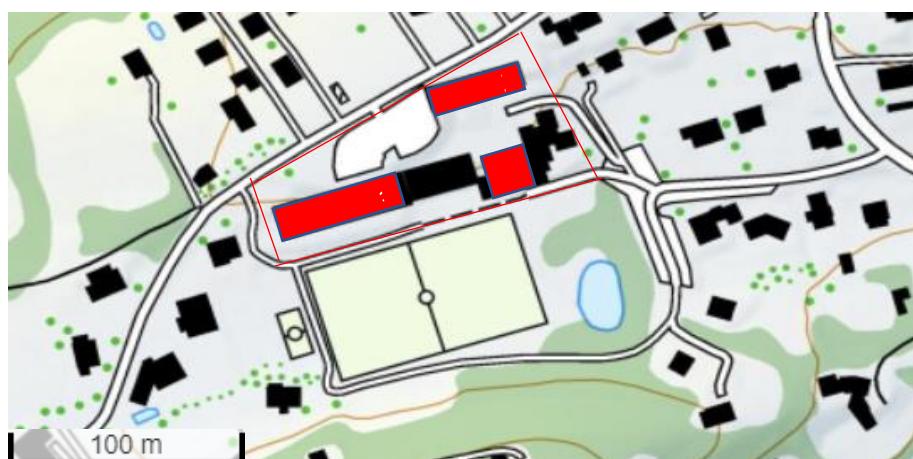


Figure 15 : plan de centre scolaire

Source : plan récupéré sur www.map.geo.admin.ch

4.6.1 L'ancien centre scolaire (1) :

Ce bâtiment est le plus ancien du site. Il est aussi le plus énergivore. Il date de 1977 et n'a subi que peu de modification jusqu'à présent. Environ 67 000 kWh sont consommés annuellement. Un assainissement du bâtiment dont le remplacement des luminaires est prévu pour l'année prochaine, conformément aux engagements pris par la commune. La consommation totale devrait donc passablement diminuer. En effet, un agencement optimal des luminaires et l'installation d'ampoules basses consommation permettent d'économiser jusqu'à 50% de l'électricité consommée pour l'éclairage. (Suisse énergie, 2015, p. 3)

4.6.2 L'UAPE (2) :

Ce bâtiment est un grand consommateur du site. Abritant la crèche et l'unité d'accueil pour les écoliers, sa consommation énergétique est importante durant la journée. Environ 47000 kWh sont consommés annuellement afin d'accueillir les enfants.

4.6.3 Le nouveau centre scolaire

Mis en service à l'automne 2017, les données disponibles de consommation ne couvraient que les 5 derniers mois de 2017. C'est pourquoi, il est encore difficile de déterminer avec exactitude la consommation annuelle. Cependant, en inversant les données de manières décroissantes, il a été possible de reconstituer une courbe de charge annuelle fictive. Il est donc possible d'estimer la consommation annuelle à environ 46000 kWh.

4.7 Le site des travaux publics

Le second lieu se compose de la halle des travaux publics en rouge et du « Ranch ». Ces bâtiments ont une faible consommation électrique. La vocation principale du bâtiment des travaux publics est d'entreposer les véhicules et outillages du service de voirie de la commune. Des espaces de stockage à l'intérieur du Ranch sont aussi exploités.

Ce bâtiment a été choisi durant la phase d'élaboration pour sa grande surface et son exposition idéale. Suivant le modèle de la rétribution à prix coutant qui prévalait jusqu'à l'année dernière, l'installation de 401 m² de panneaux solaires était judicieuse. Mais à la suite de l'abandon de la RPC, le profil énergétique de ce bâtiment ne permet plus d'offrir des perspectives économiques intéressantes.

A cause de cette faible consommation électrique, il est indispensable de trouver des consommateurs externes afin de revendre notre énergie. La création d'une communauté d'autoconsommation avec le voisinage serait une solution intéressante. Cependant, sa localisation dans une nouvelle zone à bâtir peu densifiée et l'impossibilité d'utiliser le réseau de distribution déjà existant (DETEC, 2017, p. 6) engendreront des coûts supplémentaires importants.

En ce qui concerne le Ranch, il sert aujourd'hui de salle des fêtes disponible sur location. Il n'est donc pas possible de prédire l'utilisation des locaux avec précisions. Les dates et durées de réservations ainsi que l'utilisation faite varient selon les occupants. De plus, il ne possède pas de compteurs

électriques enregistrant les courbes de charges. N'étant pas relié au bâtiment de la halle des travaux publics, il serait intéressant d'étudier les gains possibles en termes d'autoconsommation.

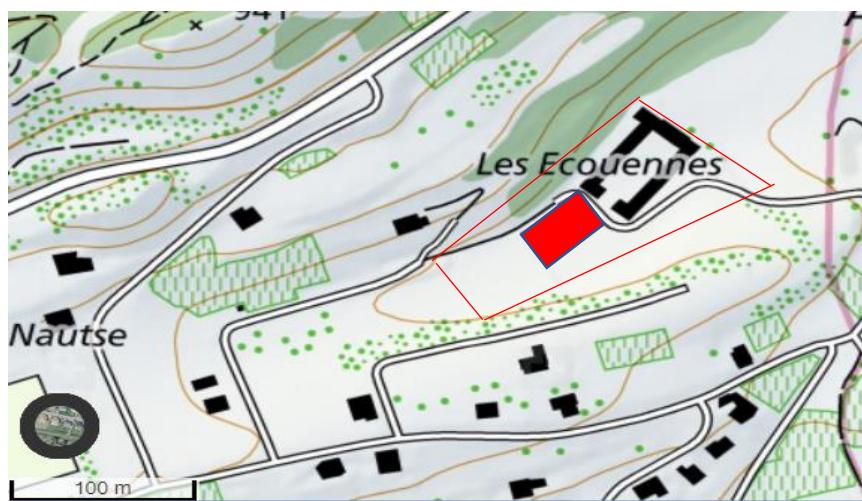


Figure 16: Plan halle des travaux publics

Source : plan récupéré sur www.map.geo.admin.ch

Le tableau ci-dessous récapitule la consommation d'énergie pour les 4 installations photovoltaïques réparties sur les 2 sites.

Lieu	Consommation en kWh
Ancien centre scolaire	67'000
UAPE	47'000
Nouveau centre scolaire	107'000
Consommation totale Site du centre scolaire	221'000
Halle de TP	20'048
Le Ranch	16'007
Consommation totale site des travaux publics	36'055

Tableau 6 : récapitulatif des consommations énergétiques

Sources : données fournies par ESR

4.8 Achat d'énergie sur le marché libre

Depuis 2009, conformément à l'art. 11 de l'ordonnance sur l'approvisionnement en électricité, les consommateurs finaux ayant une consommation annuelle de plus de 100 MWh ont la possibilité d'avoir accès au marché libre. D'après la conférence de Monsieur Nicolas Gaspoz lors de l'Energy forum 2018, il est selon lui possible de réduire les coûts en énergies de 15 à 25%.

Le site du centre scolaire constitue une unité économique et géographique vis-à-vis de la loi. Sa propre consommation effective, est calculée indépendamment de ses trois points de raccordement au réseau. La consommation annuelle finale d'électricité que le site soutire ou produit est de 156 MWh. Il est donc potentiellement possible d'acheter l'énergie sur le marché libre.

Il est à noter que même à l'avenir, les petits consommateurs pourront choisir leur fournisseur d'électricité s'ils entreprennent les démarches. Cette ouverture totale du marché a été repoussée par le conseil fédéral au vu des incertitudes régnant dans le domaine électrique. Cependant, le conseil fédéral reste convaincu que cette ouverture est nécessaire. (DETEC, ouverture du marché de l'électricité, 2017)

5 Analyses financières des installations

5.1 Calcul du prix de revient par kWh produit

Il est indispensable de connaître le coût réel de production d'un kilowattheure pour la suite du travail. Celui-ci détermine le prix minimal de vente d'un kWh afin de couvrir les investissements et les frais de fonctionnement. En dessous de ce montant, l'installation n'est tout simplement plus rentable.

Pour ce faire, il faut diviser l'investissement initial et les coûts de fonctionnement actualisés par la production électrique totale. Pour notre hypothèse de calcul, la durée d'exploitation est de 30 ans et le taux d'actualisation, basé sur le taux d'intérêt moyen des obligations de la Confédération sur ces 6 dernières années, est de 2%.

Premièrement, on déduit du prix d'achat de panneaux solaires la petite rétribution unique accordée par Pronovo. Nous obtenons ainsi un investissement net total de **308'560 CHF**.

	Centre scolaire	UAPE	TP	Nouv. Centr. Scolaire	Total
CAPEX initial	CHF 85 062.00	CHF 123 598.00	CHF 144 090.00	CHF 139 420.00	CHF 492 170.00
./. PRU	CHF 34 000	CHF 45 200	CHF 67 810	CHF 36 600	CHF 183 610
Investissement net	CHF 51 062.00	CHF 78 398.00	CHF 76 280.00	CHF 102 820.00	CHF 308 560.00

Deuxièmement, on détermine les coûts de fonctionnement de l'installation en tenant compte des amortissements et des frais d'entretien. A cela s'ajoute des charges liées au remplacement des onduleurs à la moitié de vie de l'installation. Le total des frais actualisé se monte à **367'728 CHF**.

Amortissement constant annuel	CHF 2 042.48	CHF 3 135.92	CHF 3 051.20	CHF 4 112.80	CHF 12 342.40
Frais annuel	CHF 911.06	CHF 1 285.90	CHF 2 087.64	CHF 2 915.40	CHF 7 200.00
OPEX : Frais annuel + amortissement	CHF 2 953.54	CHF 4 421.82	CHF 5 138.84	CHF 7 028.20	CHF 19 542.40

Remplacement onduleur	CHF 4 286	CHF 4 286	CHF 8 571	CHF 12 857	CHF 30 000
-----------------------	-----------	-----------	-----------	------------	-------------------

Finalement, on détermine la production annuelle d'électricité. Initialement elle s'élevait à 278 000 kWh/an. Il est nécessaire de tenir compte d'une réduction de la production annuelle de 0.8%. A la fin des 30 années d'exploitation ce n'est pas moins de **6'978'126 kWh** qui seront produits.

KWh produit annuel	35 000 kWh	50 000 kWh	78 000 kWh	115 000 kWh	278 000 kWh
---------------------------	------------	------------	------------	-------------	-------------

Tableau 7 : Données économiques des installations solaires

Source : données de l'auteur

$$\frac{367\,728 + 308\,560 + 30\,000}{6\,978\,126 \text{ kWh}} = 10 \text{ cts /kWh}$$

Équation 3 : Calcul du coût actualisé de l'énergie

Source : données de l'auteur

Le Prix de revient de l'énergie produit par les installations de GrimSolar SA est relativement bas. Pour une puissance totale de 220 kW, il ne coïncide pas avec les chiffres publiés par l'OFEN en 2017.

Cela est dû à l'obtention de la petite rétribution unique perçue par la société faisant ainsi baisser l'investissement initial de 38%. Cela représente une baisse du prix de revient du kWh d'environ 2.6 cts. De plus, à installation identique, le prix de revient sera toujours plus faible en Valais grâce aux conditions d'ensoleillement excellentes.

Coût de revient en ct. /kWh	Nouvelles installations			
		Aujourd'hui	2035	2050
Photovoltaïque	10 kW	18-31	9-22	8-19
	1000 KW	8-13	4-10	3-9

Tableau 8. Coût de revient pour les nouvelles installations PV en Suisse (en ct. /kWh).

Source : OFEN 2017

En connaissant le prix de revient d'un kilowattheure produit, nous pouvons dès lors établir des simulations financières pour les diverses hypothèses de développement suivantes et vérifier leur rentabilité :

- Poursuivre avec le modèle économique actuel sans aucun investissement
- Etablir un regroupement d'autoconsommation avec installation ou non d'accumulateur d'énergie

- Etablir une convention visant à facturer à la Commune le courant autoconsommé dans les différents bâtiments.

5.2 Analyse des charges

Les charges de l'entreprise GrimSolar SA sont relativement faibles. La plus grande partie des dépenses proviennent de frais de location de modems et de compteurs. Concernant les frais d'entretien, ils sont anormalement bas. En effet, ESR nous a fait savoir que pour leur parc photovoltaïque, environ 2000 CHF de frais d'entretien sont retenu par année pour chaque installation.

La société bénéficie de son statut d'entreprise communale. Une synergie est ainsi créée avec les employés communaux qui sont chargés de l'entretien des installations. Ainsi environ 7'000 CHF à 8'000 CHF sont économisés par année.

On retrouve dans les écritures de GrimSolar les charges suivantes :

CHARGES		
Frais d'énergie, modems et location compteurs	CHF	2 629.80
Frais d'énergie C. scolaire 2017	CHF	2 400.00
Frais d'entretien	CHF	1 000.00
Intérêt charges et frais bancaires	CHF	100.00
Total charges	CHF	6 129.80

Tableau 9 : Analyse des charges

Source : données de l'auteur

5.3 Le seuil de rentabilité

Il représente le chiffre d'affaire minimum nécessaire à atteindre afin de couvrir la totalité des charges. Il est important de tenir compte de tous les frais d'exploitations de la société ainsi que des amortissements annuels constants se montant à 13'000 CHF. C'est pourquoi un chiffre d'affaire de 19'129.80 est requis afin d'atteindre le point mort.

Le fonctionnement de GrimSolar SA diffère d'une entreprise classique. Il n'est en effet pas possible d'augmenter la quantité de production. Celle-ci dépend uniquement de la météo. En revanche, il est possible de jouer sur le prix de vente ou sur le pourcentage d'autoconsommation afin de faire varier le bénéfice final.

Sachant que durant l'année 2018, les modifications techniques nécessaires pour passer en consommation propre seront réalisées pour chaque installation, le seuil de rentabilité suivant est calculé en situation d'autoconsommation.

5.4 Seuil de rentabilité ajusté au prix

Le prix de rachat d'ESR étant fixe, il n'est pour l'instant pas possible d'attendre plus de revenus concernant la vente du surplus de production. En revanche, le tarif de rachat fixé avec la commune reste à définir.

Les prix mentionnés correspondent aux prix pratiqués actuellement par ESR

Prix d'achat ESR	Prix d'achat Commune	Prix d'achat Commune situation de dividende
(Cts. /kWh)	(Cts. /kWh)	(Cts. /kWh)
6.3	14.6	21

Tableau 10 : prix de rachat ajusté au prix

Source : données de l'auteur

Nous voyons qu'un prix de rachat de 14.6 cts/kWh permet à la société de couvrir la totalité de ses charges annuelles.

De plus, en situation d'autoconsommation, l'entreprise doit vendre à la Commune le kWh autoconsommé à 21 centimes afin d'espérer rémunérer les actionnaires. Les pourcentages d'autoconsommation sont les suivants : (ceux-ci seront développés au point 6.3)

Ancien centre scolaire	UAPE	Nouveau centre scolaire	Halle des TP
70%	41%	50%	10%

Tableau 11 : données d'autoconsommation

Source : données de l'auteur

Le prix de la rémunération d'ESR reste quant à lui inchangé. Cependant, cette situation n'est pas envisageable. D'un point de vue éthique, le prix de l'énergie facturé à la commune devrait être identique au prix du marché pratiqué par le fournisseur local. Cette situation serait neutre et n'imposerait aucune charge supplémentaire aux citoyens. Il serait en effet difficile de privatiser les

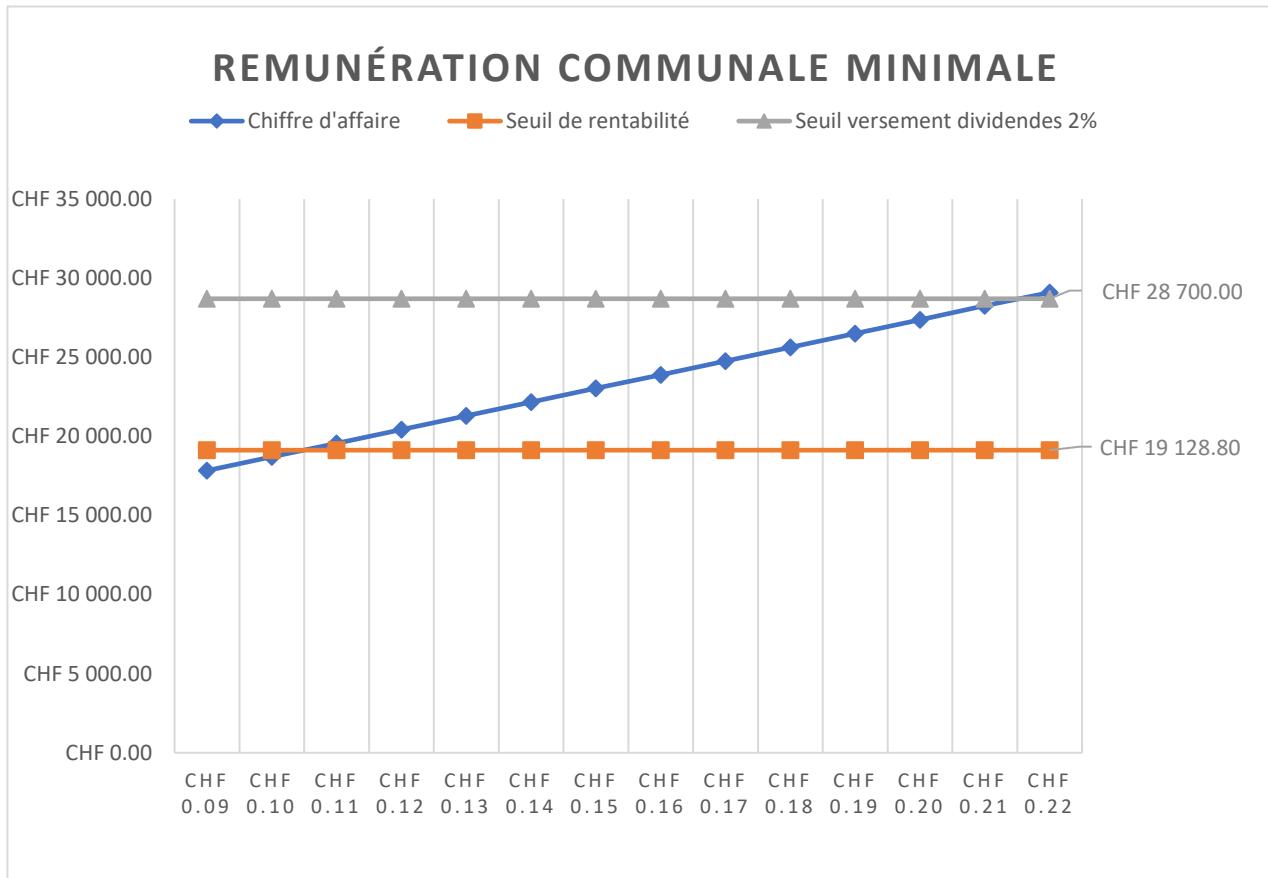


Figure 17 : rémunération communale minimale

Source : données de l'auteur

bénéfices aux seuls actionnaires durant les bonnes années mais de collectiviser les pertes avec l'ensemble des citoyens lors de cette période actuelle plus difficile.

5.5 Seuil de rentabilité ajusté au pourcentage d'autoconsommation

Les calculs sont effectués en se basant sur le modèle d'autoconsommation. Les calculs sont effectués selon une estimation de la situation future des installations au premier janvier 2019. Le prix de rachat est de 6.3 cts/kWh pour ESR et de 14.6 cts/kWh pour la Commune. Ainsi l'autoconsommation pourra être rétribuée à 14,6 cts alors que le solde sera repris par ESR au prix de 6,3 cts.

Le seuil nécessaire d'autoconsommation à atteindre pour le versement de 2% de dividendes représente un objectif de rentabilité par installation. Si les 4 seuils suivants sont atteints individuellement pour chaque installation, il sera dès lors possible de rémunérer les capitaux.

5.5.1 Installation de l'ancien centre scolaire

Le prix du kWc installé sur l'ancien centre scolaire est de 3'150 CHF. L'installation acquise en 2012 représente un prix élevé en comparaison des nouveaux panneaux installés sur le récent centre scolaire. Un tel prix du kWc était rentable en suivant l'ancien modèle RPC mais plus à l'heure actuelle.

	Puissance	Prix brut	Prix du kWc installé
	(kWc)	(CHF/kWc)	(CHF)
Ancien centre scolaire	27	85'062	3'150

Tableau 12 : Prix de rachat ajusté à l'autoconsommation de l'ancien centre scolaire

Source : données de l'auteur

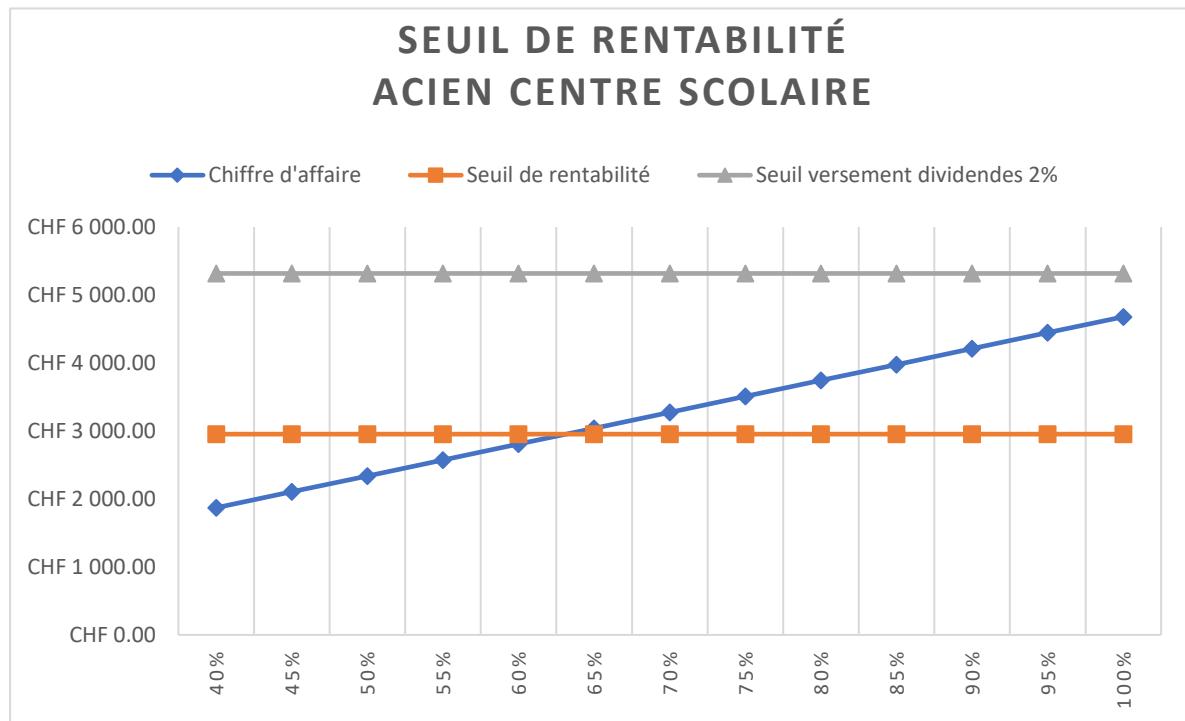


Figure 18 : Seuil de rentabilité ancien centre scolaire

Source : données de l'auteur

Un pourcentage d'autoconsommation de 66% est nécessaire afin de couvrir les charges annuelles d'exploitation de l'installation ainsi que les amortissements. De plus, cette installation ne peut atteindre le seuil de versement des dividendes de 2% même en autoconsommation complète.

5.5.2 Installation de l'UAPE

Le prix du kWc installé sur L'UAPE est de 3'253 CHF. L'installation acquise en 2012 est la plus cher de toutes les surfaces photovoltaïques de l'entreprise.

	Puissance	Prix brut	Prix du kWc installé
	(kWc)	(CHF/kWc)	(CHF)
UAPE	38	123'598	3'253

Tableau 13 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation de l'UAPE

Source : données de l'auteur

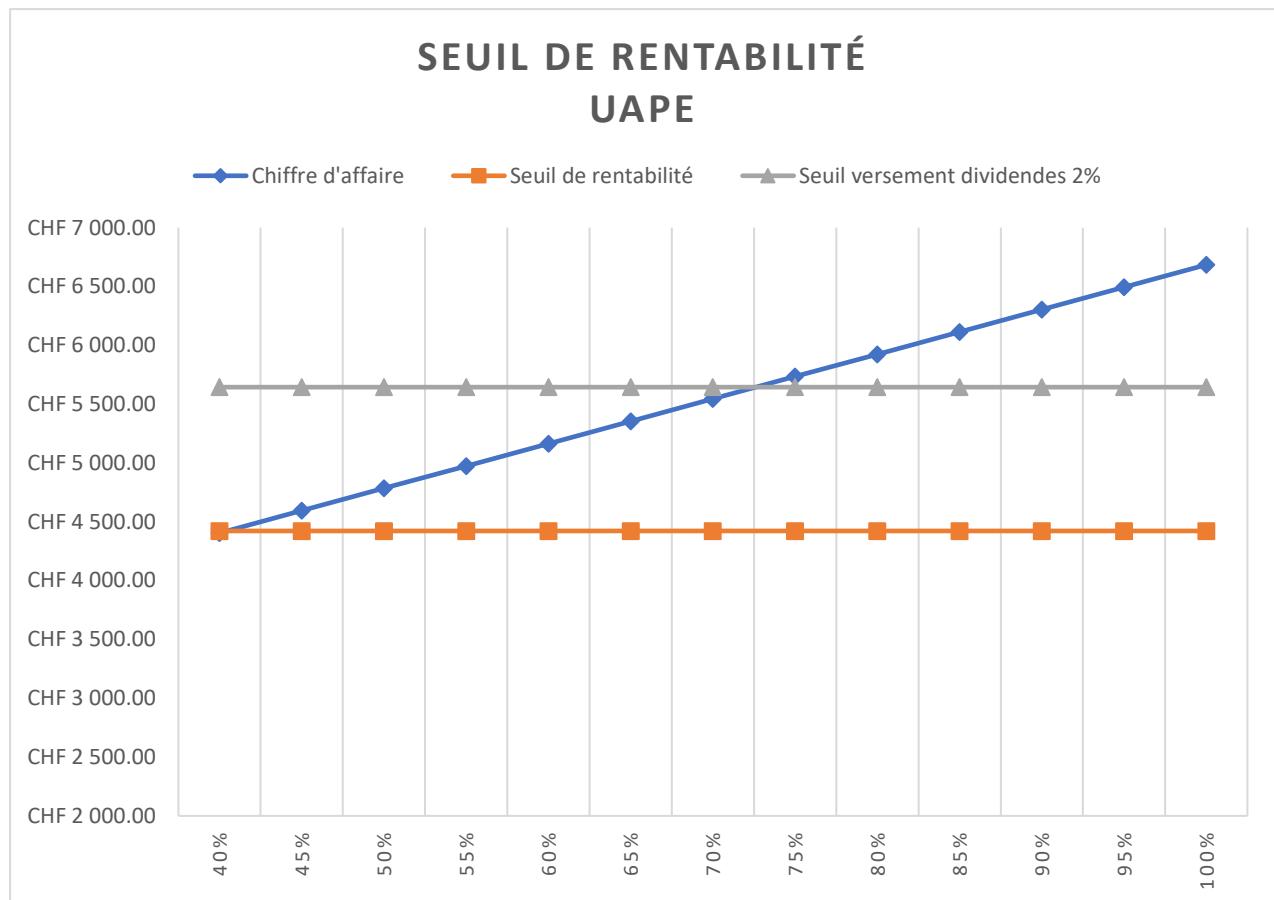


Figure 19 : seuil de rentabilité UAPE

Source : données de l'auteur

Un pourcentage d'autoconsommation de 40% est nécessaire afin de couvrir les charges annuelles d'exploitation ainsi que les amortissements. D'après les estimations, un taux de 41% est envisageable sans mesures particulières. L'installation atteindrait alors son seuil de rentabilité. De plus, un taux d'autoconsommation de 70% permettrait de verser 2% de dividendes. Actuellement en fonction du profil de charge, ce pourcentage n'est pas atteignable.

5.5.3 Installation du nouveau centre scolaire

Le prix du kWc installé sur le nouveau centre scolaire est de 1'566 CHF. L'installation acquise en 2017 est la moins cher de toutes les surfaces photovoltaïques de l'entreprise. Un tel prix du kWc permet d'entrevoir une rentabilité suffisante dans la conjoncture actuelle.

	Puissance	Prix brut	Prix du kWc installé
	(kWc)	(CHF/kWc)	(CHF)
Nouveau centre scolaire	92	144'090	1'566

Tableau 14 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation du nouveau centre sco.

Source : données de l'auteur

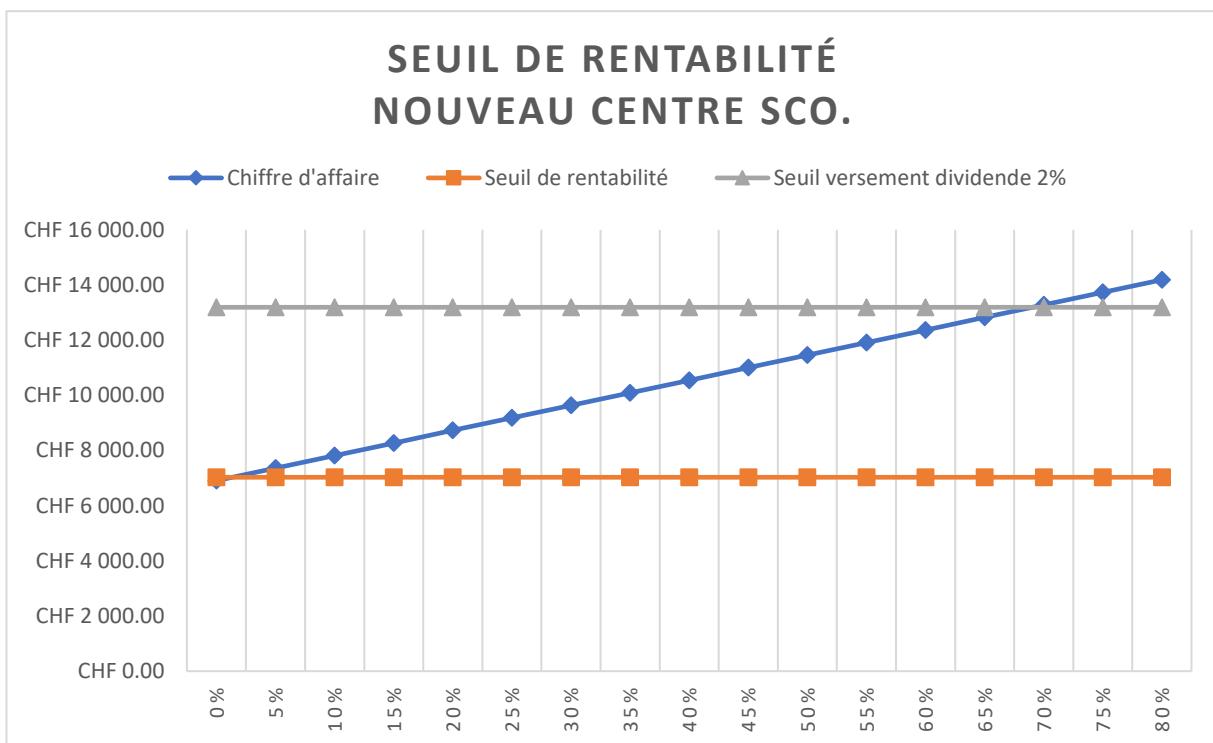


Figure 20 : Seuil de rentabilité nouveau centre sco.

Source : données de l'auteur

Un pourcentage d'autoconsommation de 5% est nécessaire afin de couvrir les charges annuelles d'exploitation ainsi que les amortissements. A l'heure actuelle, 39% de la production est autoconsommée. Cela en fait l'installation la plus rentable de la société. De plus, un taux d'autoconsommation de 70% permettrait d'atteindre 2% de dividendes. Actuellement en fonction du profil de charge, ce pourcentage n'est pas atteignable.

5.5.4 Installation des travaux publics

Le prix du kWc installé sur la halle des travaux publics est de 2'249 CHF. L'installation située à l'extérieur du village affiche un coût du kWc relativement bon qui permet d'entrevoir une rentabilité suffisante dans la conjoncture actuelle.

Cependant, l'installation souffre d'une situation qui n'est pas adaptée à l'autoconsommation d'énergie solaire. La production est disproportionnée par rapport à la faible consommation du bâtiment. Il est indispensable de trouver des solutions afin d'augmenter la consommation propre du lieu et ainsi rendre l'installation lucrative.

	Puissance	Prix brut	Prix du kWc installé
	(kWc)	(CHF/kWc)	(CHF)
Ancien centre scolaire	62	139'420	2'249

Tableau 15 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation de la halle des TP

Source : données de l'auteur

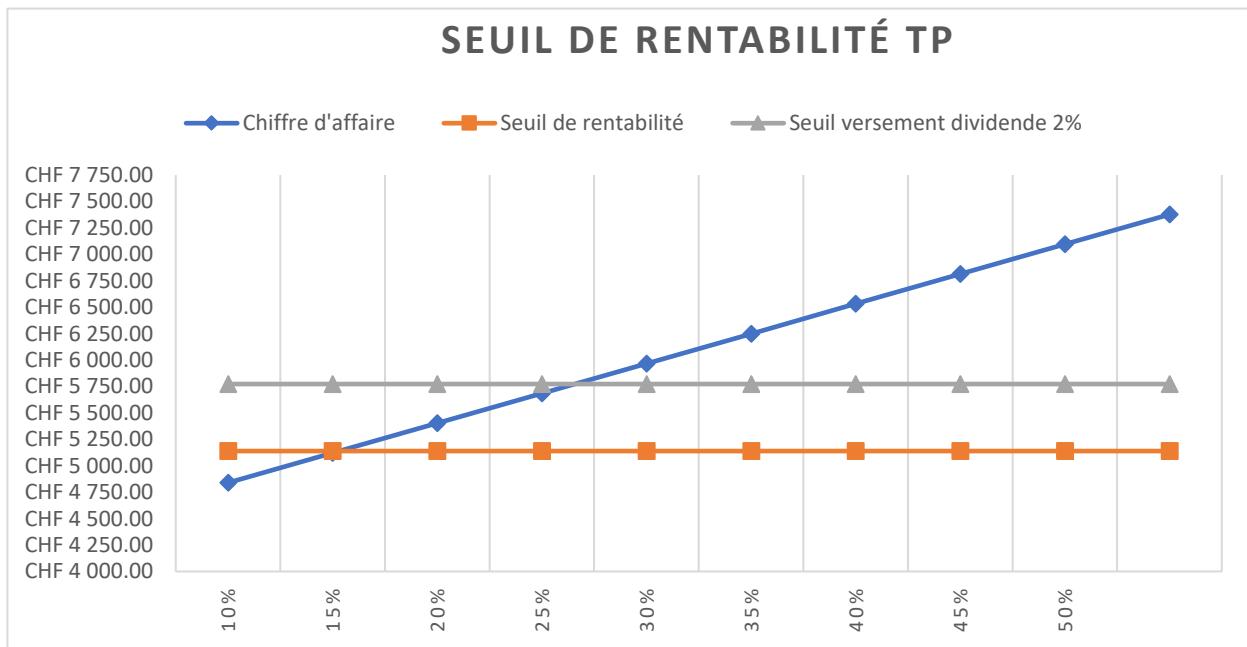


Figure 21 : seuil de rentabilité TP

Source : données de l'auteur

Un pourcentage d'autoconsommation de 15% est nécessaire afin de couvrir les charges annuelles d'exploitation ainsi que les amortissements. D'après les prévisions, cette installation atteindra les 10% d'autoconsommation. Il est donc nécessaire de trouver des sources externes de revenus afin de couvrir les charges annuelles inhérentes à cette surface solaire. De plus, un taux d'autoconsommation de 28% permettrait un éventuel versement d'un dividende de 2%. Actuellement en fonction du profil de charge, ce pourcentage n'est pas atteignable.

5.5.5 Regroupement d'autoconsommation

Le prix moyen du kWc installé sur les deux bâtiments du regroupement (ancien et nouveau centre scolaire) serait de 1'886 CHF. L'intégration de l'ancien centre scolaire est bénéfique d'un point de vue financier. Il profite de la bonne santé financière de l'installation récente du nouveau centre scolaire (2017). Ce coût du kWc relativement faible permet d'entrevoir une rentabilité suffisante dans la conjoncture actuelle et ainsi de « sauver » l'installation de l'ancien centre scolaire.

	Puissance	Prix brut	Prix du kWc installé
	(kWc)	(CHF/kWc)	(CHF)
Regroupement centres scolaire	119	224'482	1'886

Tableau 16 : prix de rachat ajusté à l'autoconsommation du regroupement

Source : données de l'auteur

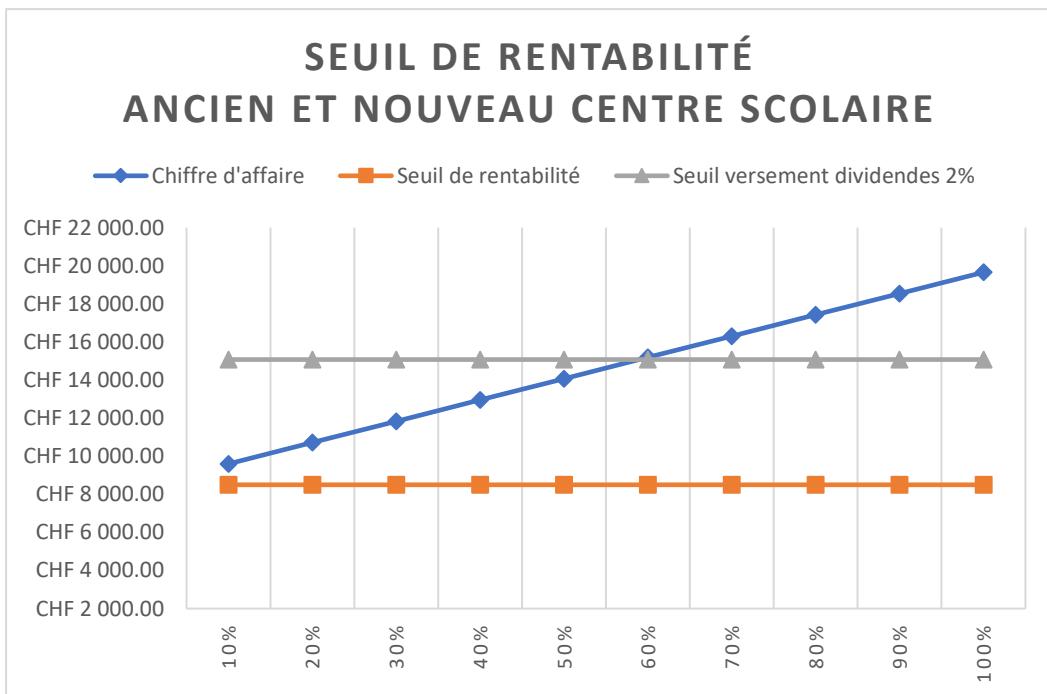


Figure 22 : Seuil de rentabilité regroupement autoconsommation centre scolaire

Source : données de l'auteur

Les amortissements ainsi que les charges annuelles d'exploitation sont couverts à partir de 5% d'autoconsommation. Ces dernières diminuent grâce à la synergie créée entre les deux bâtiments. (Baisse des coûts de location de compteurs). D'après les prévisions, cette installation atteindra les 59% d'autoconsommation dans le cadre d'un regroupement. Cela permettra une possible rémunération des capitaux propres.

6 Retraitement des données

6.1 Création des courbes de charges de consommation des bâtiments

6.1.1 Site scolaire

Seul le nouveau centre scolaire possède un compteur enregistrant une courbe de charge au quart d'heure. Les données de consommation couraient du mois de juillet au mois de décembre. Pour construire une courbe de charge relativement précise, ces dernières ont été inversées pour aller des jours froids aux jours chauds.

Pour les deux autres bâtiments du site (UAPE et ancien bâtiment scolaire), il était nécessaire de trouver une méthode afin de construire une courbe de charge. Les trois bâtiments scolaires ont un taux de fréquentation journalier équivalent. Ceux-ci accueillent les enfants et les employés de manière plus ou moins similaire. Grâce aux relevés mensuels transmis par le concierge, il est donc possible, en se basant sur les fréquences de consommation du nouveau centre scolaire de reconstruire la courbe de charge pour l'UAPE et l'ancien centre scolaire.

6.1.2 Site des travaux publics

Concernant la halle et le Ranch, aucun relevé précis n'a été effectué. Comme la halle sert uniquement de dépôt pour les employés communaux, nous pouvons en déduire que sa consommation est faible. Pour la salle des fêtes à l'intérieur du Ranch, c'est l'utilisation de la cuisine les jours d'occupation qui permet l'autoconsommation. En tout, le site consomme environ 36'000 kWh par an.

6.2 Création des courbes de charges de production

Aucune des installations ne disposent de compteur relevant la production horaire des panneaux solaires. Il a donc fallu trouver une autre méthode pour se rapprocher au plus près des chiffres annuels du rachat du surplus fournis par ESR.

Sur le site www.agrometeo.ch, les données complètes de plusieurs stations météo dont celles situées à Grimisuat sont disponibles. Les valeurs de rayonnement solaire (Watts/m²) à l'heure peuvent être extraites. En appliquant la formule suivante, il est dès lors possible d'obtenir avec une précision acceptable les courbes de charge de chaque installation. Pour ce calcul, un rendement moyen de 16% a été retenu pour les panneaux solaires. A l'aide du logiciel E-predict, les estimations ci-dessous ont pu être réalisées.

$$\text{rayonnement 2017} * \frac{\text{m}^2}{1000} * 0.16 = \text{production annuelle en kWh}$$

Équation 4 : détermination des productions solaires annuelles

Source : informations météorologiques récupérées sur www.agrometeo.ch

Site de production	Moyenne (2013-2016) rémunération ESR	Estimation rayonnement Watts/m ²	Marge d'erreur
C. Scolaire 1977	34'892 kWh	35'277 kWh	1.09%
UAPE	48'352 kWh	49'791 kWh	2.89%
C. Scolaire 2017	Aucune donnée annuelle	119'943 kWh	-
Halle TP	75'816 kWh	78'311 kWh	3.19%

Tableau 17 : création des courbes de production PV

Source : données de l'auteur

6.3 Détermination de l'autoconsommation (C Scolaire 2017)

Le schéma ci – dessous représente les flux d'énergie pour le nouveau bâtiment scolaire. Le calcul des différentes valeurs a été effectué à l'aide des données fournies par le distributeur local.

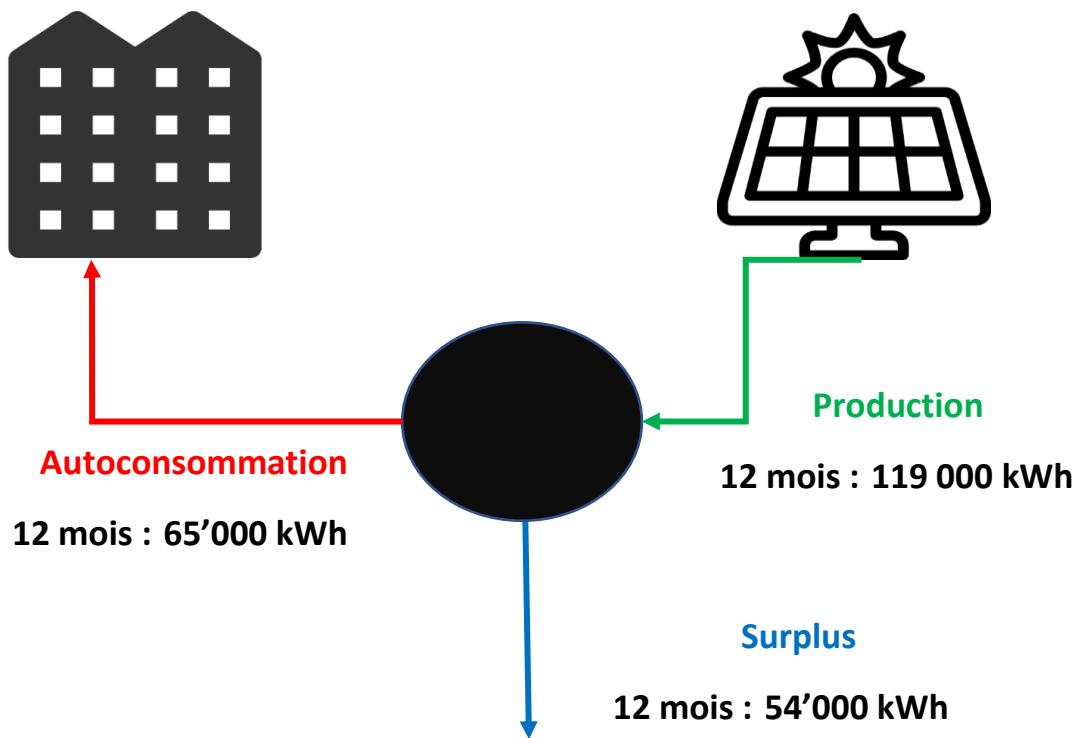


Figure 23 : Autoconsommation du nouveau centre scolaire

Sources : données des compteurs fournies par ESR et images récupérées sur www.icon-icons.com

ESR a fourni les données annuelles 2017 du surplus d'injection ainsi que celles de la consommation électrique totale du bâtiment. En se basant sur la formule ci-dessous, 2 des 3 variables sont connues. Nous pouvons ainsi retrouver le taux d'autoconsommation du bâtiment.

$$\text{autoconsommation} + \text{surplus d'injection} = \text{production solaire totale}$$

$$\text{autoconsommation} + 54\,000 = 119\,000$$

$$\text{autoconsommation} = 65\,000$$

Équation 5 : production solaire totale

Source : données de l'auteur

En divisant l'autoconsommation par la production solaire totale, nous obtenons un taux de consommation propre de **54%**. Ce pourcentage diffère des valeurs d'ESR. Les données de production retenues par ESR étaient inexactes. Elles se basaient sur une production de 80'600 kWh. Cette dernière s'élève cependant à 119'000 kWh. Un recalibrage des données avec les personnes d'ESR devra encore avoir lieu pour comprendre et expliquer les différences.

6.4 Hypothèse de travail

Les données contenues dans le tableau ci-dessous ont été transmises par le département technique de la société ESR. Après discussion avec les représentants de GrimSolar SA et son responsable technique, les hypothèses de travail suivantes ont été retenues pour chacun des 2 sites en se basant sur la méthode appliquée au chapitre 6.3 « Détermination de l'autoconsommation ».

6.4.1 Le Site du centre scolaire

	Ancien centre sco.	UAPE	Nouveau centre sco.
Consommation	70'672 kWh	47'000 kWh	107'000 kWh
Production	33'500 kWh	45'000 kWh	119'000 kWh
Autoconsommation	23'575 kWh	17'550 kWh	65'000 kWh
Surplus	9'925 kWh	27'450 kWh	54'000 kWh
Autoconsommation	70%	41%	54%

Tableau 18 : hypothèses d'autoconsommation

Source : données de l'auteur

Les 54% d'autoconsommation trouvé sont excellents. Il faut cependant prendre ce chiffre avec du recul. En effet, durant la période calculée d'août à décembre 2017, différents travaux ont été réalisés afin de finaliser la construction du nouveau bâtiment. C'est pourquoi, un taux de 50% sera retenu car ces travaux avaient un caractère unique.

L'ancien centre scolaire a une consommation élevée d'électricité. Plusieurs facteurs l'expliquent. Il accueille l'ensemble des installations de chauffage des trois bâtiments. De plus, l'enveloppe externe et les installations électriques datent de l'année de construction (1977). Son profil énergétique associé à la petite taille de son installation (27kWc) favorise un pourcentage d'autoconsommation important estimé à 70%.

6.4.2 Le site des travaux publics et du ranch

Concernant la situation actuelle de la halle des travaux publics, le choix d'un taux d'autoconsommation de 10% a été retenu. C'est un taux relativement faible. Cette hypothèse de calcul permettra de réaliser des simulations financières relativement prudentes pour le futur de la société. Elle tient compte d'un regroupement d'autoconsommation avec le Ranch. C'est une consommation très volatile qui sera ajoutée à la part autoconsommée grâce à l'utilisation de la salle des fêtes.

7 Etude de faisabilité

7.1 Détermination des hypothèses de travail

Suite à la séance du mercredi 9 mai 2018 avec un représentant du service technique d'ESR, les autorités communales et les représentants de la société GrimSolar SA, les variantes d'études suivantes ont été retenues.

- D'effectuer aucune modification des installations et de continuer l'exploitation en revendant le surplus à ESR (situation actuelle en finalisant l'autoconsommation pour chaque bâtiment).
- De créer un regroupement d'autoconsommation pour le site du centre scolaire avec l'installation ou non d'accumulateur d'énergie. Comme des frais non négligeables seront nécessaires pour la transformation des installations existantes, la question sur la rentabilité de ces futurs investissements se pose.
- D'attendre un probable changement de législation à moyen terme qui rendrait possible une totale utilisation du réseau existant. Cela permettra la revente du surplus via la blockchain et ainsi dynamisera le rendement des installations et notamment celle installée sur la halle des travaux publics.

Pour finir, la création d'une convention avec la commune a été évoquée. Celle-ci consistera à facturer à l'administration communale l'énergie autoconsommée sur les différents sites. Le prix de vente appliqué pourrait ainsi se baser sur le prix actuel proposé par ESR. Cette situation serait gagnante pour la commune et pour la société GrimSolar SA qui augmentera significativement ses revenus.

Un premier rapport a été présenté à l'assemblée générale de fin juin 2018 afin de soumettre aux actionnaires les différentes possibilités de développement pour le futur.

De plus, durant ce travail de Bachelor, d'autres alternatives seront également étudiées afin de proposer à la société des pistes nouvelles de développement non évoquées jusqu'à présent. Il serait notamment intéressant d'étendre la réflexion sur ces deux points :

- Faire l'acquisition de véhicule électrique communaux afin d'augmenter la part d'énergie produite autoconsommée.
- Etendre le modèle du regroupement d'autoconsommation au voisins directs des installations afin d'augmenter l'autoconsommation et les gains financiers de la société.

7.2 Etat actuel

Les données suivantes représentent la situation actuelle de l'entreprise. Seul le nouveau centre scolaire (2017) autoconsomme la production solaire. Cependant, aucun revenu n'est dégagé de la consommation propre. Cet état de fait est en cours de correction et de régularisation en accord avec le distributeur local.

7.2.1 Rendement des installations

Ce tableau reflète la situation financière actuelle de la plus petite installation de GrimSolar SA. Pour l'instant, la totalité de la production est revendu à ESR au tarif du marché.

Centre scolaire 1977		Sans autoconsommation
Puissance	(kWc)	27
Surface PV	(m ²)	175
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	35
Taux autoconsommation ²	(%)	-
Investissement brut	(CHF)	85'062
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	34'000
Investissement net	(CHF)	51'062
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.6
		Tarif
Tarif de rachat ESR	(Ct/kWh)	6.3
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-66'058
TRI (30 ans)	(%)	-7%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation actuelle du bâtiment sans autoconsommation

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 19 : situation actuelle inst. ancien centre sco.

Source : données de l'auteur

La situation actuelle de l'installation sans autoconsommation ne permet pas d'offrir une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh, un TRI de -7% est atteint et une perte de -66'058 CHF est dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière actuelle de l'installation située sur le bâtiment de l'UAPE.

Pour l'instant la totalité de la production est revendu à ESR au tarif du marché.

UAPE		Sans autoconsommation
Puissance	(kWc)	38
Surface PV	(m ²)	247
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	50'000
Taux autoconsommation ²	(%)	-
Investissement brut	(CHF)	123'598
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	45'200
Investissement net	(CHF)	78'398
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR	(Ct/kWh)	6.3
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-65'854
TRI (30 ans)	(%)	-7.5%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation actuelle du bâtiment sans autoconsommation

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 20 : situation actuelle inst. UAPE

Source : données de l'auteur

La situation actuelle de l'installation sans autoconsommation ne permet pas d'offrir une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh, un TRI de -7.5% est atteint et une perte de -65'854 CHF est dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière actuelle de l'installation située sur le bâtiment du nouveau centre scolaire. Ce bâtiment autoconsomme 50% de l'énergie produite. L'électricité autoconsommée n'est actuellement pas encore rémunérée par la Commune. Le bénéfice tient compte de ce manque à gagner sur la période d'exploitation 2017.

Centre scolaire 2017		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	92
Surface PV	(m ²)	560
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	115'000
Taux autoconsommation ²	(%)	50
Investissement brut	(CHF)	139'420
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	36'600
Investissement net	(CHF)	102'820
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	8.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	6.3/14.6
Retour sur investissement	(ans)	21
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	29'783
TRI (30 ans)	(%)	2.2%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² L'énergie autoconsommée actuellement n'est pas rémunérée par la commune propriétaire du bâtiment.

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 21 : situation actuelle autoconsommation inst. nouveau centre sco.

Source : données de l'auteur

La situation actuelle de l'installation offre une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh, un TRI de 2.2% est atteint et un bénéfice de 29'783 CHF est dégagé sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière actuelle de l'installation située sur le bâtiment des travaux publics. Pour l'instant la totalité de la production est revendu à ESR au tarif du marché.

Bâtiment TP		Sans autoconsommation
Puissance	(kWc)	62
Surface PV	(m ²)	401
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	78'000
Taux autoconsommation ²	(%)	-
Investissement brut	(CHF)	144'090
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	67'810
Investissement net	(CHF)	76'280
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR	(Ct/kWh)	6.3
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-48'268
TRI (30 ans)	(%)	-3%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation actuelle du bâtiment sans autoconsommation

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 22 : situation actuelle inst. TP

Source : données de l'auteur

La situation actuelle de l'installation sans rétribution de la commune ne permet pas d'offrir une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh, un TRI de -3% est atteint et une perte de -48'268CHF est dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

7.2.2 Analyse financière prévisionnelle

La situation actuelle de la société (càd de l'autoconsommation uniquement pour le nouveau centre scolaire) n'est pas rentable ni à court terme, ni à long terme. Le tableau de profits et pertes ci-dessous se base sur une moyenne annuelle des recettes prévisionnelles de la société de 2018 à 2028. En tenant compte de frais d'entretien inférieur à la normale comme convenu avec la société et d'amortissement constant de 13'000 CHF, l'entreprise sera continuellement en pertes.

PP prévisionnel		2018-2028	
RECETTE			
Rendement énergie ESR		CHF	12 939.67
Rendement énergie ESR ¹		CHF	5 837.87
Total recette		CHF	18 777.54
CHARGES			
Frais d'énergie, modems et location compteurs		CHF	2 629.80
Frais d'énergie C. scolaire 2017		CHF	2 400.00
Frais d'entretien ²		CHF	1 000.00
Intérêt charges et frais bancaires		CHF	100.00
Total charges		CHF	6 129.80
Bénéfice sans amortissement		CHF	12 647.74
Amortissement ³		CHF	13 000.00
Bénéfice avant impôts		CHF	-352.26
Impôt fédéral, cantonal et comm.		CHF	-352.26
Perte		CHF	-352.26

Tableau 23 : PP prévisionnel actuel

Source : données de l'auteur

¹ Tient compte du rachat de l'énergie autoconsommée dans le nouveau centre scolaire par la Commune. (14.6 cts/kWh)

² Coûts d'entretien bas qui tiennent compte d'une synergie avec les employés communaux. (Convenu après discussion avec les autorités communales)

³ Amortissement constant sur 25 ans tenant compte de la rétribution unique accordée.

L'impact du changement de mode de subventionnement se ressent fortement dans le résultat final de l'exercice. Il est donc indispensable de prendre des mesures rapidement afin d'augmenter les revenus de la société.

7.3 Autoconsommation des bâtiments

Les données suivantes représentent l'état financier futur des installations en situation d'autoconsommation. L'énergie autoconsommée sera revendue à la Commune ce qui permettra de dégager des revenus supplémentaires pour la société.

7.3.1 Rendement des installations

Ce tableau reflète la situation financière en autoconsommation de l'installation située sur le bâtiment de l'ancien centre scolaire. Ce bâtiment pourrait atteindre 70% d'autoconsommation. Cette énergie serait facturée à la commune et le surplus revendu à ESR.

Centre scolaire 1977		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	27
Surface PV	(m ²)	175
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	35
Taux autoconsommation ²	(%)	70%
Investissement brut	(CHF)	85'062
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	34'000
Investissement net	(CHF)	51'062
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.6
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	6.3/14.6
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-23'281
TRI (30 ans)	(%)	-3.9%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR serait facturée à la commune et le surplus revendu ESR

Tableau 24 : inst. ancien centre sco. Autoconsommation

Source : données de l'auteur

La situation future de l'installation avec une rétribution de la commune ne permet pas d'offrir une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 14.6 cts/kWh, un TRI de -3.9% serait atteint et une perte de -23'281 CHF serait dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière en autoconsommation de l'installation située sur le bâtiment de l'UAPE. Ce bâtiment pourrait atteindre 41% d'autoconsommation. Cette énergie serait facturée à la commune et le surplus revendu à ESR.

UAPE		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	38
Surface PV	(m ²)	247
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	50'000
Taux autoconsommation ²	(%)	41%
Investissement brut	(CHF)	123'598
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	45'200
Investissement net	(CHF)	78'398
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	6.3/14.6
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-38'566
TRI (30 ans)	(%)	-3.9%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 25 : inst. UAPE autoconsommation

Source : données de l'auteur

La situation future de l'installation avec rétribution de la commune ne permet pas d'offrir une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 14.6 cts/kWh, un TRI de -3.9% serait atteint et une perte de 38'566 CHF serait dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

L'installation située sur le nouveau centre scolaire fonctionne déjà sur le système de l'autoconsommation. Cette fois ci, les calculs financiers tiennent compte du rachat de l'énergie autoconsommée faite par la commune.

Centre scolaire 2017		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	92
Surface PV	(m ²)	560
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	115'000
Taux autoconsommation ²	(%)	50
Investissement brut	(CHF)	139'420
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	36'600
Investissement net	(CHF)	102'820
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	8.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	6.3/14.6
Retour sur investissement	(ans)	22
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	45'879
TRI (30 ans)	(%)	2%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 26 : nouveau centre sco. Autoconsommation

Source : données de l'auteur

La situation future de l'installation avec une rétribution de la commune permet d'offrir une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 14.6 cts/kWh, un TRI de 2% est atteint et un bénéfice de 45'879 CHF est dégagé sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation de l'installation située sur la halle des travaux publics en autoconsommation. Seulement 10% de l'énergie produite serait autoconsommée et le surplus, revendu à ESR.

Bâtiment TP		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	62
Surface PV	(m ²)	401
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	78'000
Taux autoconsommation ²	(%)	10%
Investissement brut	(CHF)	144'090
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	67'810
Investissement net	(CHF)	76'280
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	6.3/14.6
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-3'453
TRI (30 ans)	(%)	-0.1%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 27 : inst. TP autoconsommation

Source : données de l'auteur

La situation future de l'installation sans autoconsommation n'offre pas une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 14.6 cts/kWh, un TRI de -0.1% est atteint et une perte de -3'453 CHF est dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

7.3.2 Analyse financière prévisionnelle

Cette situation rendrait l'entreprise pérenne à long-terme. Les frais seraient couverts. Le tableau de profits et pertes ci-dessous se base sur une moyenne annuelle des recettes prévisionnelles de la société de 2018 à 2028. En tenant compte de frais d'entretien inférieur à la normale comme convenu avec la société et d'amortissement constant de 13'000 CHF, l'entreprise dégagera un bénéfice annuel de 3'490 CHF qui permettra d'alimenter la réserve obligatoire et de constituer des provisions. Il n'est cependant toujours pas possible de verser des dividendes. Il est donc nécessaire d'explorer d'autres pistes pour améliorer le rendement de la société.

PP prévisionnel	2018-2028	
RECETTE		
Rendement énergie ESR	CHF	10 570.44
Rendement énergie Commune	CHF	13 355.88
Total recette	CHF	23 926.32
CHARGES		
Frais d'énergie, modems et location compteurs	CHF	2 629.80
Frais d'énergie C. scolaire 2017	CHF	2 400.00
Frais d'entretien	CHF	1 000.00
Intérêt charges et frais bancaires	CHF	100.00
Total charges	CHF	6 129.80
Bénéfice sans amortissement	CHF	17 796.52
Amortissement	CHF	13 000.00
Bénéfice avant impôts	CHF	4 796.52
Impôt fédéral, cantonal et comm.	CHF	1 306
Bénéfice	CHF	3 490.52

Tableau 28 : PP prévisionnel autoconsommation

Source : données de l'auteur

¹ Tient compte du rachat de l'énergie autoconsommée dans l'ensemble des bâtiments accueillant des installations PV. (14.6 cts/kWh)

² Coûts d'entretien bas qui tiennent compte d'une synergie avec les employés communaux. (Convenu après discussion avec les autorités communales)

³ Amortissement constant sur 25 ans tenant compte de la rétribution unique accordée.

7.4 Regroupement des 2 bâtiments scolaires

La première piste consiste à créer une communauté d'autoconsommation afin d'augmenter l'autoconsommation des installations sur le site du centre scolaire. Cependant, il est important de tenir compte de la consommation des bâtiments et des coûts nécessaires au raccordement de ces derniers.

7.4.1 Etude de faisabilité

A cause du profil énergétique très similaires des bâtiments scolaires, nous pouvons en déduire que les synergies entre les différents lieux seront faibles. D'après une première étude réalisée par ESR (cf. annexe VII), l'investissement nécessaire afin de réaliser un regroupement d'autoconsommation se monterait à environ 40'000 CHF.

En regroupant les deux installations, 59% de la production solaire serait utilisée au sein des 2 bâtiments scolaires.

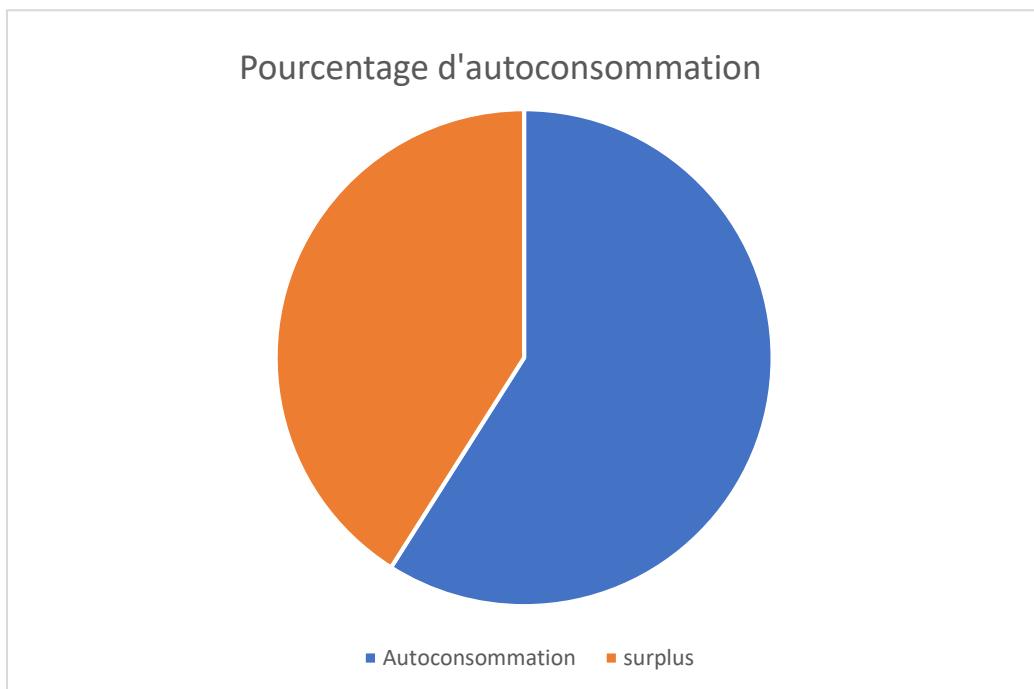


Figure 24 : pourcentage d'autoconsommation du regroupement

Source : données de l'auteur

Le regroupement d'autoconsommation se base uniquement sur les deux bâtiments scolaires. En effet, d'après les informations fournies par ESR, il n'est pas possible d'intégrer l'UAPE. Aucun passage prévu à cet effet n'a été aménagé durant la construction. L'installation actuelle est déjà nettement déficiente. Elle ne pourra pas supporter les coûts trop importants nécessaires à la transformation du réseau électrique pour la relier aux deux autres bâtiments.

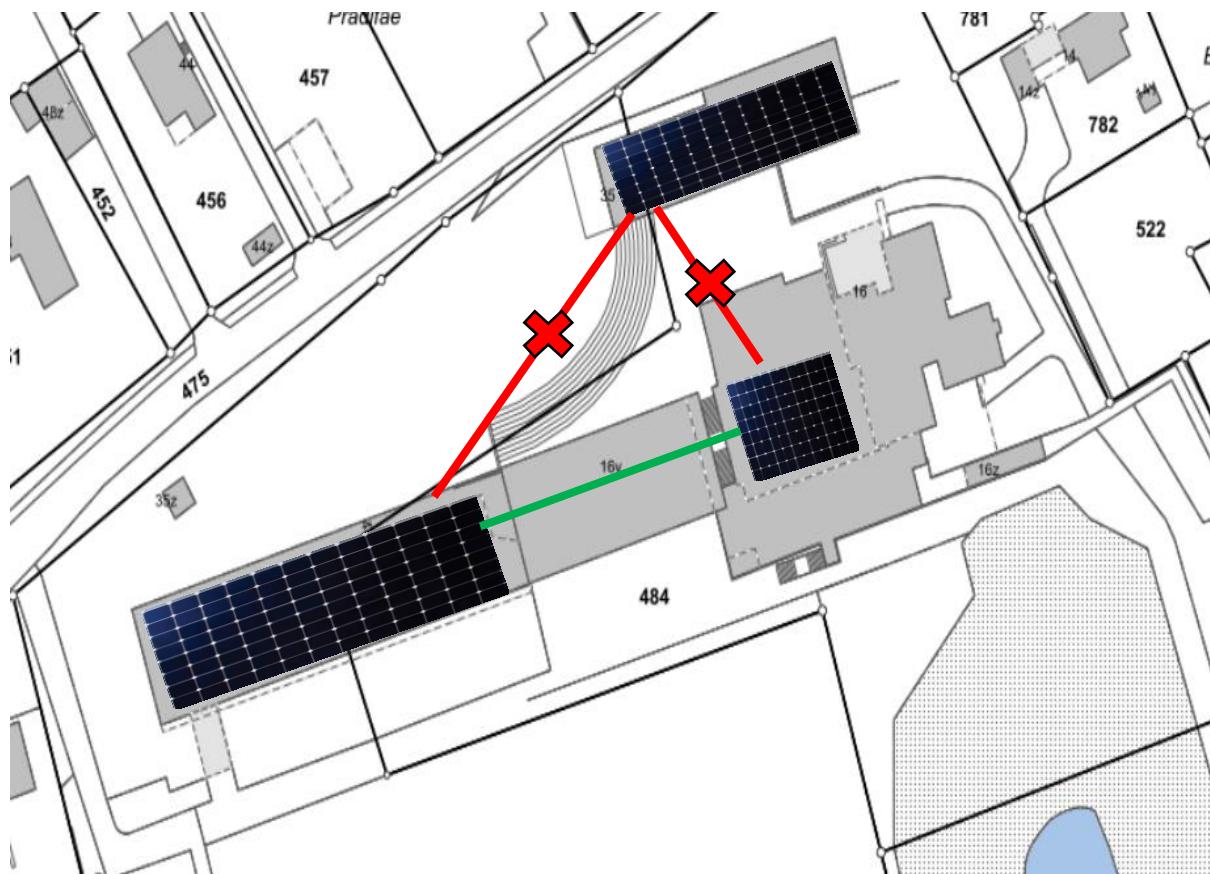


Figure 25 : Plan regroupement autoconsommation centre scolaire

Source : données de l'auteur, image récupérée sur : map.vsgis.ch

Pour les installations de l'UAPE et des TP, l'analyse financière ne changera pas des estimations prévues au point 7.3 « Autoconsommation des bâtiments ». En restant indépendante, elles bénéficieront toujours de la rétribution de la commune liée au rachat d'énergie pour l'autoconsommation.

7.4.2 Rendement des installations regroupées

Ce tableau reflète la situation financière des installations de l'ancien et du nouveau centre scolaire regroupés. Ce regroupement d'autoconsommation pourrait atteindre 59% d'autoconsommation. Cette énergie serait facturée à la commune et le surplus revendu à ESR

Ancien et nouveau centre scolaire	Avec autoconsommation
Puissance (kWc)	119
Surface PV (m ²)	735
Période considérée (ans)	30
Production annuelle moyenne ¹ (MWh)	150
Taux autoconsommation ² (%)	59%
Investissement brut (CHF)	224'482
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³ (CHF)	70'600
Investissement regroupement ⁴ (CHF)	40'000
Investissement net (CHF)	193'882
Coût de revient PV (Ct/kWh)	12.6
	Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune (Ct/kWh)	6.3/14.6
Retour sur investissement (ans)	24
Bénéfice (30ans) ⁵ (CHF)	65'561
TRI (30 ans) (%)	2.2%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3) ↗

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Coût nécessaire au raccordement des deux bâtiments évalués par ESR

⁵ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 29 : regroupement ancien et nouveau centre sco.

Source : données de l'auteur

Le futur regroupement offre une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 6.3 ct/kWh et un prix de rachat par la Commune de 14.6 cts/kWh, un TRI de 2.2% est atteint et un bénéfice de 65'561 CHF serait dégagé sur une période d'exploitation de 30 ans. Cette opération permettrait de rentabiliser également les panneaux solaires de l'ancien centre scolaire.

7.4.3 Analyse financière prévisionnelle

Cette situation (regroupement des 2 centres scolaires) rendrait l'entreprise rentable à long-terme. Le tableau de profits et pertes ci-dessous se base sur une moyenne annuelle des recettes prévisionnelles de la société de 2018 à 2028. Le regroupement d'autoconsommation diminuerait les charges d'environ 1'000 CHF. En réalisant un amortissement constant de 13'000 CHF, l'entreprise dégagerait un bénéfice annuel de 5'834.70 CHF qui permettre d'alimenter la réserve obligatoire et de constituer des provisions.

PP prévisionnel		2018-2028	
RECETTE			
Rendement énergie ESR		CHF	9 411.28
Rendement énergie Commune		CHF	16 053.23
Total recette		CHF	25 464.50
CHARGES			
Frais d'énergie, modems et location compteurs		CHF	2 129.80
Frais d'énergie C. scolaire 2017		CHF	1 900.00
Frais d'entretien		CHF	1 000.00
Intérêt charges et frais bancaires		CHF	100.00
Total charges		CHF	5 129.80
Bénéfice sans amortissement		CHF	20 334.70
Amortissement		CHF	13 000.00
Bénéfice avant impôts		CHF	7 334.70
Impôt fédéral, cantonal et comm.		CHF	1 500.00
Bénéfice		CHF	5 834.70

Tableau 30 : PP prévisionnel avec regroupement d'autoconsommation

Source : données de l'auteur

Il n'est cependant toujours pas possible de verser des dividendes. Le bénéfice reste bien inférieur aux attentes initiales. Il peut cependant servir à constituer des réserves qui serviront lors du remplacement des onduleurs.

7.5 Tendance haussière sur le marché de l'énergie

La simulation suivante étudie la possibilité d'une augmentation du prix de l'énergie dans les 8 ans à venir. Celle-ci pose comme hypothèse un renchérissement du kWh de 3 centimes à partir de 2025. Nous pouvons donc imaginer une modification des tarifs de rachat proposé par la commune et par ESR. Les calculs se basent sur la simulation n°2 avec des installations fonctionnant en autoconsommation de manière indépendante les unes des autres.

7.5.1 Le contexte

En effet, d'après BKW, la tendance s'est inversée depuis 2016 et le prix de l'énergie est aujourd'hui deux fois plus cher qu'il y a 2 ans. La hausse des prix d'émission et des prix du charbon sont les éléments principaux qui favorisent l'augmentation des prix de l'électricité. (BKW, 2018)

Celle-ci pose comme hypothèse un renchérissement du kWh de 3 centimes à partir de 2025. Nous pouvons donc imaginer une modification des tarifs de rachat proposé par la commune et par ESR. Les calculs se basent sur l'analyse du point 7.3 « Autoconsommation des bâtiments » avec des installations fonctionnant en autoconsommation de manière indépendante les unes des autres.

L'évolution du prix de l'électricité suisse*

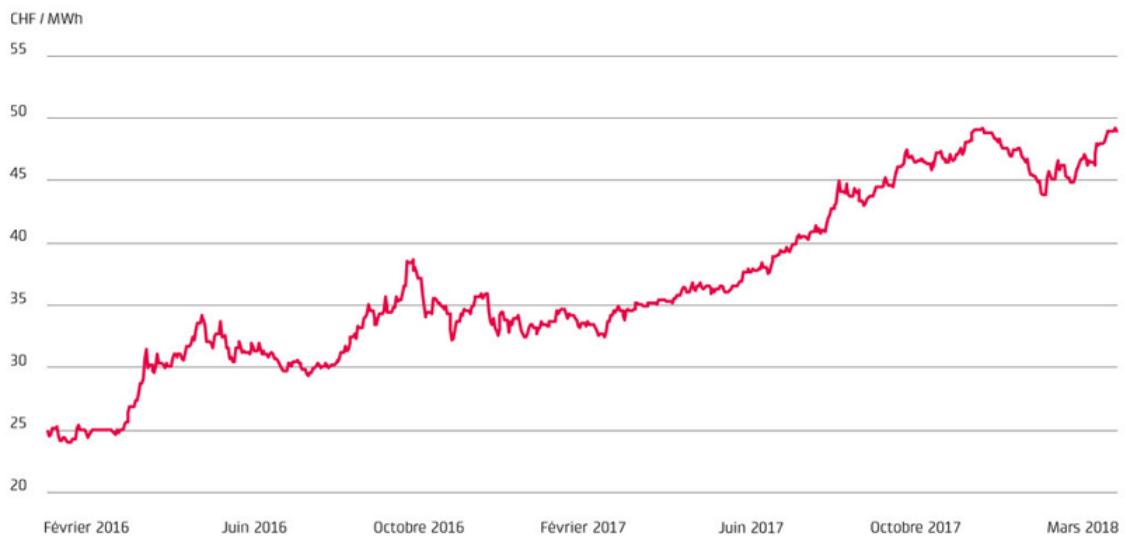


Figure 26 : Swiss Futures Cal9 Base : évolution du prix pour l'année 2019

Source : Quelle est l'évolution du prix de l'électricité en 2018, récupéré sur : https://www.bkw.ch/fr/clients-commerciaux/newsletter/geschaef_tskunden/quelle-est-levolution-du-prix-de-lelectricite-en-2018/

7.5.2 Rendement des installations

Ce tableau reflète la situation financière probable de l'installation située sur le bâtiment de l'ancien centre scolaire en cas de hausse des tarifs de rachat de 3 cts. Cette énergie serait facturée à la commune et le surplus revendu à ESR

Centre scolaire 1977		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	27
Surface PV	(m ²)	175
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	35
Taux autoconsommation ²	(%)	70%
Investissement brut	(CHF)	85'062
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	34'000
Investissement net	(CHF)	51'062
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.6
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	9.3/17.6
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-8'401
TRI (30 ans)	(%)	-1%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 31 : inst. ancien centre sco. + hausse prix

Source : données de l'auteur

L'installation sera toujours en situation de perte même en tenant compte d'une hausse de prix. Avec un tarif de rachat ESR de 9.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 17.6 cts/kWh, un TRI de -1% serait atteint et une perte de 8'401 CHF serait dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière probable de l'installation située sur le bâtiment de l'UAPE en cas de hausse des tarifs de rachat. L'énergie serait facturée à la commune et le surplus revendu à ESR. L'installation sera toujours en situation de perte même en tenant compte d'une hausse de prix.

UAPE		Sans autoconsommation
Puissance	(kWc)	38
Surface PV	(m ²)	247
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	50'000
Taux autoconsommation ²	(%)	41%
Investissement brut	(CHF)	123'598
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	45'200
Investissement net	(CHF)	78'398
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	9.3/17.6
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	-8'679
TRI (30 ans)	(%)	-0.7%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 32 : inst. UAPE + hausse des prix

Source : données de l'auteur

Avec un tarif de rachat ESR de 9.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 17.6 cts/kWh, un TRI de -0.7% serait atteint et une perte de 8'679 CHF serait dégagée sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière probable de l'installation située sur le bâtiment du nouveau centre scolaire en cas de hausse des tarifs de rachat.

Centre scolaire 2017		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	92
Surface PV	(m ²)	560
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	115'000
Taux autoconsommation ²	(%)	50
Investissement brut	(CHF)	139'420
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	36'600
Investissement net	(CHF)	102'820
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	8.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	9.3/17.6
Retour sur investissement	(ans)	16
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	108'161
TRI (30 ans)	(%)	4.7%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3) :

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 33 : inst. nouveau centre sco. + hausse des prix

Source : données de l'auteur

Cette tendance haussière augmenterait la rentabilité de l'installation. Avec un tarif de rachat ESR de 9.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 17.6 cts/kWh, un TRI de 4.7% serait atteint et un bénéfice de 108'161 CHF serait dégagé sur une période d'exploitation de 30 ans.

Ce tableau reflète la situation financière en autoconsommation de l'installation située sur le bâtiment de l'UAPE. Ce bâtiment pourrait atteindre 10% d'autoconsommation. Cette énergie serait facturée à la commune et le surplus revendu à ESR.

Bâtiment TP		Avec autoconsommation
Puissance	(kWc)	62
Surface PV	(m ²)	401
Période considérée	(ans)	30
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	78'000
Taux autoconsommation ²	(%)	10%
Investissement brut	(CHF)	144'090
Rétribution unique (Subvention fédérale) ³	(CHF)	67'810
Investissement net	(CHF)	76'280
Coût de revient PV	(Ct/kWh)	12.5
		Tarif
Tarif de rachat ESR/Commune	(Ct/kWh)	9.3/17.6
Retour sur investissement	(ans)	>30
Bénéfice (30ans) ⁴	(CHF)	30'110
TRI (30 ans)	(%)	2%

¹ Diminution annuelle de la production de 0.8%, jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans

² Situation avec autoconsommation estimée (cf. 6.3)

³ PRU versée en 2019 selon estimations de PRONOVO

⁴ Taux d'actualisation de 4.5 % indiqué par ESR

Tableau 34 : inst. TP + hausse des prix

Source : données de l'auteur

La situation de l'installation en cas de hausse des prix de l'énergie offrirait une rentabilité suffisante. Avec un tarif de rachat ESR de 9.3 ct/kWh et un tarif de rachat par la commune de 17.6 cts/kWh, un TRI de 2% serait atteint et un bénéfice de 30'110 CHF serait dégagé sur une période d'exploitation de 30 ans.

7.5.3 Analyse financière prévisionnelle

Cette situation rendrait l'entreprise pérenne à long-terme. Le tableau de profits et pertes ci-dessous se base sur une moyenne annuelle des recettes prévisionnelles de la société de 2018 à 2028. En réalisant un amortissement constant de 13'000 CHF, l'entreprise dégagerait un bénéfice annuel de 10'919.06 CHF qui permettre d'alimenter la réserve obligatoire et de constituer des provisions.

PP prévisionnel		
RECETTE		
Rendement énergie ESR	CHF	9 756.16
Rendement énergie Commune	CHF	21 598.70
Total recette	CHF	31 354.86
CHARGES		
Frais d'énergie, modems et Location		
compteurs	CHF	2 629.80
Frais d'énergie C. scolaire 2017	CHF	2 400.00
Frais d'entretien	CHF	1 000.00
Intérêt charges et frais bancaires	CHF	100.00
Total charges	CHF	6 129.80
Bénéfice sans amortissement	CHF	25 225.06
Amortissement	CHF	13 000.00
Bénéfice avant impôts	CHF	12 225.06
Impôt fédéral, cantonal et comm.	CHF	1 306.00
Bénéfice	CHF	10 919.06
Attribution réserve 5%	CHF	545.95
Versement dividende	CHF	10 373.11
		2.6%

Tableau 35 : pp prévisionnel tendance haussière

Source : données de l'auteur

Il serait dès lors possible de rémunérer les capitaux de la société à hauteur de 2.6%. Cette situation démontre clairement l'impact du tarif de rachat de l'énergie sur la société. La santé financière de l'entreprise est tributaire des fluctuations du prix de l'électricité.

8 Amélioration du taux d'autoconsommation

8.1 Comment accroître l'autoconsommation

Le passage d'une rétribution par kilowattheure à celle d'une rétribution unique initiale représente un changement de dogme brutal. Cette baisse importante du revenu oblige les petites installations électriques à augmenter l'autoconsommation afin d'être rentable. Le manuel pour optimiser l'autoconsommation de courant photovoltaïque liste 5 étapes indispensables afin d'augmenter la part d'électricité autoconsommée : (VESE, 2015, p. 24)

8.1.1 Etape 1 : production de chaleur avec du courant photovoltaïque

L'idée est de faire fonctionner une pompe à chaleur durant les heures de production d'énergie solaire. Cette étape est difficilement applicable pour la société. Le site scolaire est chauffé par un système de chauffage fonctionnant aux pellets qui date de 2017. Quant à la halle des travaux publics, le système de chauffage est aussi récent. C'est pourquoi, l'étape 1 ne sera pas approfondie dans cette étude.

8.1.2 Etape 2 : Faire fonctionner les appareils ménagers avec du courant d'origine solaire

Cette étape est l'un des points fort des installations photovoltaïques. Grâce à la fréquentation des lieux en majorité journalier, la consommation électrique se fait en grande partie en simultané avec la production d'énergie solaire. La part d'énergie autoconsommée grâce aux appareils ménagers peut être augmentée grâce à l'installation d'appareil possédant la fonctionnalité Smart Start. Cependant, cette stratégie est difficilement applicable pour des bâtiments publics ou l'exploitation des lieux ne peut pas se calquer sur la production d'énergie solaire.

8.1.3 Etape 3 : Charger les véhicules avec du courant d'origine solaire.

La possibilité d'alimenter des véhicules électriques grâce à sa production d'énergie solaire augmente de 10% à 20% la part d'autoconsommation pour un ménage. Cette piste de développement sera développée au chapitre 8.3 « Optimisation de la production du bâtiment halle TP ».

8.1.4 Etape 4 : Stockage dans des accumulateurs (batteries)

« Pour une installation photovoltaïque d'une surface supérieur à 6m² et 1000 kWh de consommation annuelle, examiner l'opportunité d'installer un système de batteries. ». Il est donc utile pour les installations de GrimSolar SA d'étudier la faisabilité et les possibles retombées économiques de l'installation de batteries. Cette solution sera développée au point suivant 8.2 « Utilisation d'un système de stockage d'énergie ».

8.1.5 Etape 5 : Dimensionnement de la surface pour les modules PV

Il est important lors de la phase d'étude d'un projet photovoltaïque d'adapter la taille et la puissance de l'installation au besoin réel du bâtiment. Concernant les installations actuelles, elles ont été dimensionnées sous l'ancien régime de subvention beaucoup plus lucratif. Elles sont donc surdimensionnées. Cette étape n'est pas modifiable car les panneaux sont en services depuis bientôt 7 ans.

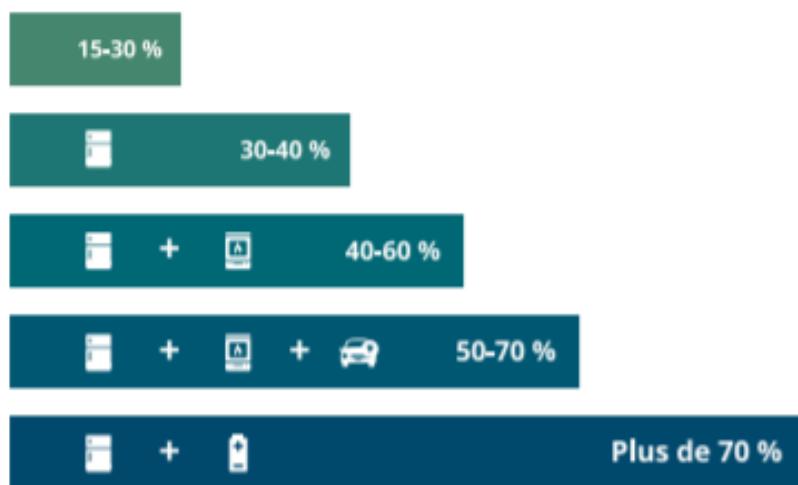


Figure 27 : Part d'autoconsommation accessible

Source : manuel, optimiser l'autoconsommation de courant photovoltaïque, VESE, p.15

8.2 Installation d'un système de stockage d'énergie

La production des panneaux solaires dépend des conditions météorologiques. Cette volatilité est le désavantage principal de cette source d'énergie. Les technologies de stockage d'électricité ne sont pas encore assez développées pour permettre de décaler à grande échelle la production vis-à-vis de la consommation. En effet, dans le modèle énergétique actuelle, pour chaque kilowattheure consommé sur le réseau, son équivalent doit être produit simultanément afin de garantir la stabilité du réseau.

8.2.1 Les accumulateurs de courant solaire

Fort de ce constat, l'autoconsommation de sa propre production d'énergie est limitée. Les deux pics journaliers de consommation d'électricité d'un ménage ne correspondent pas à la courbe de production d'énergie de l'installation photovoltaïque.

Pour un ménage équipé de panneaux solaires, l'installation d'un système de stockage d'énergie est le seul moyen possible afin de viser l'autonomie énergétique. Dans le tableau ci-dessous, la surface en jaune représente la production journalière en kWh d'un foyer. Nous voyons très clairement qu'il n'est pas possible de couvrir la consommation journalière représentée en bleu.

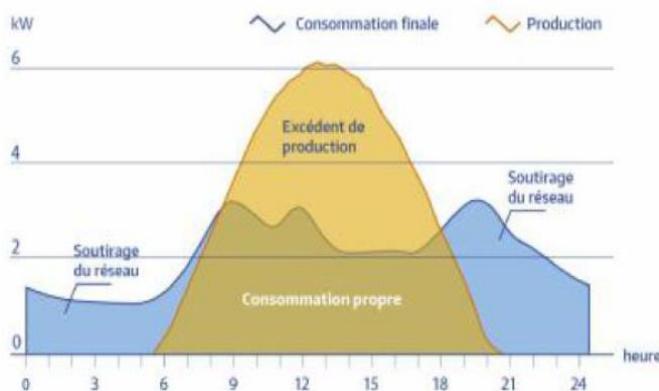


Figure 28 : comparaison courbe de charge de production et de consommation

Source : Cours de M. Philippe Délèze, Dir. SEIC-Télédis SA

Le développement de systèmes de stockage d'énergie est une étape indispensable afin d'intégrer des installations d'énergie renouvelables au réseau national. Dans le cadre de la stratégie 2050, le parlement a accordé 202 millions de francs supplémentaires pour la recherche énergétique et notamment dans les systèmes de stockage (OFEN, 2017, p. 46). Mais pour l'instant, ce type d'installation n'est pas subventionné.

8.2.2 Les différents types de stockage

Ici apparaissent les 2 types de stockage les plus courants. Il est à noter que d'autres technologies existent, à savoir : les batteries au sodium-souffre, au nickel-cadmium et au redox-vanadium.

Technologie	Durée de vie	Nombre de cycles	Coût de la batterie CHF/kWh	Coût de stockage CHF/kWh ³
Plomb	5 à 10 ans	500 - 2000	200 - 400	0.17 - 1.30
Lithium-ions	10 à 20 ans	4000 – 6000	800 – 1600	0.17 – 0.50

Tableau 36 : comparaison types de batterie

Source : suisse énergie, comment optimiser la consommation propre de courant solaire p.21

Les batteries de type lithium sont inflammables. Des consignes de sécurité strictes ont été éditées. Un emplacement sécurisé doit-être privilégié à l'écart des lieux publics.

8.2.3 Les critères à prendre en compte

D'après la revue de suisse énergie, il nécessaire de prendre en compte plusieurs critères avant d'envisager l'installation d'accumulateurs d'électricité (suisse énergie, 2017, p. 29). « Quelle est la consommation dans le foyer ? Dans quelle mesure peut-on ajuster les habitudes d'utilisation à la production ? Quel est l'espace disponible sur place ? Faut-il optimiser la consommation propre ? »

Il est aussi nécessaire de relever l'existence de deux systèmes de couplage possible. Le point de stockage peut être couplé au courant continu (DC) ou au courant alternatif (AC). Lors d'installations existantes, le couplage via courant alternatif sera privilégié alors que pour une installation en construction, le couplage DC sera de mise. (Suisse énergie, 2017, p. 22)

Etudier la faisabilité d'une telle installation pour le site scolaire de Grimisuat serait intéressant. En démontrant une réelle augmentation de l'autoconsommation, cela pourrait apporter des gains économiques non négligeables pour la société GrimSolar SA.

8.2.4 Les appareils de commande

De plus en plus de système intelligent permettant de contrôler à distance l'activation d'appareils ménagers font leur apparition sur le marché. Cela permet une optimisation de l'énergie produite via

³ Méthode de calcul : (prix par kWh stocké = coût d'investissement) / (capacité de stockage utilisable de la batterie x nombre total de cycles x efficacité de charge)

les panneaux solaires. En effet, en intégrant les données météorologiques, il est dès lors possible de différer l'utilisation d'appareils ménagers ou encore la charge de sa voiture électrique. Ces nouveaux outils de gestion permettent d'augmenter considérablement l'autoconsommation d'un ménage classique. (Suisse énergie, 2017, p. 29)

Concernant les installations scolaires, installer un tel dispositif sera difficilement réalisable :

- Pour l'UAPE et la crèche, elles sont équipées de fours ou encore de laves vaisselles, mais décaler leurs utilisations en fonction de la production solaire serait compliqué en termes d'organisation.
- Concernant les écoles, la consommation d'énergie provient essentiellement de l'éclairage, des ordinateurs et projecteurs indispensables à la bonne tenue de l'enseignement. Il ne serait donc pas possible de programmer leur utilisation afin d'optimiser l'autoconsommation.

8.2.5 Calcul de rentabilité des batteries

Basé sur les calculs effectués en annexe VI, ce tableau démontre qu'il n'est pas intéressant économiquement d'installer des batteries. Seul un accumulateur d'énergie de 5kWh offre un TRI de 1%. Cependant, ce taux reste inférieur au taux de rentabilité de 2.5% attendu.

	Investissement initial ¹	Total revenu ²	VAN 2.5% ³	TRI
Batterie 1kWh	CHF 1 500.00	-CHF 259.00	CHF -562.55	-2%
Batterie 2kWh	CHF 2 500.00	-CHF 81.66	CHF -685.18	0%
Batterie 5kWh	CHF 5 500.00	CHF 383.80	CHF -1 102.70	1%
Batterie 6kWh	CHF 7 000.00	CHF 29.61	CHF -1 748.83	0%
Batterie 8kWh	CHF 9 000.00	CHF 296.70	CHF -2 059.38	0%
Batterie 10kWh	CHF 12 000.00	-CHF 460.74	CHF -3 388.21	0%
Batterie 20kWh	CHF 22 000.00	CHF 226.46	CHF -5 424.03	0%
Batterie 30kWh	CHF 33 000.00	-CHF 958.84	CHF -9 110.03	0%
Batterie 40kWh	CHF 44 000.00	-CHF 3 545.74	CHF -13 840.52	-1%
Batterie 50kWh	CHF 55 000.00	-CHF 7 695.42	CHF -19 735.61	-1%
Batterie 60kWh	CHF 66 000.00	-CHF 12 843.74	CHF -26 374.89	-2%

¹ Prix des batteries basé sur : <https://www.helion.ch/fr/accumulateur-de-courant/>

² Revenu lié à la vente d'énergie à la commune sur 25 ans. (4.6 cts/kWh)

³ Taux d'actualisation retenu 2.5%, correspond au taux de rentabilité attendu

Tableau 37 : calcul de rentabilité des batteries

Source : données de l'auteur

Le coût de revient des batteries est d'environ 1000 CHF le kWh (Helion, 2018). Si une baisse de prix des systèmes de stockage survient à l'avenir, il serait dès lors intéressant de reconsidérer la question.

8.3 Optimisation de la production du bâtiment halle TP

8.3.1 Introduction

Le profil énergétique du bâtiment n'est pas adapté pour autoconsommer l'énergie produite. En comptant le bâtiment du Ranch, seulement 36'000 kWh sont consommés pour une production de 78'000 kWh. De plus, durant la journée, la halle est inoccupée car les employés sont sur le terrain. Les courbes de charge de production et de consommation ont des profils très différents.

Face à cette impasse, deux solutions sont possibles. La première, choisie durant la réunion de travail du 9 mai et d'attendre une probable ouverture totale du réseau à moyen terme, qui rendrait possible la revente de l'énergie produite via le block Chain. En d'autres termes, l'énergie produite sur le toit de la halle des travaux publics pourra être vendue et consommée n'importe où en Valais ou en Suisse.

8.3.2 Création d'un regroupement d'autoconsommation

La seconde et de créer un regroupement d'autoconsommation qui profitera du dynamisme de cette nouvelle zone à construire afin d'augmenter la part d'énergie autoconsommée. Il serait possible de vendre la production d'énergie aux futurs voisins. Cette dernière représente environ la consommation de 15 ménages à l'année. Cependant, plusieurs éléments susceptibles de freiner ce développement sont à prendre en compte :

- Intégrer les coûts nécessaires à la construction d'un réseau parallèle lié à l'impossibilité d'utiliser le réseau existant (DETEC, 2017, p. 6)
- Réaliser des démarches auprès des propriétaires de futures villas
- Obtenir les accords des propriétaires pour un « droit de passage » sur leur parcelle

En intégrant au devis final d'une villa les coûts nécessaires à la création de la ligne électrique et en prenant en charge une partie de ces derniers, il serait plus facile de convaincre les propriétaires. De plus, GrimSolar SA pourrait garantir à ces voisins un approvisionnement en électricité inférieur aux prix proposés par ESR.

Le relevé du cadastre ci-dessous démontre un potentiel important de développement :

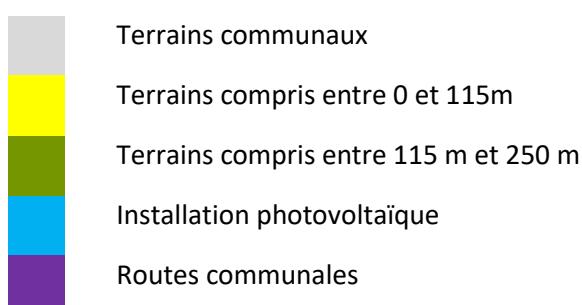
- Premier rayon de 115m : 20 parcelles constructibles se trouvent dans ce périmètre et 4 villas y sont déjà construites.

- Second rayon de 115m à 250m : 20 parcelles constructibles se trouvent dans ce périmètre et 2 villas sont déjà construites.



Figure 29 : potentiel de développement du site des TP

Source : image récupérée sur map.vsgis.ch



A l'aide du site www.toitsolaire.ch, il est possible d'estimer la production moyenne d'une villa de taille standard dans le secteur des travaux publics. Celle-ci se monte à environ 13'000 kWh par an et par villa. En se basant sur une hypothèse prudente de 30% d'autoconsommation (VESE, 2015, p. 15), chaque maison consommera par année 3'900 kWh issu du photovoltaïque.

Autoconsommation			
Production totale	(KWh)	75000	
Autoconsommation actuelle du site	(KWh)	7500	
Surplus de production	(KWh)	67500	
Autoconsommation estimée par villa	(KWh)	3900	5%
Gains financiers par villa	(CHF)	468	

Tableau 38 : Gains d'autoconsommation, installation TP

Source : données de l'auteur

Ainsi, chaque maison raccordée à l'installation augmentera l'autoconsommation de l'installation d'environ 5%. En partant de l'hypothèse d'un prix de revente au privé de 12 centimes, le cash-flow progressera ainsi de 468 CHF par exercice et par unité ajoutée au regroupement d'autoconsommation.

En actualisant l'ensemble des revenus additionnels liés à l'ajout d'une villa à la communauté d'autoconsommation, le coût de réalisation du raccordement ne devra pas dépasser 8'600 CHF. Passé ce seuil, il n'est dès lors plus intéressant économiquement de consentir à cet investissement afin d'augmenter l'autoconsommation.

Période de calcul	2018-2041	Taux d'actualisation	2.5%
Revenu annuel	CHF 448.00	VAN	CHF 8 212

Tableau 39 : calcul du coût maximal du raccordement

Source : données de l'auteur

Une zone artisanale se trouve également à proximité de l'installation. Ces terrains seront mis à disposition d'entreprises désireuses de s'implanter sur le territoire communal. Pouvoir garantir une énergie verte à un prix avantageux serait un atout marketing intéressant et permettrait de dynamiser l'économie du village.

C'est avant tout une réflexion à mener en collaboration avec les différents dicastères communaux. Au moment d'une demande de mise à l'enquête, il serait judicieux de réaliser des démarches avant le début des travaux en demandant un devis précis pour la réalisation d'un projet de raccordement.

8.3.3 Utilisation d'un véhicule communale électrique

L'achat d'un véhicule utilitaire communal stationnant dans la halle des travaux publics serait une autre alternative pour mieux exploiter la production disponible. Il sera nécessaire de synchroniser les rythmes de recharge du véhicule avec les heures de pauses des employés

Cependant, recharger uniquement via la production solaire n'est pas possible. La grande partie de l'électricité nécessaire à la recharge de la batterie proviendrait du réseau. En effet, une période de charge complète nécessite 11h de temps (NISSAN, 2018). En tenant compte du planning d'occupation des véhicules (environ 7h30 – 12h et 13h-18h), les périodes de charges pourront difficilement se faire en simultané avec la production.

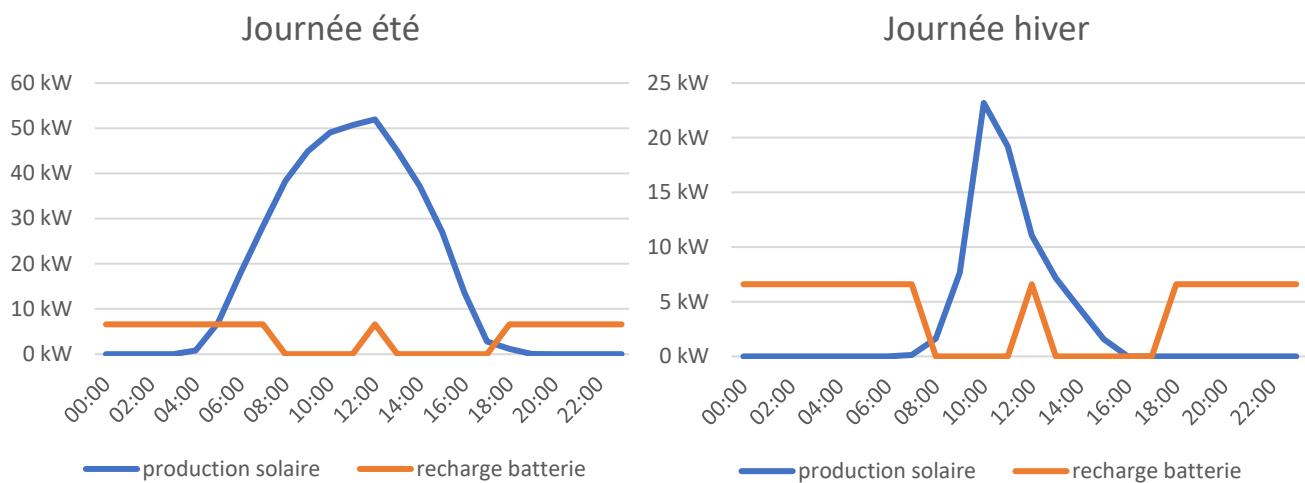


Tableau 40 : courbes de charges voiture électrique

Source : données de l'auteur

Développer un parc de véhicule électrique pour une commune est dans l'air du temps et répond à un réel besoin de changement. Certaines municipalités ont déjà sauté le pas comme celle d'Echandens dans le canton de Vaud. Le service de voirie a en effet fait l'acquisition d'un premier véhicule électrique. D'après le municipal Eric Maillefer : « Notre but est de diminuer la pollution ainsi que les nuisances relatives au bruit [...] Cet achat s'inscrit dans une démarche plus globale en faveur du développement durable. » (R.C., 2018, p. 8)

Cette démarche serait en adéquation avec la politique énergétique que mène la commune depuis plusieurs années. Une première borne de recharge ayant été installée sur le site du centre scolaire, faire l'acquisition de voitures électriques est une suite logique. Les véhicules des travaux publics, roulant aux couleurs du village, montreraient ainsi l'exemple à la population.

En prenant l'exemple du nouveau E-NV200, véhicule utilitaire électrique proposé par NISSAN, la commune pourrait diminuer ses coûts de fonctionnement de manière importante. Avec une autonomie de 200 km à 300 km, il s'adapterait parfaitement au besoin des employés de la commune.

	Recharge/Plein	Kilomètre	Prix unitaire	Nombre de recharge/plein	KM annuel	Coût annuel
Électricité	40 kWh	250 Km	CHF 6	80	20000	CHF 467
Essence	60 L	500 Km	CHF 102	40	20000	CHF 4 080

Tableau 41 : comparaison voiture thermique et électrique

Source : données de l'auteur

Pour une utilisation moyenne de 20'000 km par année, le remplacement d'un véhicule thermique par un électrique permettrait de réaliser plus de 3'613 CHF d'économie annuellement. Ce calcul ne tient pas compte des frais d'entretien qui eux aussi sont inférieur pour un véhicule électrique.

Réussir à synchroniser les recharges de batteries avec la production solaire diminuerait les charges d'exploitations de la Commune et augmenterait le bénéfice de la société GrimSolar SA.

8.4 Ouverture du marché

Attendre une ouverture totale du marché est aussi une solution envisageable. L'interdiction d'utilisation du réseau qui prévaut aujourd'hui ne sera plus d'actualité à moyen terme. GrimSolar SA pourrait revendre son énergie à tous consommateurs finaux en Suisse.

Des consultations ont été menées en octobre 2014 déjà. Cependant, d'après les informations du DETEC, le conseil fédéral a décidé de reporter l'ouverture totale du marché. Les avis étaient trop partagés. Aux vues de l'importance politique et économique de cette question, nos autorités ont décidé de ralentir le dossier. Elles restent cependant convaincues de la nécessité d'une telle mesure. (DETEC, ouverture du marché de l'électricité, 2017)

En utilisant la technologie de la blockchain, le kWh produit à Grimisuat pourra être revendu facilement à travers la Suisse. Ce déploiement toujours plus important de cette technologie doit favoriser le développement d'un réseau électrique toujours plus décentralisé. Celle nouvelle donne devrait booster l'autoconsommation des installations photovoltaïques. Pour l'instant, ce modèle s'heurte à la rigidité des lois qui freine toutes possibilités de développement pour l'installation des travaux publics.

L'ouverture totale du marché de l'électricité n'est pas prévisible. Il faut cependant garder cette suggestion de côté mais entamer en interne une réflexion sur de potentiels gains futurs.

9 Conclusions

9.1 Plan développement par installation

	Ancien centre scolaire	Nouveau centre scolaire
Revente de la totalité de la production à ESR	L'installation n'est pas rentable : VAN : -66'058 CHF TRI : -7%	-
Autoconsommation	L'installation n'est pas rentable : VAN : -8'401 CHF TRI : -1% Taux d'autoconsommation estimé : 70% Investissement nécessaire : 1'000 CHF	L'installation est rentable : VAN : 29'783 CHF TRI : 2% Taux d'autoconsommation actuel : 50% Installation fonctionnant déjà en autoconsommation
Seuil de rentabilité annuel	Autoconsommation visée afin de couvrir les charges annuelles inhérentes à l'installation : 65% Le seuil de rentabilité sera atteint	Autoconsommation visée afin de couvrir les charges annuelles inhérentes à l'installation : 5% Le seuil de rentabilité est atteint
Regroupement d'autoconsommation	Un regroupement d'autoconsommation serait rentable : VAN : 65'561 CHF TRI : 2.2% Il permettrait de rentabiliser l'installation de l'ancien centre scolaire qui est non rentable en situation d'autoconsommation	
Installation de batteries	L'installation de batteries n'est pas envisageable à l'heure actuelle	
Objectifs de rentabilité 2% dividende	100% d'autoconsommation ne suffirait pas à rémunérer les capitaux Seule une augmentation du prix de vente du kWh permettra d'accroître le rendement financier de ces installations	70% d'autoconsommation sont nécessaires pour cette installation. Ce rendement est pour l'instant inatteignable.

Tableau 42 : plan de développement par installation

Source : données de l'auteur

	UAPE	Halle de TP
Revente totale de la production	L'installation n'est pas rentable : VAN : -65'854 CHF TRI : -7.5%	L'installation n'est pas rentable : VAN : -48'268 CHF TRI : -3%
Autoconsommation	L'installation n'est pas rentable : VAN : -38'566 CHF TRI : -3.9% Taux d'autoconsommation actuel : 41% Investissement faible pour autoconsommation : 1'000 CHF	L'installation n'est pas rentable : VAN : 3'453 CHF TRI : -0.1% Taux d'autoconsommation actuel : 10% Investissement faible pour autoconsommation : 1'000 CHF
Seuil de rentabilité annuel	Autoconsommation visée afin de couvrir les charges annuelles inhérentes à l'installation : 45% Il n'est pour l'heure pas possible de couvrir les charges annuelles de l'installation	Autoconsommation visée afin de couvrir les charges annuelles inhérentes à l'installation : 15% Cela représente entre 1-2 villas ajoutées au regroupement d'autoconsommation
Regroupement d'autoconsommation	Coût de réalisation trop important afin de réaliser un regroupement d'autoconsommation	Gains d'autoconsommation par villa raccordée : 5% - 10%
Installation de batterie	L'installation de batterie n'est pas envisageable à l'heure actuelle	
Objectifs de rentabilité 2% dividende	70% d'autoconsommation sont nécessaire pour cette installation. Ce taux n'est pas atteignable	28% d'autoconsommation sont nécessaire pour cette installation. Cela représente entre 4-5 villas ajoutées au regroupement d'autoconsommation

Tableau 43 : plan de développement par installation 2

Source : données de l'auteur

9.1.1 Recommandation générale

Il est primordial de réaliser au plus vite les transformations nécessaires afin d'autoconsommer l'énergie. Cette transformation améliorerait l'impact économique des installations sur le résultat global de l'entreprise. Cette mesure est impérativement à mettre en place durant l'année 2018.

9.1.2 L'installation de l'ancien centre scolaire

Une situation en autoconsommation ne permettrait pas de rentabiliser l'investissement. Il est donc conseillé de faire une étude plus poussée sur les coûts de réalisation d'un regroupement d'autoconsommation entre les différents bâtiments. Celui-ci permettrait à terme de pérenniser cette installation.

L'autoconsommation actuelle de 39% permet de couvrir les charges. Cependant, le rendement de cette installation ne permettra pas de rémunérer les capitaux au prix actuel du marché.

9.1.3 L'installation du nouveau centre scolaire

En situation d'autoconsommation, elle est la seule installation rentable de GrimSolar SA. Elle bénéficie d'un coût du kWc bien moins cher que les autres surfaces photovoltaïques de la société. Il est conseillé de créer un regroupement d'autoconsommation avec l'ancien l'installation de l'ancien centre scolaire. Cette modification augmentera encore sa rentabilité.

L'autoconsommation estimée de 70% permettrait de couvrir les charges. Cependant, le rendement de cette installation ne permettra pas de rémunérer les capitaux au prix actuel du marché.

9.1.4 L'installation de l'UAPE

Elle est l'installation la plus problématique. Ne pouvant être raccordé aux autres bâtiments du site, elle est pour l'instant condamnée à fonctionner en situation d'autonomie. L'autoconsommation estimée de 41%, ne permet pas de couvrir les charges d'exploitations annuelles. Il est aussi inenvisageable de verser des dividendes grâce au rendement de cette surface photovoltaïque.

9.1.5 Installation des travaux publics

Elle est actuellement non rentable, même en situation d'autoconsommation. Son isolement et la faible consommation du bâtiment sont des inconvénients majeurs à l'exploitation de ces surfaces photovoltaïques. Cependant, le site possède un fort potentiel de développement. L'ajout de plusieurs villas ou entreprises au regroupement d'autoconsommation permettrait de rentabiliser l'installation.

9.2 Utilisation du bénéfice

C'est un point sur lequel il faut être clair avec tous les citoyens ayant investi de l'argent dans GrimSolar SA. Avec la législation actuelle et la situation économique du marché de l'énergie il n'est pas possible de verser des dividendes aux actionnaires. Tant que le prix moyen du kWh n'augmente pas à 21 centimes, le bénéfice servira uniquement à alimenter les réserves.

Même en appliquant les recommandations proposées, l'amélioration des résultats dans le futur restera faible. Ce dernier doit être utilisé afin de constituer des réserves. Celui-ci permettra de payer des frais occasionnels comme le remplacement des onduleurs.

De plus, l'amortissement des installations a pris du retard. Elles sont actuellement surévaluées au bilan. Cela représente environ 30'000 CHF sur les 6 premières années d'exploitation.

9.3 La gestion future de GrimSolar SA

9.3.1 Un contexte difficile

Cette situation financière délicate pousse la société à innover. Plus l'autoconsommation sera élevée plus la société aura un impact local. De plus, ce mode de consommation est le seul levier dont dispose l'entreprise afin d'augmenter ses revenus. En attendant une possible ouverture totale du marché, l'entreprise doit intégrer de futurs habitants au regroupement d'autoconsommation.

Si l'installation de l'UAPE offre peut de perspective d'amélioration, celle des travaux publics possède un potentiel de développement fort. Chaque consommateur rejoignant ainsi le regroupement augmentera significativement le revenu de la société.

9.3.2 Plan de développement de la société GrimSolar SA

Le tableau ci-dessous présente un plan de gestion global de l'entreprise résumant les actions de développement possible pour le futur. Il permet d'orienter l'entreprise en suivant des investissements afin de modifier les installations.

Ce plan de développement affectera aussi la Commune. Elle pourra au travers d'initiatives, démontrer son implication pour la question énergétique et montrer l'exemple aux citoyens. Un achat de véhicules électriques rechargés par une électricité locale ou encore l'intégration des citoyens à une communauté d'autoconsommation sont des actions en adéquation avec les objectifs fixés par les autorités.

	Situation actuelle	Autoconsommation	Regroupement d'autoconsommation + autoconsommation																														
Description	<p>Installations revendant la totalité de la production à 6.3 cts :</p> <p>Ancien centre scolaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • UAPE • Halle TP <p>Le nouveau centre scolaire autoconsomme environ 39% de l'énergie mais ne dégage aucun revenu de cette prestation.</p>	<p>Etablissement d'une convention avec la Commune détaillant les aspects liés au rachat de l'énergie autoconsommée sur les sites. (Tarif à établir)</p> <p>Installation autoconsommant la production et revendant le surplus :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ancien centre scolaire • UAPE • Halle TP • Nouveau centre scolaire 	<p>Installation du regroupement d'autoconsommation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ancien centre scolaire • Nouveau centre scolaire <p>Installation autoconsommant la production et revendant le surplus :</p> <ul style="list-style-type: none"> • UAPE • Halle TP 																														
Détails	<ul style="list-style-type: none"> • Non rentable • Impacts forts de la LEne • Obligation d'effectuer des modifications 	<ul style="list-style-type: none"> • Non rentable • Le taux d'autoconsommation est trop faible • Obligation de trouver des mesures augmentant le chiffre d'affaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Le regroupement d'autoconsommation est rentable • Obligation de trouver des mesures augmentant le chiffre d'affaires 																														
Situation financière de la société	<p>En réalisant des amortissements constants, la société est en perte.</p> <table border="1"> <tr> <td>Bénéfice</td> <td>18'777</td> </tr> <tr> <td>Charges</td> <td>6'129</td> </tr> <tr> <td>Bénéfice av. amort.</td> <td>12'648</td> </tr> <tr> <td>Amortissements</td> <td>13'000</td> </tr> <tr> <td>Perte</td> <td>-352</td> </tr> </table>	Bénéfice	18'777	Charges	6'129	Bénéfice av. amort.	12'648	Amortissements	13'000	Perte	-352	<p>Cependant, il sera possible de clôturer l'exercice en dégageant un faible bénéfice.</p> <table border="1"> <tr> <td>Bénéfice</td> <td>23'926</td> </tr> <tr> <td>Charges</td> <td>6'129</td> </tr> <tr> <td>Bénéfice av. amort.</td> <td>17'797</td> </tr> <tr> <td>Amortissements</td> <td>13'000</td> </tr> <tr> <td>Bénéfice</td> <td>4'797</td> </tr> </table>	Bénéfice	23'926	Charges	6'129	Bénéfice av. amort.	17'797	Amortissements	13'000	Bénéfice	4'797	<p>Cependant, il sera possible de clôturer l'exercice en dégageant un faible bénéfice.</p> <table border="1"> <tr> <td>Bénéfice</td> <td>25'464</td> </tr> <tr> <td>Charges</td> <td>5'129</td> </tr> <tr> <td>Bénéfice av. amort.</td> <td>20'335</td> </tr> <tr> <td>Amortissements</td> <td>13'000</td> </tr> <tr> <td>Bénéfice</td> <td>7'335</td> </tr> </table>	Bénéfice	25'464	Charges	5'129	Bénéfice av. amort.	20'335	Amortissements	13'000	Bénéfice	7'335
Bénéfice	18'777																																
Charges	6'129																																
Bénéfice av. amort.	12'648																																
Amortissements	13'000																																
Perte	-352																																
Bénéfice	23'926																																
Charges	6'129																																
Bénéfice av. amort.	17'797																																
Amortissements	13'000																																
Bénéfice	4'797																																
Bénéfice	25'464																																
Charges	5'129																																
Bénéfice av. amort.	20'335																																
Amortissements	13'000																																
Bénéfice	7'335																																
Commentaires	<p>La situation actuelle n'est pas rentable. Il y a une obligation de passer en autoconsommation.</p>	<p>Les modifications nécessaires afin d'autoconsommer l'énergie sont à faire au plus vite</p>	<p>Un regroupement d'autoconsommation permettrait de diminuer les charges d'exploitation</p>																														

Tableau 44 : plan de développement de la société

Source : données de l'auteur

9.4 Les limites

Ce document propose des solutions afin d'améliorer le revenu de la société. Cependant, pour le futur il sera indispensable d'affiner les estimations quant aux coûts de création du regroupement d'autoconsommation. De plus, pour le développement de la communauté d'autoconsommation sur le site des travaux publics, il sera nécessaire de demander un devis pour chaque unité ajoutée. Les démarches auprès des nouveaux propriétaires peuvent être compliquées.

Finalement, l'incertitude qui règne actuellement dans le secteur du photovoltaïque rend la prise de décision complexe. En effet, il est difficile de prévoir l'année d'ouverture totale du marché de l'électricité suisse. Elle engendrera l'arrivée de nouvelles méthodes d'exploitation de l'énergie solaire comme l'utilisation de la block Chain qui n'a pas été étudiée dans ce projet. Les résultats démontrés dans ce travail sont susceptibles de se modifier et de s'améliorer au fur et mesure que les lois s'assouplissent.

Références

- Association des entreprises électriques suisses. (2018). *Electricité photovoltaïque et solaire thermique*.
- ATS/hend. (2018, mai). *La Suisse fait figure de mauvais élève concernant le solaire et l'éolien*. Récupéré sur RTS INFO: <https://www.rts.ch/info/suisse/9593563-la-suisse-fait-figure-de-mauvais-eleve-concernant-le-solaire-et-l-eolien.html>
- BKW. (2018). *Quelle est l'évolution du prix de l'électricité en 2018*. Récupéré sur <https://www.bkw.ch/fr/clients-commerciaux/newsletter/geschaefskunden/quelle-est-levolution-du-prix-de-lelectricite-en-2018/>
- Commune de Grimisuat. (2017). *Energie*. Récupéré sur www.grimisuat.ch: <http://www.grimisuat.ch/commune/energie-3843.html>
- Confédération suisse. (2017). *Votation populaire du 21 mai 2017 - Loi sur l'énergie (LEne)*.
- Conseil Fédéral. (2008). *ordonnance sur l'approvisionnement en électricité*.
- Conseil fédéral. (2017). *Ordonnance sur l'énergie*.
- Délèze, P. (2018). ouverture du marché électrique [présentation powerpoint]. Sierre : HES-SO Valais.
- DETEC. (2017). *Dispositions d'exécution de la nouvelle loi du 30 septembre 2016 sur l'énergie*.
- DETEC. (2017). *Fiche d'information "sortie du nucléaire"*.
- DETEC. (2017). *ouverture du marché de l'électricité*. Récupéré sur www.uvek.admin.ch: <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/energie/ouverture-marche-electricite.html>
- DETEC. (2017). *Principales nouveautés du droit de l'énergie à partie de 2018*.
- DETEC. (2017). *Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien*.
- ESR. (2018). *Rachat de l'énergie*. Récupéré sur esr - énergies sion région : <https://www.esr.ch/fr/simple/particuliers/.ecoreflexes/detail/rachat-de-l-energie-240>
- Fondation Nicolas Hulot. (2017). *Solaire photovoltaïque : 25% de l'électricité mondiale bas carbone en 2050*.
- Helion. (2018). *Accumulateurs pour installations solaires*. Récupéré sur <https://www.helion.ch/fr/accumulateur-de-courant/>
- HES-SO Valais. (2013). *Guide d'entretien de présentation et de réalisation des travaux écrits*.
- Label cité de l'énergie, Grimisuat. (2016). *Fiche informative Grimisuat*.
- Leimgruber, J. (2016). *La comptabilité comme instrument de gestion* . loisirs et pédagogie .
- LEne. (2018). *Loi sur l'énergie*.
- Nicolas, G. (2018). Les coopératives d'autoconsommation : comment ça marche ?
- NISSAN. (2018). *nouveau E-NV200*. Récupéré sur www.nissan.ch: https://fr.nissan.ch/vehicules/neufs/e-nv200.html?&cid=psm7olcs8Ju_dc|D

OENE. (2018). *ordonnance sur l'énergie .*

OEneR. (2017). *Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables.*

OFEN. (2016). Le succès du photovoltaïque . *Energieia*, 14.

OFEN. (2016). Statistique suisse de l'électricité 2016.

OFEN. (2017). *Message relatif au premier paquet de mesures de la Stratégies énergétique 2050.*

OFEN. (2017). *Potenziale, Kosten und Umweltauswirkungen von Stromproduktionanlagen.*

R.C. (2018). Echandens Premier véhicule électrique. *24 heures*, 8.

Rufer, D. (2014). *Electricité solaire : des faits contre les idées reçues.*

Suisse énergie. (2015). *éclairage efficient dans les petites entreprises.*

Suisse énergie. (2017). *Comment optimiser la consommation propre de courant solaire .*

suisse énergie. (2017). des cheveaux produits à domicile. *Les énergies renouvelables*, 3.

SWISSLAR. (2017).*fiche d'information : Elecricité solaire .*

VESE. (2015). *Manuel optimiser l'autoconsommation de courant photovoltaïque.* Berne.

Annexe I : analyse PESTEL

	Facteur	Opportunité	Menace
Politique	Politique énergétique communale	L'approvisionnement énergétique durable est un objectif de la commune.	
	Taxe CO2 appliquée en Europe		La très faible taxe au CO2 appliqué en Europe permet de produire de l'électricité à très bon marché (entraîne une baisse des prix globale)
	Politique énergétique 2050 ⁴	Soutien du peuple et des politiques dans le domaine des énergies renouvelables	
Légal	Acceptation de la nouvelle loi sur l'énergie		Incertitude quant à la mise en œuvre de la nouvelle loi sur l'énergie et le développement de regroupement d'autoconsommation ⁵
	Modifications des subventions	Encouragement à trouver des solutions innovantes afin de développer l'autoconsommation	Limitation du système d'encouragement. Basculement d'un système de rétribution de l'injection vers une rétribution unique
	Création de communauté d'autoconsommation	Possibilité de regrouper les consommateurs afin de mieux exploiter la production solaire	Interdiction d'utiliser le réseau existant, de traverser des terrains publics ou privés sans accord
Economique	Baisse des prix du surplus d'injection		Le prix de rachat atteint 6,80 cent/kWh. Additionné à la suppression de la RPC, les installations photovoltaïques ne sont désormais plus rentables.
	Faible taux d'intérêt	Possibilité d'emprunter à faible taux pour un développement futur	
Socio-culturel	Société fonctionnant au tout électrique	Le besoin en électricité est élevé en Suisse.	
	Acceptation sociale	Les panneaux solaires sont aujourd'hui pleinement acceptés et sont un atout marketing de plus pour la Commune	
	Changement des mentalités	Importance grandissante portée à la provenance de l'énergie	
Ecologique	Production d'énergie renouvelable ⁶	Fort engouement du solaire en Suisse avec une estimation de production de 14 TWh produit en 2050	
Technologique	Gestion du réseau de distribution	Développement indispensable de solutions de stockages plus efficientes	Progrès constants nécessaires afin de préserver la sûreté de plus en plus friable du réseau national
	Avancée technologique	Baisse importante des coûts de reviens d'une installation photovoltaïque	

⁴ (Confédération suisse, 2017)

⁵ (DETEC, 2017)

⁶ (Association des entreprises électriques suisses, 2018)

Annexe II : Analyse SWOT

	Positif	Négatif
Interne	<p>Force</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coût de revient du kilowattheure bas (10 ct/kWh) grâce à la PRU - Petite rétribution unique accordée (183 000 CHF) - Ouverture totale du marché envisageable à moyen terme - GrimSolar est un des points centraux mise en avant pour le label « cité de l'énergie »⁷ - Forte acceptation sociale⁸ - Conditions de production idéales avec environ 2115 heures d'ensoleillement annuel 	<p>Faiblesse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Non rentabilité des installations existantes (abandon de la RPC) - Production électrique peu mise en valeur sur les sites de production (faible autoconsommation) - Travaux importants nécessaires afin de créer une communauté d'autoconsommation (42'000CHF d'estimation)
Externe	<p>Opportunités</p> <ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de développement du model aux ménages de la commune - Baisse continue des coûts d'exploitation en lien avec l'essor que connaît la technologie - Intérêt fort d'énergies Sion région dans le développement de nouveaux modèles d'exploitation de centrale PV - Assouplissement des règles en matière de regroupement d'autoconsommation envisageable à moyen-terme - Cohérence avec la politique énergétique de la commune 	<p>Menaces</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fort changement de la loi sur l'énergie - Incertitudes importantes dans le domaine du photovoltaïque - Problèmes futurs importants liés à la stabilisation du réseau

⁷ (Label cité de l'énergie, Grimisuat, 2016)

⁸ (Association des entreprises électriques suisses, 2018)

Annexe III : Simulation financière, situation actuelle

kWh	TOTAL							
	Revenu énergie	Revenu commune	Charges et imposition	Revenu net	Frais occasionnel	PRU	Cash flow	Solde fortune
163 000.00	32 000.00	-	6 233.33	25 766.67	-352 750.00		-326 983.33	-326 983.33
161 696.00	24 254.00		5 885.17	18 368.83			18 368.83	-308 614.49
160 402.43	8 982.00		5 248.05	3 733.95			3 733.95	-304 880.54
159 119.21	12 570.00		5 397.73	7 172.27			7 172.27	-297 708.26
157 846.26	11 364.00		5 347.41	6 016.59			6 016.59	-291 691.67
271 583.49	14 081.00	3000	6 486.87	10 594.13	-139 420.00		-128 825.87	-420 517.54
269 410.82	14 169.94	6 495.72	19 542.40	1 123.25			1 123.25	-419 394.29
267 255.53	14 056.58	6 443.75	19 542.40	957.93		183610.00	184 567.93	-234 826.36
265 117.49	13 944.12	6 392.20	19 542.40	793.92			793.92	-234 032.44
262 996.55	13 832.57	6 341.06	19 542.40	631.23			631.23	-233 401.20
260 892.58	13 721.91	6 290.33	19 542.40	469.84			469.84	-232 931.36
258 805.44	13 612.14	6 240.01	19 542.40	309.75			309.75	-232 621.61
256 734.99	13 503.24	6 190.09	19 542.40	150.93			150.93	-232 470.69
254 681.11	13 395.21	6 140.57	19 542.40	-6.62			-6.62	-232 477.30
252 643.66	13 288.05	6 091.45	19 542.40	-162.90	-30 000.00		-30 162.90	-262 640.21
250 622.52	13 181.75	6 042.71	19 542.40	-317.94			-317.94	-262 958.15
248 617.54	13 076.29	5 994.37	19 542.40	-471.74			-471.74	-263 429.88
246 628.60	12 971.68	5 946.42	19 542.40	-624.30			-624.30	-264 054.18
244 655.57	12 867.91	5 898.85	19 542.40	-775.65			-775.65	-264 829.83
242 698.32	12 764.97	5 851.66	19 542.40	-925.78			-925.78	-265 755.61
240 756.74	12 662.85	5 804.84	19 542.40	-1 074.71			-1 074.71	-266 830.32
238 830.68	12 561.54	5 758.40	19 542.40	-1 222.45			-1 222.45	-268 052.78
236 920.04	12 461.05	5 712.34	19 542.40	-1 369.01			-1 369.01	-269 421.79
235 024.68	12 361.36	5 666.64	19 542.40	-1 514.40			-1 514.40	-270 936.19
233 144.48	12 262.47	5 621.30	19 542.40	-1 658.63			-1 658.63	-272 594.82
231 279.32	12 164.37	5 576.33	19 542.40	-1 801.70			-1 801.70	-274 396.51
229 429.09	12 067.06	5 531.72	19 542.40	-1 943.62			-1 943.62	-276 340.13
227 593.66	11 970.52	5 487.47	19 542.40	-2 084.41			-2 084.41	-278 424.55
225 772.91	11 874.76	5 443.57	19 542.40	-2 224.08			-2 224.08	-280 648.62
223 966.72	11 779.76	5 400.02	19 542.40	-2 362.62			-2 362.62	-283 011.24
6 978 126	413 803	145 362	503 616	55 549			-283 011.24	
		VAN					CHF -281 812.63	
		TRI					-4%	

Annexe IV : Simulation financière, situation autoconsommation

kWh	TOTAL							
	Revenu énergie	Revenu commune	Charges et imposition	Revenu net	Frais occasionnel	PRU	Cash flow	Solde fortune
163 000.00	32 000.00	-	5 293.19	26 706.81	-352 750.00		-326 043.19	-326 043.19
161 696.00	24 254.00		4 673.51	19 580.49			19 580.49	-306 462.70
160 402.43	8 982.00		3 451.75	5 530.25			5 530.25	-300 932.45
159 119.21	12 570.00		3 738.79	8 831.21			8 831.21	-292 101.23
157 846.26	11 364.00		3 642.31	7 721.69			7 721.69	-284 379.54
271 583.49	14 081.00	-	4 770.73	9 310.27	-139420.00		-130 109.73	-414 489.28
269 410.82	8 070.29	20 631.39	19 542.40	9 159.29		183610.00	192 769.29	-221 719.99
267 255.53	8 005.73	20 466.34	19 542.40	8 929.67			8 929.67	-212 790.32
265 117.49	7 941.69	20 302.61	19 542.40	8 701.90			8 701.90	-204 088.42
262 996.55	7 878.15	20 140.19	19 542.40	8 475.94			8 475.94	-195 612.48
260 892.58	7 815.13	19 979.07	19 542.40	8 251.80			8 251.80	-187 360.68
258 805.44	7 752.61	19 819.23	19 542.40	8 029.44			8 029.44	-179 331.24
256 734.99	7 690.59	19 660.68	19 542.40	7 808.87			7 808.87	-171 522.37
254 681.11	7 629.06	19 503.40	19 542.40	7 590.06			7 590.06	-163 932.32
252 643.66	7 568.03	19 347.37	19 542.40	7 373.00	-30 000.00		-22 627.00	-186 559.32
250 622.52	7 507.48	19 192.59	19 542.40	7 157.67			7 157.67	-179 401.64
248 617.54	7 447.42	19 039.05	19 542.40	6 944.07			6 944.07	-172 457.57
246 628.60	7 387.85	18 886.74	19 542.40	6 732.18			6 732.18	-165 725.39
244 655.57	7 328.74	18 735.64	19 542.40	6 521.99			6 521.99	-159 203.40
242 698.32	7 270.11	18 585.76	19 542.40	6 313.47			6 313.47	-152 889.93
240 756.74	7 211.95	18 437.07	19 542.40	6 106.62			6 106.62	-146 783.31
238 830.68	7 154.26	18 289.57	19 542.40	5 901.43			5 901.43	-140 881.88
236 920.04	7 097.02	18 143.26	19 542.40	5 697.88			5 697.88	-135 184.00
235 024.68	7 040.25	17 998.11	19 542.40	5 495.96			5 495.96	-129 688.04
233 144.48	6 983.92	17 854.13	19 542.40	5 295.65			5 295.65	-124 392.39
231 279.32	6 928.05	17 711.29	19 542.40	5 096.95			5 096.95	-119 295.44
229 429.09	6 872.63	17 569.60	19 542.40	4 899.83			4 899.83	-114 395.61
227 593.66	6 817.65	17 429.05	19 542.40	4 704.29			4 704.29	-109 691.32
225 772.91	6 763.11	17 289.61	19 542.40	4 510.32			4 510.32	-105 181.00
223 966.72	6 709.00	17 151.30	19 542.40	4 317.90			4 317.90	-100 863.10
6 978 126	280 122	452 163	494 588	237 697			-100 863.10	
								VAN CHF -155 068.90
								TRI -3%

Annexe V : Simulation financière, situation autoconsommation + regroupement d'autoconsommation

kWh	TOTAL							
	Revenu énergie	Revenu commune	Charges	Revenu net	Frais occasionel	PRU	Cash flow	Solde fortune
163 000.00	32 000.00	-	5 293.19	26 706.81	-352 750.00		-326 043.19	-326 043.19
161 696.00	24 254.00	-	4 673.51	19 580.49	-		19 580.49	-306 462.70
160 402.43	8 982.00	-	3 451.75	5 530.25	-		5 530.25	-300 932.45
159 119.21	12 570.00	-	3 738.79	8 831.21	-		8 831.21	-292 101.23
157 846.26	11 364.00	-	3 642.31	7 721.69	-		7 721.69	-284 379.54
271 583.49	14 081.00	-	8 677.41	5 403.59	-139 420.00		-134 016.41	-418 395.95
269 410.82	6 864.02	23 426.87	16 642.40	13 648.50	-40 000.00	183 610.00	157 258.50	-261 137.45
267 255.53	6 809.11	23 239.46	16 642.40	13 406.17	-		13 406.17	-247 731.28
265 117.49	6 754.64	23 053.54	16 642.40	13 165.78	-		13 165.78	-234 565.49
262 996.55	6 700.60	22 869.12	16 642.40	12 927.32	-		12 927.32	-221 638.18
260 892.58	6 647.00	22 686.16	16 642.40	12 690.76	-		12 690.76	-208 947.42
258 805.44	6 593.82	22 504.67	16 642.40	12 456.10	-		12 456.10	-196 491.32
256 734.99	6 541.07	22 324.64	16 642.40	12 223.31	-		12 223.31	-184 268.01
254 681.11	6 488.74	22 146.04	16 642.40	11 992.38	-		11 992.38	-172 275.63
252 643.66	6 436.83	21 968.87	16 642.40	11 763.30	-30 000.00		-18 236.70	-190 512.33
250 622.52	6 385.34	21 793.12	16 642.40	11 536.06	-		11 536.06	-178 976.27
248 617.54	6 334.26	21 618.77	16 642.40	11 310.63	-		11 310.63	-167 665.64
246 628.60	6 283.58	21 445.82	16 642.40	11 087.01	-		11 087.01	-156 578.63
244 655.57	6 233.31	21 274.26	16 642.40	10 865.17	-		10 865.17	-145 713.46
242 698.32	6 183.45	21 104.06	16 642.40	10 645.11	-		10 645.11	-135 068.35
240 756.74	6 133.98	20 935.23	16 642.40	10 426.81	-		10 426.81	-124 641.54
238 830.68	6 084.91	20 767.75	16 642.40	10 210.26	-		10 210.26	-114 431.29
236 920.04	6 036.23	20 601.61	16 642.40	9 995.43	-		9 995.43	-104 435.85
235 024.68	5 987.94	20 436.79	16 642.40	9 782.33	-		9 782.33	-94 653.52
233 144.48	5 940.03	20 273.30	16 642.40	9 570.93	-		9 570.93	-85 082.59
231 279.32	5 892.51	20 111.11	16 642.40	9 361.23	-		9 361.23	-75 721.36
229 429.09	5 845.37	19 950.22	16 642.40	9 153.20	-		9 153.20	-66 568.16
227 593.66	5 798.61	19 790.62	16 642.40	8 946.83	-		8 946.83	-57 621.33
225 772.91	5 752.22	19 632.30	16 642.40	8 742.12	-		8 742.12	-48 879.21
223 966.72	5 706.20	19 475.24	16 642.40	8 539.04	-		8 539.04	-40 340.16
6 978 126	253 685	513 430	428 895	338 220		-40 340.16		
		VAN	CHF -124 013.58					
		TRI	-1%					

Annexe VI : apport d'autoconsommation en ajoutant des batteries

Horodatage	Prod PV horaire	Cons. Batiment horaire	Autocons Batiment Horaire	Prod - Cons Direct	Charge batterie 1kWh	Charge batterie 2kWh	Autocons batterie 5kWh	Charge batterie 5kWh	Autocons batterie 6kWh	Charge batterie 6kWh	Autocons batterie 8kWh	Charge batterie 8kWh	Autocons batterie 10kWh	Charge batterie 10kWh	Autocons batterie 20kWh	Charge batterie 20kWh	Autocons batterie 30kWh	Charge batterie 30kWh	Autocons batterie 40kWh	Charge batterie 40kWh	Autocons batterie 50kWh	Charge batterie 50kWh	Autocons batterie 60kWh	Charge batterie 60kWh	Autocons batterie
Energie Batteries					1.0		2.0		5.0		6.0		8.0		10.0		20.0		30.0		40.0		50.0		60.0
01.01.2018 00:00	-0.1	8.2	0.0	-8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 01:00	-0.1	8.2	0.0	-8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 02:00	-0.1	8.4	0.0	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 03:00	-0.1	8.4	0.0	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 04:00	-0.1	8.2	0.0	-8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 05:00	-0.1	8.2	0.0	-8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 06:00	-0.1	8.3	0.0	-8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 07:00	0.3	8.4	0.3	-8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 08:00	0.9	8.4	0.9	-7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
01.01.2018 09:00	12.1	8.3	8.3	3.8	1.0	0.0	2.0	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0	
01.01.2018 10:00	34.9	7.9	7.9	27.0	1.0	0.0	2.0	0.0	5.0	0.0	6.0	0.0	8.0	0.0	10.0	0.0	20.0	0.0	30.0	0.0	30.8	0.0	30.8	0.0	
01.01.2018 11:00	37.0	7.9	7.9	29.2	1.0	0.0	2.0	0.0	5.0	0.0	6.0	0.0	8.0	0.0	10.0	0.0	20.0	0.0	30.0	0.0	40.0	0.0	50.0	0.0	
01.01.2018 12:00	34.2	7.9	7.9	26.3	1.0	0.0	2.0	0.0	5.0	0.0	6.0	0.0	8.0	0.0	10.0	0.0	20.0	0.0	30.0	0.0	40.0	0.0	50.0	0.0	
31.12.2018 18:00	-0.1	8.0	0.0	-8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.12.2018 19:00	-0.1	8.0	0.0	-8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.12.2018 20:00	-0.1	8.0	0.0	-8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.12.2018 21:00	-0.1	8.2	0.0	-8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.12.2018 22:00	-0.1	8.1	0.0	-8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.12.2018 23:00	-0.1	8.1	0.0	-8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Somme annuelle kWh	119991.1	107005.2	65000.0	53021.1	339.7	676.8	1665.9	1992.4	2639.2	3279.5	6329.7	9130.0	11531.1	13486.3	15156.0										
Autoconsum max (Direct + Batterie) kWh					17251.1	17588.2	18577.3	18903.8	19550.6	20190.9	23241.1	26041.4	28442.5	30397.7	32067.4										
Prix des batteries CHF					1500.0	2500.0	5500.0	7000.0	9000.0	12000.0	22000.0	33000.0	44000.0	55000.0	66000.0										

Horodatage : toutes les heures sur une année

Prod PV horaire : la production horaire des panneaux photovoltaïques

Cons. Bâtiment horaire : énergie consommée par le bâtiment durant cette heure

Autocons. Bâtiment horaire direct : énergie solaire directement consommée par le bâtiment

Prod – Cons Direct : différence entre la production des PV et la consommation du bâtiment, si positif on peut stocker et si négatif on retire si batterie chargée

Charges batterie x kWh : quantité de charge dans la batterie

Autocons batterie : Consommation tirée de la batterie en question

Annexe VII : étude de projet ESR pour un regroupement d'autoconsommation

5 Regroupement des installations de l'ancien et nouveau bâtiment scolaire

Une étude a été réalisée sur la possibilité de regrouper l'ancien et le nouveau bâtiment scolaire. Le but étant d'améliorer la part d'autoconsommation des deux centrales solaires.

Regroupement ancien + nouveau bâtiment		Autoconsommation	
Puissance	(kWc)	119	
Surface PV	(m ²)	735	
Période considérée	(ans.)	30	
Production annuelle moyenne ¹	(MWh)	109.8	
Taux autoconsommation ²	(%)	59%	
Investissement brut	(CHF)	229.152	
Investissement regroupement ⁴	(CHF)	40'000	
Rétribution unique (subvention fédérale) ³	(CHF)	70'480 ⁵	
Investissement net	(CHF)	223'452	
Coût de revient PV	(ct/kWh)	10.26	
	-	Vente au tarif esr	Vente au tarif rentabilité
Tarif autoconsommation (cible)	(ct/kWh)	14.66	24
Retour sur investissement	(ans.)	22	13
Bénéfices (30 ans)	(CHF)	60'214	215'642
TRI (30 ans)	(%)	1.1%	4.67%

¹ Diminution linéaire des performances du champ jusqu'à atteindre 80% de la production nominale au bout de 25 ans (valeur garantie par le constructeur)

² Le taux d'autoconsommation indique se base sur les conditions de la première année d'exploitation.

³ Selon prévision, la RU peut être touchée dans un délai d'attente d'environ 3 ans.

⁴ Ce prix est une estimation et non un le prix réel des modifications à apporter aux installations électrique.

⁵ ce prix n'est pas garanti, quelques incertitudes persistent par rapport à la loi.

Annexe VIII : Bilan de la société



GrimSolar SA

	Comptes 2016	Budget 2017	2017	BILAN				Grimisuat, le 17 mai 2018
			Comptes 2017	Planif. 2018	Planif. 2019	Planif. 2020	Planif. 2021	
ACTIF								
Panneaux Photovoltaïques (2013)	350'814.90	340'814.90	346'814.90	336'814.90	296'814.90	257'814.90	242'814.90	*Amortiss.
Panneaux Photovoltaïques (2017)	144'100.00	144'090.00	142'090.00	137'090.00	125'090.00	120'090.00	120'090.00	*Amortiss.
BCV c/c	57'527.75	57'527.75	57'527.75	62'719.70	12'629.70	52'529.70	185'729.70	
- Utilisation c/c		-44'100.00						
+ BN avant amortissements		11'200.00		4'947.60	14'000.00	49'900.00	143'200.00	12'100.00
- Remb. emprunt		-10'000.00			-10'000.00	-10'000.00	-10'000.00	-10'000.00
- Paiem. dividende								
+ - mouvements divers			244.35	-54'090.00				
Impôt anticipé	0.00							
Actifs transitoires	4'084.35	4'000.00	3'313.00	4'000.00	4'000.00	4'000.00	4'000.00	
TOTAL ACTIF	412'427.00	503'542.65	556'937.60	495'534.60	490'434.60	572'634.60	554'734.60	
PASSIF								
Prêt Commune de Grimisuat	90'000.00	90'000.00	80'000.00	70'000.00	60'000.00	50'000.00		*Remb. 10'000.-
c/c Commune de Grimisuat			54'090.00	0.00				
Passifs transitoires et corr.	1'091.80	1'007.45	564.80	1'251.80	1'251.80	1'251.80	1'251.80	
CAPITAL (PRIVES)	164'000.00	164'000.00	146'000.00	164'000.00	164'000.00	164'000.00	164'000.00	
CAPITAL (COMMUNE)	236'000.00	236'000.00	254'000.00	236'000.00	236'000.00	236'000.00	236'000.00	
CAPITAL TOTAL	400'000.00							
Réserve générale	1700.00	2'012.70	2'012.70	2'040.90	2'140.90	2'240.90	2'540.90	
Augmentation de la réserve	312.70	100.00	28.20	100.00	100.00	300.00	4'800.00	
Solde bénéfice reporté	9'071.85	9'322.50	9'322.50	10'241.90	12'141.90	16'941.90	108'841.90	
Attribution à la réserve (s/année antér.)	-312.70	-100.00	-28.20	-100.00	-100.00	-300.00	-4'800.00	
Bénéfice de l'exercice	563.35	1'200.00	947.60	2'000.00	4'900.00	92'200.00	-7'900.00	
Bénéfice à reporter	9'322.50	10'422.50	10'241.90	12'141.90	16'941.90	108'841.90	96'141.90	
TOTAL PASSIF	412'427.00	503'542.65	556'937.60	495'534.60	490'434.60	572'634.60	554'734.60	

Annexe IX : Compte de pertes et profits de la société



GrimSolar SA

	Comptes 2016	<i>Budget 2017</i>	2017	P & P			Grimisuat, le 17 mai 2018
			Comptes 2017	Planif. 2018	Planif. 2019	Planif. 2020	
RECETTES							
Rendement énergie (C.Scol. 1977,Tibleck,TP)	9'611.85	12'900.00	9'529.35	12'700.00	12'600.00	156'500.00	12'300.00
Rendement énergie (C.Scol. 2017)		4'000.00	0.00	8'900.00	45'800.00	8'700.00	8'600.00
Refacturation énergie (Commune)							
Total des recettes	9'611.85	16'900.00	9'529.35	21'600.00	58'400.00	165'200.00	20'900.00
CHARGES							
Frais d'énergie, modems et location compteurs	2'629.80	2'700.00	2'629.80	2'700.00	2'700.00	2'700.00	2'700.00
Frais d'énergie (C.Scolaire 2017)		1'000.00	162.00	2'400.00	2'400.00	2'400.00	2'400.00
Frais d'entretien (C.Scolaire 1977)	0.00	500.00	0.00	500.00	1'000.00	1'000.00	1'000.00
Frais d'entretien (C.Scolaire 2017)				500.00	500.00	1'000.00	1'000.00
Impôt fédéral, cantonal et communal (antérieur)	455.75		213.75				
Impôt fédéral, cantonal et communal (de l'année)	1'927.00	1'400.00	1'533.25	1'400.00	1'800.00	14'800.00	1'600.00
Intérêts charges et frais bancaires	35.95	100.00	42.95	100.00	100.00	100.00	100.00
Intérêts produits	0.00						
Total charges	5'048.50	5700.00	4'581.75	7'600.00	8'500.00	22'000.00	8'800.00
Bénéfice (Sans Amortissements)	4'563.35	11'200.00	4'947.60	14'000.00	49'900.00	143'200.00	12'100.00
Amortissements	4'000.00	10'000.00	4'000.00	12'000.00	45'000.00	51'000.00	20'000.00
BENEFICE	563.35	1'200.00	947.60	2'000.00	4'900.00	92'200.00	-7'900.00

Annexe X : données de production de la société



GrimSolar SA

Rémunération fourniture d'énergie - ESR

<u>Hall TP :</u> 62.00 kW	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nbre kWh	20'701	69'727	75'921	79'794.64	77'825.32	
Prix unit.	0.200	0.150	0.056	0.079	0.072	
Prix unit.				0.057	0.052	
Total	4'140.20	10'459.00	4'251.55	5'064.60	4'512.90	
<hr/>						
<u>C. Scolaire :</u> 27.50 kW	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nbre kWh	8'780	34'207	34'911	35'514.00	34'938.00	
Prix unit.	0.200	0.150	0.056	0.068	0.063	
Prix unit.				0.057	0.052	
Total	1'756.00	5'131.05	1'955.00	2'414.95	2'201.10	
<hr/>						
<u>Tibleck :</u> 38.00 kW	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nbre kWh	9'410	43'703	49'046	50'510.35	50'152.17	
Prix unit.	0.200	0.150	0.056	0.079	0.072	
Prix unit.				0.057	0.052	
Total	1'882.00	6'555.45	2'746.60	3'205.85	2'897.85	
<hr/>						
TOTAL	7'778.20	22'145.50	8'953.15	10'685.40	9'611.85	0.00

Annexe XI : mail de confirmation



Béatrice Girod Lehmann

lun. 29.01.2018 16:19

Boîte de réception

Marquer comme non lu

À : Cédric Vuignier;

Cc : Stéphane Genoud;

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 aux points suivants :

- 3.1 Attention de bien indiquer vos références/sources dans votre état de l'art selon APA, lorsque vous allez le rédiger pour votre TB.

Ces commentaires devront être intégrés dans les annexes du TB.

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.

Votre travail de Bachelor débute officiellement le 12 février 2018. Pour cette date, les documents vous seront envoyés par poste.

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

Adjointe scientifique

Institut Entrepreneurship & Management

Annexe XII : mandat définitif

HES-SO Valais

EE	IG	TO
X		

Sujet et Mandat Définitif du travail de bachelor

FO.2.2.02.27.FF
mob/01/06/2017

Filière: Economie d'entreprise, plein temps

Année 2017/2018

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

Etudiant-e	Professeur
NOM Prénom Vulgnier Cédric	NOM Prénom Genoud Stéphane
Tél. 0796967303	
Mandant-e	
Personne de contact	
NOM (raison sociale) GrimSolar SA	NOM Prénom Vuignier Eric
Adresse complète Commune de Grimsuat	Fonction membre du CA
CP 17 1971 Grimsuat	Tél. 0793476458
Tél.	
Titre du travail de bachelor Développement d'un nouveau modèle économique pour la société GrimSolar détenue en majorité par la Commune de Grimsuat	
Echéancier des travaux de bachelor	
➤ Formation à plein temps	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Première tentative <input type="checkbox"/> Seconde tentative

EE	IG	TO
X		

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

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. Titre du travail	Indiquez 1.1. Un titre pertinent qui fait référence au contexte, à l'objectif principal et éventuellement au nom de l'organisation / du projet.
2. Le contexte (l'entreprise) (max. 10 lignes)	Indiquez : 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. L'état de l'art (15 - 20 lignes)	Indiquez 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. Les objectifs du travail (min. 4 objectifs au point 4.2)	Indiquez sous la forme d'objectifs spécifiques, mesurables, atteignables, réalistes et temporés : 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. Les méthodologies (max. 10 lignes)	Indiquez 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 ?

EE	IG	TO
X		

**Sujet et Mandat Définitif
du travail de bachelor**

FO.2.2.02.27.FF
mob/01/06/2017

Indiquez :

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.) ?
- 6.2. Quelles sont les principales dates / milestones dans le déroulement de votre travail ?

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.

ATTENTION

avant restitution, le descriptif définitif du mandat doit être daté et signé,
par: l'entreprise mandante, le professeur et l'étudiant-e

EE	IO	TO
X		

Descriptif du mandat du travail de bachelor

1. Titre du travail

1.1. Développement d'un nouveau modèle économique pour la société GrimSolar SA détenue en majorité par la Commune de Grimisuat.

2. Le contexte

2.1. Suite à la votation du 27 mai dernier, le peuple suisse a approuvé la stratégie énergétique 2050. Celle-ci vise notamment à sortir le pays du nucléaire et à développer massivement les énergies renouvelables. Dans cette optique-là, la loi sur l'énergie (LEne) a été profondément modifiée. Elle permet désormais de vendre l'énergie produite par des centrales villageoises directement au consommateur final sans passer par un fournisseur intermédiaire.

La société Grimsolar SA produit environ 275 000 kWh par année et une meilleure commercialisation de cette énergie permettrait de mieux rentabiliser les investissements consentis.

2.2. Mon travail restera au stade de projet qui sera présenté au CA de la société. Celle-ci pourra ensuite décider de la mise en application de la solution présentée. Le but est de proposer une alternative au modèle traditionnel de vente d'énergie qui a prévalu durant ces dernières années.

3. L'état de l'art

3.1. Dans le cadre de l'exploitation d'un parc photovoltaïque, il existe plusieurs possibilités visant à augmenter la rentabilité de l'installation. Premièrement, grâce à la nouvelle loi sur l'énergie, la production énergétique de GrimSolar SA peut être revendu à des particuliers et non plus seulement à Energie Sion Région SA. Cet aspect offre des perspectives intéressantes car il permet de vendre directement son kilowattheure à meilleur prix.

Deuxièmement, l'augmentation de l'autoconsommation d'énergie produite permet également de réaliser des économies non négligeables à une échelle communale. De nos jours, l'installation de batterie servant à stocker l'énergie afin de différer la consommation de l'énergie produite la journée n'est plus utopique.

Finalement, la création de nouvelles plateformes d'échanges Peer to Peer (en fort développement et favorisée par la nouvelle stratégie de la confédération), utilisant la technologie « blockchain » ouvrent des possibilités intéressantes dans le commerce de l'énergie pour les petits producteurs.

Cependant, il y a une contrainte importante à prendre en compte dans ce domaine. Lors d'un regroupement dans le cadre de la consommation propre, il n'est désormais plus possible d'employer le réseau électrique existant pour revendre son énergie à ses voisins. Cette nouvelle donnée inclue des coûts nouveaux à prendre en compte lors du développement de mon projet. En effet, il sera nécessaire d'intégrer différents frais supplémentaires engendrés par la mise en place d'installation électrique parallèle au réseau existant.

EE	XG	TQ
X		

4. Les objectifs du travail

4.1. Quelles sont les nouvelles perspectives économiques offertes grâce à la stratégie énergétique 2050 ? Sont-elles intéressantes et applicable à une échelle communale pour GrimSolar SA ?

4.2. Les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Analyser les nouvelles perspectives offertes suite à la votation du 27 mai dernier.
- Analyser les modes de commercialisation de l'énergie pour la société GrimSolar SA dans le futur.
- Définir des pistes tangibles pour de possible regroupement de consommation sur le territoire communale.
- Calculer les coûts et les retombées financières possibles

4.3. Les délivrables suivants seront transmis à la société GrimSolar SA :

- Business Modèle pour le futur développement de la société
- Analyse SWOT du secteur de l'énergie solaire Valaisan
- Analyse PESTEL du marché de l'énergie solaire
- Analyse de piste à suivre afin d'augmenter l'autoconsommation d'énergie
- Calcul des coûts liés à une future revente de l'énergie aux particuliers

4.4. La société GrimSolar SA aura des outils et des pistes d'améliorations concernant la commercialisation de l'énergie produite grâce à ses panneaux solaires photovoltaïques. Elle bénéficiera entre autre d'une analyse détaillée du secteur photovoltaïque en Valais, de son potentiel et des différentes menaces. Enfin, la société GrimSolar SA fondé avant l'application de la stratégie énergétique 2050 sera informée sur les nouveautés et les caractéristiques propres relatives au droit de l'énergie.

5. Les méthodologies

5.1. D'abord, un état des lieux de l'énergie solaire en Suisse et de ses diverses méthodes de revente sera réalisé. Il sera aussi important d'effectuer une analyse complète du cadre légal. En effet, la loi actuelle impacte grandement le développement de projet photovoltaïques. Etant un sujet d'actualité, plusieurs revues traitant de l'énergie sont à disposition afin d'adapter certaines solutions à la commune de Grimisuat. Enfin, des recherches seront réalisées sur les moyens pouvant augmenter l'autoconsommation de l'énergie produit.

5.2. Il existe plusieurs revues sur le sujet et notamment la revue suisse de l'énergie. Ces dernières traitent notamment des nouvelles manières de revente de l'énergie. De plus de nombreuses informations importantes se trouvent dans la LEne et seront utiles pour l'aspects légal du projet. Enfin, un questionnaire qualitatif sera créé dans le but de savoir si les gens sont prêts à digitaliser leur consommation d'électricité.

EE	IG	TO
X		

6. La planification

6.1.

	Etat des lieux vente énergie PV	Analyse SWOT Et PESTEL	Réalisation du questionnaire	Définition des actions à entreprendre	Calcul des coûts	Nombre d'heure
Février	x					50
Mars	x	x	x			60
Avril		x	x			70
Mai			x	x		60
Juin				x	x	60
Juillet					x	60
	70	60	90	70	70	360

6.2. Les Principales dates

- 12 février : début du travail de Bachelor
- 15 avril : fin de la partie exploratoire et remise de l'analyse SWOT et PESTEL
- 30 avril : élaboration du questionnaire
- 25 mai : fin de l'analyse des données récoltées
- 20 Juin : Actions types ciblées visant à l'amélioration du modèle économique
- 10 Juillet : Rapport sur les coûts et les rendements possibles
- 16 Juillet : remise du travail de Bachelor

7. La liste des références

7.1.

- OFEN Office Fédéral de l'Energie (2017), récupéré sur <http://www.bfe.admin.ch/index.html?lang=fr>
- GrimSolar SA, (2017). Rémunération fourniture d'énergie – ESR.
- LEne, Office Fédéral de Loi sur l'énergie (1^{er} janvier 2017), récupéré sur <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19983485/index.html>
- OFS Office Fédéral de la Statistique (2017), récupéré sur <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home.html>
- Suisse énergie (2017), récupéré sur https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/mon-installation-solaire?pk_campaign=BingAds_FR_Generic_ProductionEnergie&pk_kwrd=%C3%A9nergie%20solaire

HES-SO Valais

EE	IG	TO
X		

**Sujet et Mandat Définitif
du travail de bachelor**

FO.2.2.02.27.FF
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

(Large empty rectangular box for comments)

Date : 21.12.2017

Signature de l'étudiante-e : 

Date : 15.12.2017

Signature du professeur/de la professeure : 

Date : 21.12.2017

Signature du mandant/de la mandante : 

Date :

Validation du Responsable de filière :

Rapport.Gratuit.com

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. (HES-SO Valais, 2013, p. 6)

- Monsieur Lionel Fontannaz et Monsieur Alexandre Torrent, collaborateurs chez ESR (Energie Sion Région)
- Monsieur Cordy Jonathan, collaborateur technique à la Commune de Grimisuat

Cédric Vuignier