



Passage de la Matze 13
CH-1950 Sion
027 558 83 47
www.enerconseil.ch
sion@enerconseil.ch

Document de travail à l'usage du Conseil général

Plan de quartier - Platta d'En Haut

Rapport d'étude énergétique

1. Cadre d'étude

Le présent rapport détaille la stratégie énergétique prévue pour le plan de quartier "Platta d'en Haut", sur la commune de Sion. Elle doit conduire à un quartier autonome en énergie via les 3 axes forts suivants :

- Diminution des besoins énergétiques des bâtiments à leur strict minimum
- Maximisation de l'exploitation des ressources énergétiques locales
- Déploiement de capacités de stockages (journalier et saisonnier) suffisantes pour atteindre une autonomie énergétique intégrale.

2. Exigence constructives et équipement

2.1 Isolation thermique

Les bâtiments respecteront les exigences constructives équivalentes aux plus hauts standards actuels (type Minergie-P ou CECB A/A). Plus spécifiquement, les valeurs maximales suivantes seront respectées pour les coefficients de déperditions thermiques U :

| Élément d'enveloppe | Contre extérieur [$W/m^2 \cdot K$] | Contre non chauffé ou enterré [$W/m^2 \cdot K$] |
|--|--------------------------------------|---|
| Élément opaque : mur, toit, plafond, sol | 0.15 | 0.20 |
| Fenêtre, porte-fenêtre, porte | 0.9 | 1.3 |
| Caisson de store | 0.25 | 0.25 |

Les fenêtres devront avoir une valeur de transmission énergétique g_{\perp} de min 0.53. Elles seront équipées de protections solaires thermiques extérieures permettant de respecter les exigences des normes SIA, notamment SIA 180:2014 et SIA 382/1:2014, en terme de garantie du confort thermique estival.

2.2 Equipements intérieurs

Les appareils électriques et éclairages seront de très haute efficacité énergétique, en référence au cahier technique SIA 2056 et à la norme SIA 380/4. En particulier, les exigences Minergie en termes de classe d'efficacité devront au moins être respectées pour chaque type d'appareil, et les éclairages seront de type LED avec régulation optimale.

2.3 Mobilité électrique

L'infrastructure dédiée à la mobilité électrique respectera les exigences de la norme SIA 2060, avec un niveau d'équipement D (ready to charge). En conséquence, chaque place de parc (voiture, moto, vélo) sera équipée d'une borne de recharge. La gestion de la charge du parking sera faite de manière à maximiser l'autoconsommation du courant produit et à optimiser le dimensionnement et le fonctionnement des systèmes de stockages prévus.

3. Production de chaleur et d'eau chaude sanitaire (ECS), climatisation

Selon le rapport d'étude géologique établi par le bureau Geoval, le site se porte favorablement à l'implantation de sondes géothermiques verticales (SGV), moyennant validation et affinage par un test de réponse thermique.

En conséquence, les besoins en chauffage et en ECS seront couverts par une ou des pompes à chaleurs (PAC) saumure/eau raccordées à un champ de sonde géothermique. A ce stade, la puissance de la PAC est estimée à 200 kW et le champ de sonde à 23 sondes.

En période estivale, une climatisation des locaux sera effectuée par geocooling (fonctionnement uniquement des pompes de circulation, sans PAC). Cette climatisation, à très faible consommation électrique, permettra de recharger le terrain pour en améliorer l'efficacité en période hivernale. Elle permettra en outre de diminuer le nombre de sondes prévues pour le projet.

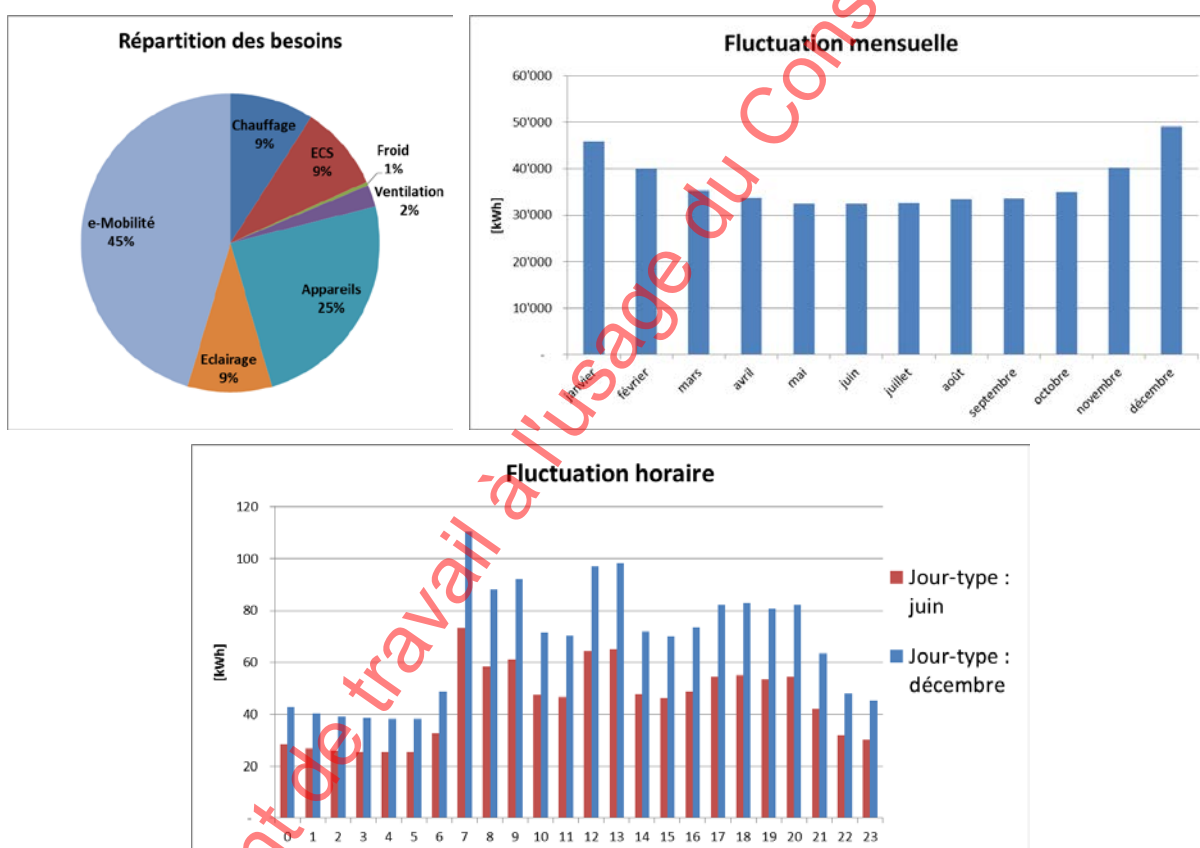
En période hivernale, le fonctionnement de la pile à combustible engendrera des rejets thermiques (60-70°C). Une récupération sera effectuée sur ces derniers, et permettra de couvrir une grande partie des besoins hivernaux en ECS.

4. Besoins énergétiques du quartier

Les besoins énergétiques du quartier ont été estimés sur la base des normes SIA, notamment SIA 380/1, SIA 2024 et SIA 2060, de même que sur les performances découlant de la mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique mentionnées dans les chapitres précédents.

Au vu du producteur de chaleur et d'ECS prévu pour le quartier, les besoins énergétiques de ce dernier sont exclusivement d'ordre électrique. Les besoins totaux du quartier peuvent à ce stade être estimés à 450'000 kWh/an.

Les graphiques ci-dessous reportent la répartition des besoins en fonction des usages, leur fluctuation mensuelle et horaire.



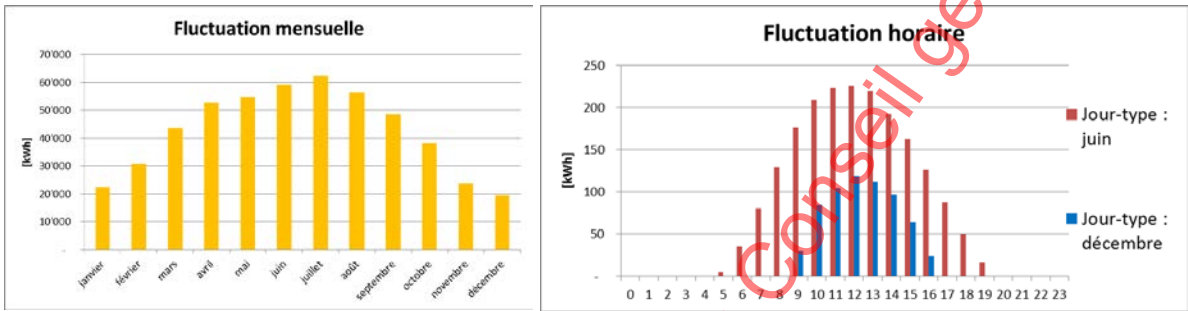
Ces graphiques mettent en évidence le rôle prépondérant des besoins en électricité pour la mobilité, partant du principe (conservateur au niveau des besoins du quartier) que l'intégralité des véhicules seront électriques. Les besoins pour les appareils et éclairage sont également significatifs, alors que les besoins en électricité pour le chauffage et l'ECS sont diminués grâce à l'utilisation des sondes géothermiques, à la recharge estivale du terrain et à l'utilisation des rejets thermiques de la pile à combustible.

5. Ressources énergétiques du quartier

Afin de couvrir les besoins énergétiques du quartier, il est prévu d'équiper les toitures de chaque bâtiment en panneaux solaires photovoltaïques. Des panneaux seront également installés en façades Sud, aux niveaux supérieurs de faible ombrage. Ces derniers devront respecter les critères d'intégration architecturale.

Au total, le site intégrera des panneaux solaires pour une puissance min. de 450 kW_p correspondant à une production annuelle de min. 510'000 kWh/an.

Les graphiques ci-dessous représentent la fluctuation mensuelle et horaire de la production photovoltaïque.

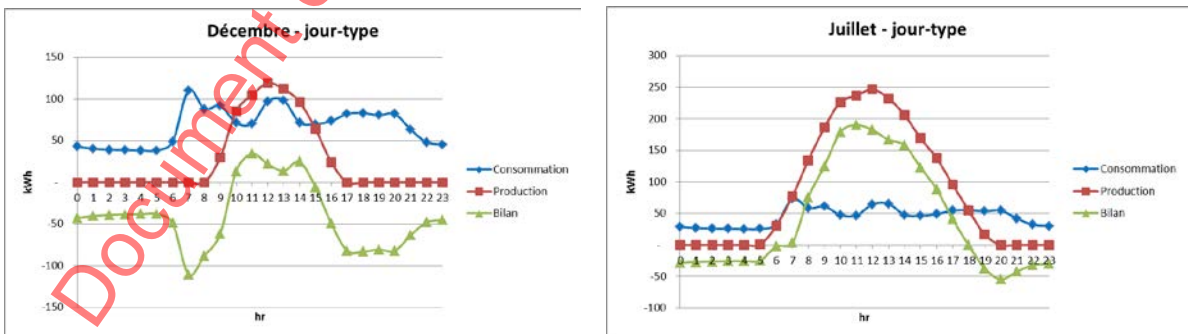


6. Bilan énergétique

La mise en corrélation des besoins et productions d'électricité à l'échelle du quartier permet d'en établir une cartographie énergétique temporelle. Dans le tableau ci-dessous, et pour un jour-type de chaque mois, les valeurs indiquées représentent le bilan énergétique horaire du quartier. Les valeurs négatives (jaune à rouge) représentent les périodes de déficit électrique, alors que les valeurs positives (vertes) représentent les périodes de surproduction.

| kWh | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| janvier | -40 | -38 | -37 | -36 | -36 | -36 | -46 | -103 | -82 | -82 | 25 | 56 | 41 | 40 | 43 | 18 | -29 | -77 | -78 | -75 | -77 | -59 | -45 | -42 |
| février | -35 | -33 | -32 | -31 | -31 | -31 | -40 | -90 | -64 | -21 | 54 | 91 | 82 | 79 | 83 | 56 | 13 | -42 | -67 | -65 | -67 | -51 | -39 | -37 |
| mars | -31 | -29 | -28 | -28 | -28 | -28 | -35 | -70 | -2 | 56 | 114 | 141 | 136 | 122 | 122 | 94 | 51 | -4 | -53 | -58 | -59 | -46 | -35 | -33 |
| avril | -29 | -28 | -27 | -26 | -26 | -26 | -27 | -27 | -49 | 96 | 146 | 168 | 159 | 148 | 144 | 104 | 63 | 14 | -33 | -55 | -56 | -44 | -33 | -31 |
| mai | -28 | -27 | -26 | -26 | -25 | -25 | -5 | -1 | 61 | 104 | 151 | 164 | 154 | 145 | 134 | 104 | 67 | 23 | -13 | -43 | -54 | -42 | -32 | -30 |
| juin | -28 | -27 | -26 | -26 | -25 | -21 | 3 | 7 | 71 | 115 | 162 | 177 | 161 | 155 | 145 | 116 | 77 | 33 | -5 | -37 | -54 | -42 | -32 | -30 |
| juillet | -29 | -27 | -26 | -26 | -25 | -25 | -2 | 4 | 76 | 125 | 179 | 190 | 182 | 167 | 158 | 123 | 88 | 41 | -0 | -37 | -55 | -42 | -32 | -30 |
| août | -29 | -27 | -27 | -26 | -26 | -26 | -21 | -17 | 52 | 102 | 158 | 178 | 169 | 156 | 153 | 112 | 72 | 24 | -19 | -49 | -56 | -43 | -33 | -31 |
| septemb | -29 | -28 | -27 | -26 | -26 | -26 | -33 | -42 | -33 | 86 | 139 | 167 | 154 | 140 | 134 | 95 | 49 | -3 | -49 | -55 | -56 | -43 | -33 | -31 |
| octobre | -31 | -29 | -28 | -27 | -27 | -27 | -35 | -74 | -4 | 53 | 106 | 137 | 130 | 113 | 105 | 64 | 15 | -45 | -59 | -57 | -58 | -45 | -34 | -32 |
| novembr | -35 | -33 | -32 | -32 | -31 | -31 | -40 | -91 | -64 | -4 | 44 | 68 | 59 | 45 | 46 | 13 | -28 | -67 | -68 | -66 | -67 | -52 | -39 | -37 |
| décembr | -43 | -40 | -39 | -39 | -38 | -38 | -49 | -110 | -88 | -62 | 13 | 34 | 22 | 14 | 25 | -6 | -50 | -82 | -83 | -81 | -82 | -63 | -48 | -45 |

Les graphiques ci-dessous représentent les fluctuations journalières des besoins et productions, pour un jour-type de décembre et de juillet. Lorsque la courbe verte est positive, la production est excédentaire.



7. Stratégie d'autonomie énergétique

Afin de permettre l'autonomie énergétique du quartier, la gestion des manques et excédents énergétiques sera traitée à deux niveaux, via des capacités de stockage permettant d'intégrer les fluctuations :

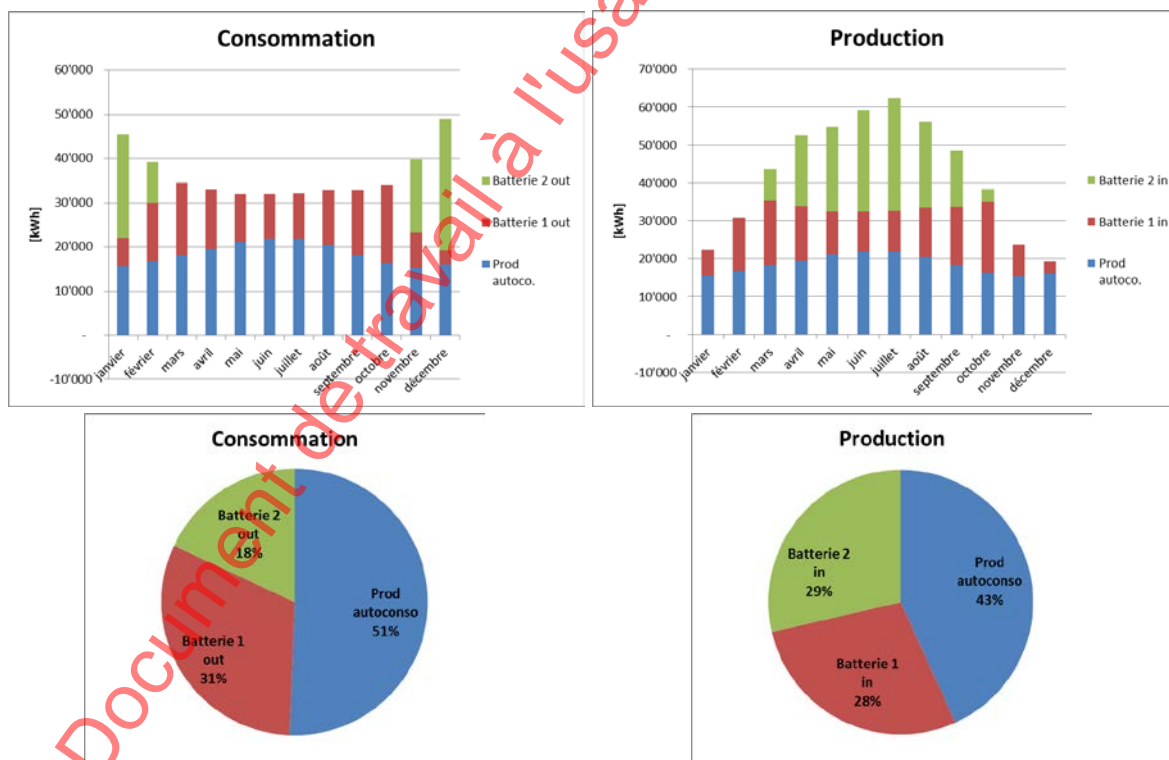
- Journalières, grâce à des batteries
- Saisonnnières, par production, stockage et utilisation d'hydrogène.

7.1 Stockage journalier

Les fluctuations journalières peuvent être traitées par un système de batterie, permettant de stocker l'électricité en période de surproduction pour la restituer en période de manque. Le dimensionnement optimal de ces batteries est déterminé conjointement par les valeurs moyennes journalières d'excédent et de manque d'énergie, aux différents mois de l'année. A ce stade, le dimensionnement de la batterie est estimé à une puissance 150 kW pour une capacité de 700 kWh.

Les graphiques ci-dessous représentent les bilans énergétiques du quartier avec l'introduction d'une telle batterie, dans des conditions standards de consommation et de production :

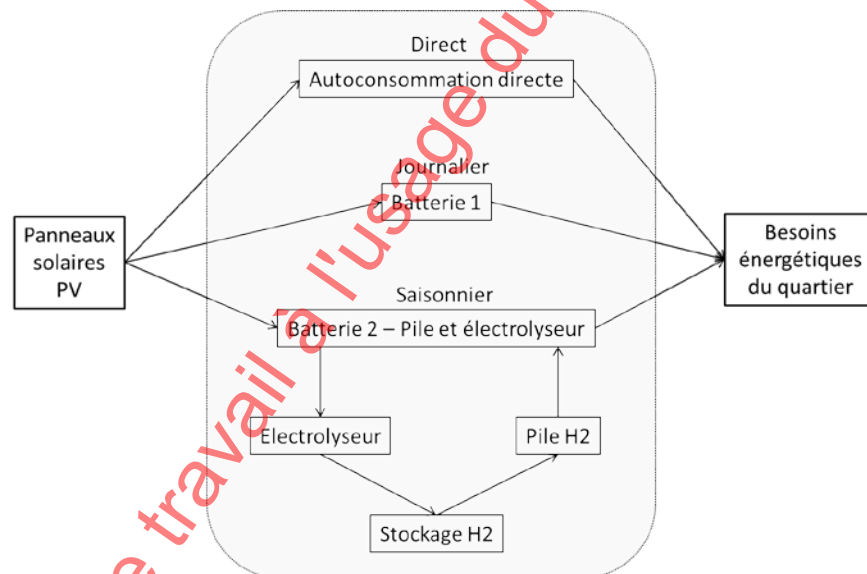
- la partie bleue (similaire dans les 2 graphes) représente la production photovoltaïque qui est directement autoconsommée;
- la partie rouge (similaire dans les 2 graphes) représente l'énergie qui transite par la batterie lors des cycles journaliers de charge-décharge. Par simplification, l'ensemble du système de batterie de stockage journalier est regroupé sous le terme "batterie 1"
- La partie verte représente la consommation excédentaire hivernale, respectivement la production excédentaire estivale, qui ne peut être traitée par la batterie journalière. La dénomination "batterie 2" représente ainsi la part du stockage saisonnier à planifier.



7.2 Stockage saisonnier

La stratégie pour la gestion du stockage saisonnier est schématisée ci-dessous.

- Le stockage est prévu d'être effectué par hydrogène sous forme d'hydrure métallique (HM). Cette forme de stockage permet de maximiser la densité énergétique de l'hydrogène stocké, et ainsi de minimiser les dimensions des locaux à prévoir pour le stockage. Les HM ont également l'avantage d'une meilleure sécurité globale de stockage, et de ne pas nécessiter de compresseur (meilleur rendement global).
- La production d'hydrogène est effectuée, en période de surproduction (mars à octobre), par un électrolyseur. Ce dernier, dont le rendement avoisine le 80%, est amené à fonctionner en continu pendant cette période.
- La production d'électricité manquante est garantie, en période hivernale (novembre à février), par une pile à combustible. A l'instar de l'électrolyseur, cette dernière fonctionnera en continu durant cette période. Son rendement est typiquement de l'ordre de 50%. La perte de rendement est due à d'importants rejets thermiques lors de son fonctionnement. Comme mentionné, il est prévu de valoriser ces rejets pour couvrir une partie des besoins en ECS du quartier.
- Un système de batteries (appelé par simplification "batterie 2") sera installé et jouera le rôle de tampon entre les panneaux solaires et l'électrolyseur (en période de surproduction) et entre le soutirage du quartier et la pile à combustible (en période de manque).



Le dimensionnement en puissance et en capacité des composants de ce système doit être effectué afin de gérer au mieux les périodes extrêmes, tant de manque que de surproduction, tout en garantissant une continuité de fonctionnement de l'électrolyseur, resp. de la pile à combustible.

A ce stade, le dimensionnement des différentes installations peut être estimé aux valeurs suivantes :

- Système de batterie : puissance 330 kW / capacité 2'500 kWh
- Electrolyseur : puissance 100 kW
- Pile à combustible : puissance 90 kW
- L'énergie concernée par le stockage saisonnier se porte à près de 150'000 kWh. Sous forme de HM, le volume de stockage à planifier est en conséquence de 300 m³ constructif.

Sur la base des exigences constructives et d'exploitation mentionnées, et conformément aux systèmes de production et stockage décrits, l'autosuffisance énergétique du quartier peut être atteinte.

En sécurité, en cas de manque exceptionnel d'hydrogène en fin de période hivernale, il reste possible de s'approvisionner en hydrogène comprimé de manière externe. Les accès aux locaux techniques concernés seront prévus en conséquence.

Document de travail à l'usage du Conseil général