



Optimal  
Way

# Étude Préliminaire

[www.optimalway.ch](http://www.optimalway.ch)



# Rapport de synthèse concernant l'autonomisation des bâtiments communaux de la Commune de Borex

A l'attention de Monsieur le Municipal Yves Gallay

## SOMMAIRE

Le Contexte immobilier .....	3
L'État des lieux par rapport aux réseaux de courant.....	4
Solution appropriée pour la Commune .....	6
Volet 1 : ajout d'accumulateur écologique .....	7
Volet 2 : Création d'une CEL.....	13
Volet 3 : bornes de recharge .....	15
Volet bonus : stockage à long terme.....	15





## Le Contexte immobilier

Vous souhaitez autonomiser en courant votre nouveau bâtiment communal de la voirie en trouvant des solutions intelligentes pour utiliser le courant photovoltaïque produit par votre dispositif photovoltaïque actuel.

Ainsi vous pourrez vous mettre en position pour pouvoir maîtriser non seulement le fonctionnement de son dispositif énergétique mais également les coûts d’approvisionnement en énergie dans le contexte actuel particulièrement tendu de hausse des prix de l’électricité et de disponibilité de l’énergie.

Voici les bâtiments principalement concernés par cette étude préliminaire :

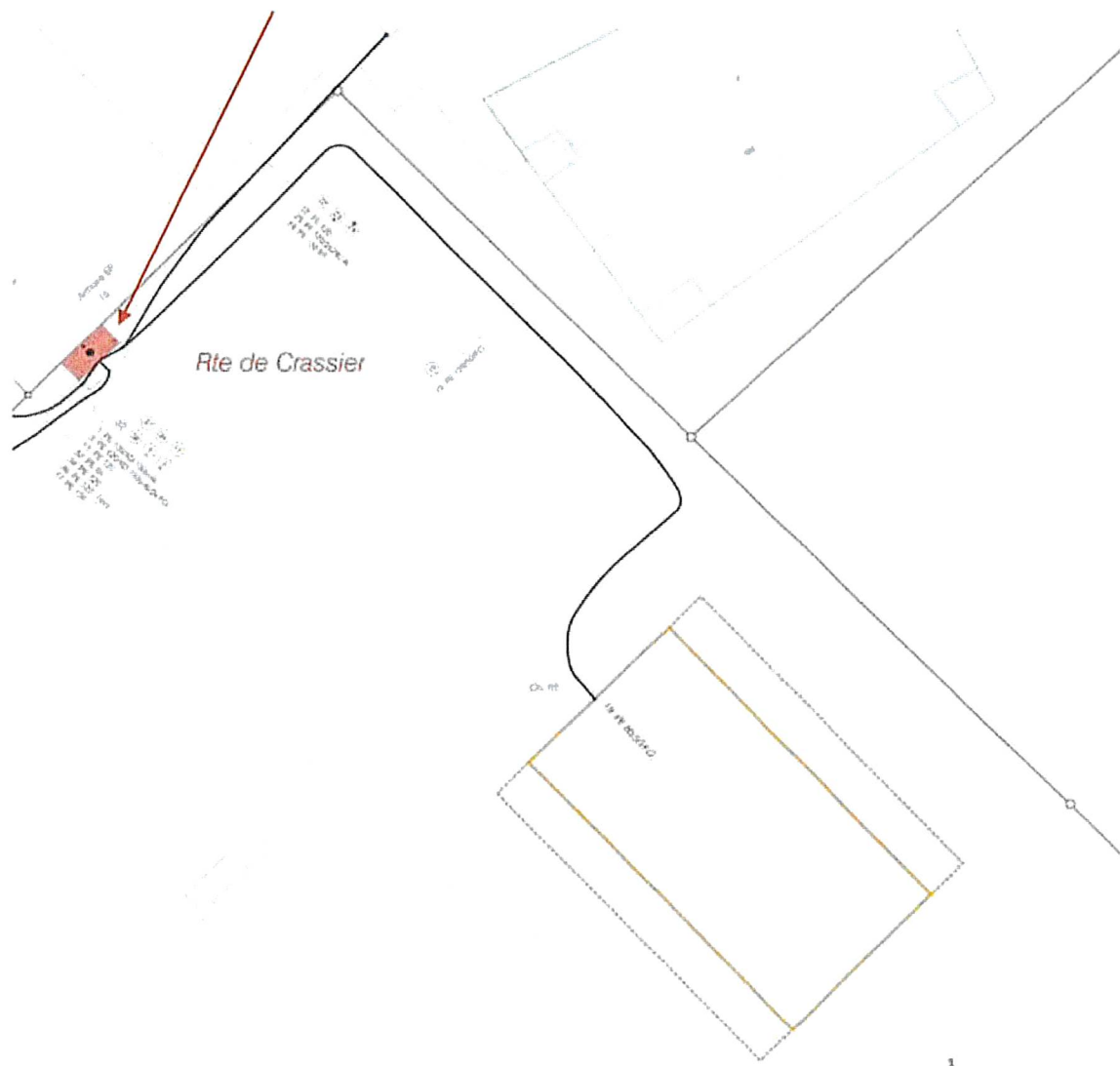
- Le quartier d’immeubles les Aliziers
- Le local de voirie
- Le Parking du Pétaney





## L'État des lieux par rapport aux réseaux de courant

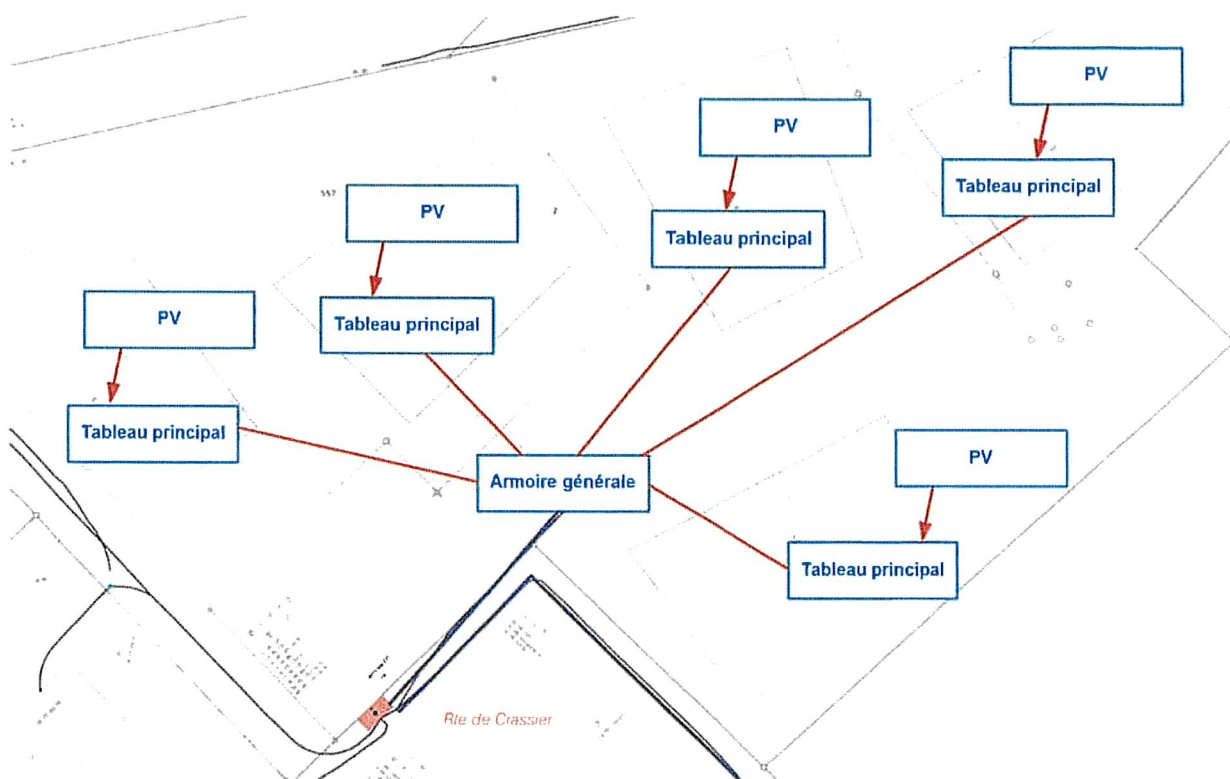
A l'heure actuelle le nouveau bâtiment communal est connecté à la station Romande Energie (RE) appelée « Route de Crassier ».





Les immeubles de la Coopérative Cité-Derrière ainsi que les autres immeubles de ce quartier, soit cinq immeuble au total, sont connectés à une armoire générale privée qui elle est également connecté à la station RE « Route de Crassier ». Par conséquent, l'ensemble des cinq immeubles possèdent une connexion commune au réseau de RE.

De plus, chacun des cinq immeubles possèdent une installation photovoltaïque de faible envergure produisant du courant utilisé par les communs de chacun des immeubles.



Lors de notre échange en novembre 2023, Cité-Derrière a pris position en mentionnant qu'il serait administrativement trop compliqué de mettre en place des communautés d'autoconsommation avec les locataires des immeubles de Cité-Derrière et que nous devons envisager de faire de l'autoconsommation uniquement sur les communs des immeubles.

Or en l'état actuel des réseaux, il sera très coûteux de relier directement la centrale de production de courant communale avec les communs des immeubles. Cela nécessiterait un nouveau câblage dédié depuis la station RE jusqu'à chacun des compteurs des communs de chacun des immeubles.

De plus, le fait qu'un dispositif photovoltaïque soit déjà présent sur les communs des immeubles complique le comptage permettant d'identifier la source d'énergie à un instant donné qui alimente les communs.

Au vu de la configuration des réseaux, il aurait été envisageable de connecter les cinq immeubles au bâtiment communal, l'option la plus pratique à mettre en place mais administrativement compliquée.



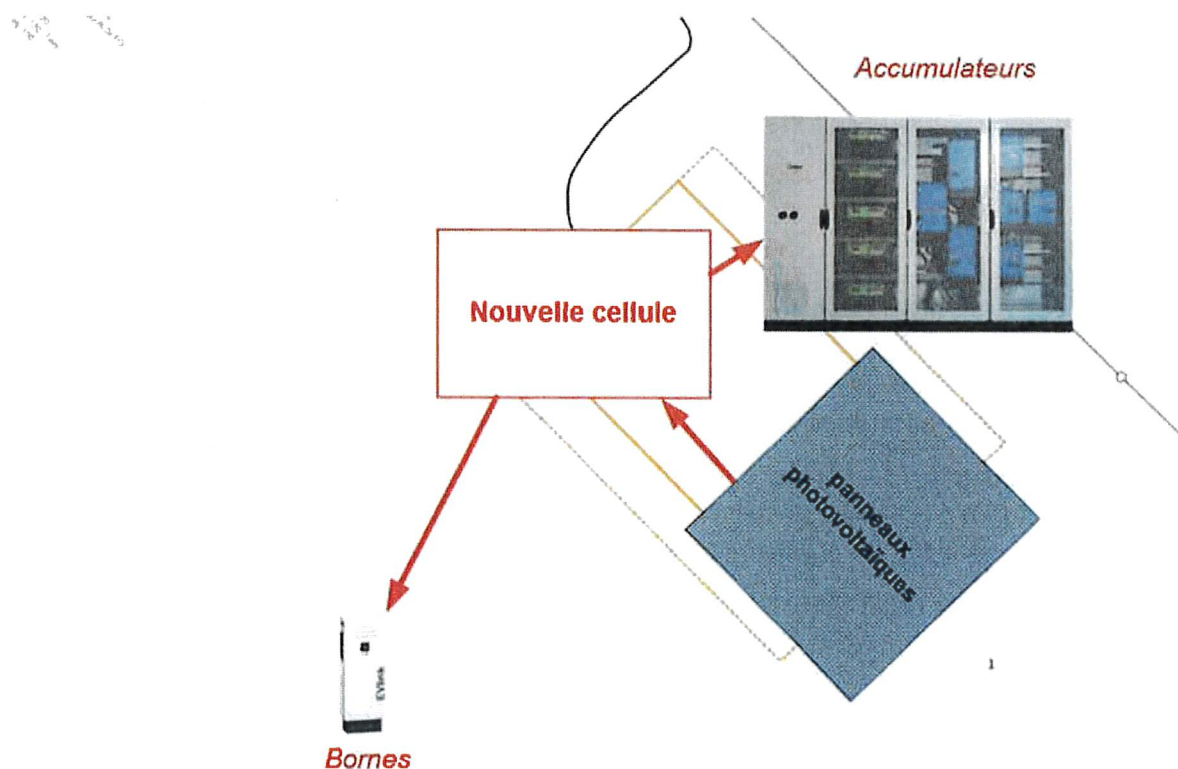


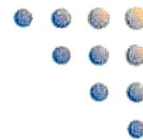
## Solution appropriée pour la Commune

Après analyse des réseaux existants vous avons remis notre note intermédiaire afin de vous proposer les options envisageables et nous avons convenu d'étudier la solution complète suivante :

1. Installer des accumulateurs dans le bâtiment de la voirie afin de d'assurer la sécurité énergétique du bâtiment communal en permettant de faire d'une pierre trois coups
  - Augmenter l'indépendance en énergie du bâtiment
  - Amortir cet investissement à travers l'autoconsommation accrue du courant produit sur place
  - Equiper la Commune d'un PRU avec d'une alimentation en courant secouru en cas de coupure du réseau public sans devoir faire recours à un groupe électrogène
2. Prévoir la création d'une CEL avec les autres grands consommateurs de la Commune de Borex et notamment les autres bâtiments communaux qui ne seraient pas équipés de panneaux photovoltaïques ou dont leur installation serait compliqué voir inesthétique.
3. Installer des bornes de recharge publics sur le parking à proximité

Les trois volets de cette solution sont détaillés aux paragraphes suivants.





## Volet 1 : ajout d'accumulateur écologique

Pour notre étude, nous avons analysé l'intérêt économique de faire en sorte que les bâtiments puissent emmagasiner du courant produit en surplus la journée afin de pouvoir l'autoconsommer de manière différée à court terme, le soir ou le lendemain en cas de mauvaise condition météorologique.

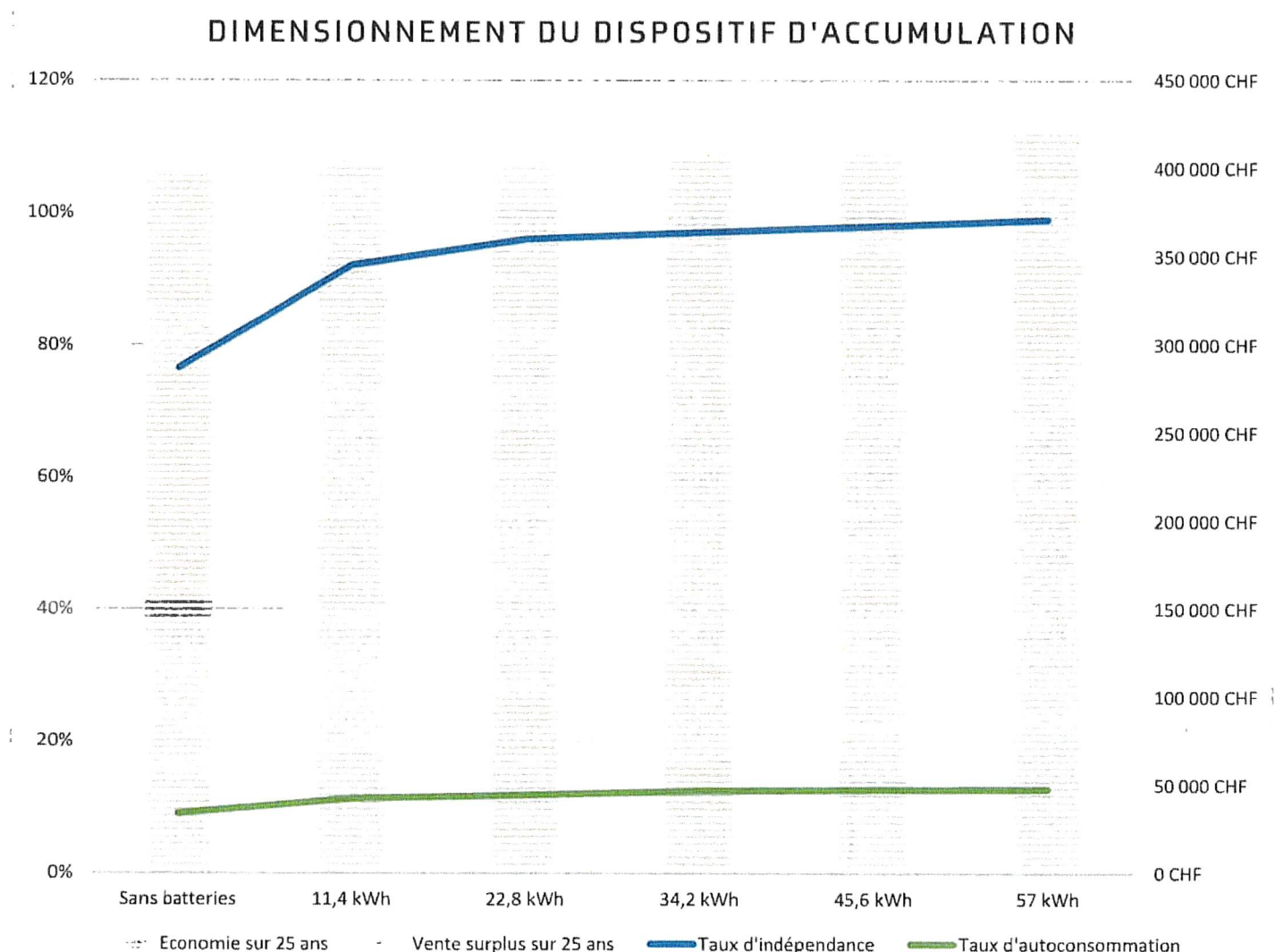
Pour cela nous avons réalisé des simulations de production et d'autoconsommation selon les critères suivants :

- Nous avons modélisé le bâtiment avec ces panneaux photovoltaïques
- La production de courant est estimée pour toutes les 15 minutes pour tous les jours de l'année en fonction des statistiques météorologiques passées de la région de Genève relevées toutes les 15 minutes pour tous les jours de l'année
- Un profil annuel de consommation du courant des bâtiments a été déterminé de telle façon à connaître la consommation toutes les 15 minutes. Ceci nous permet de voir l'adéquation entre, d'un côté, la production de courant photovoltaïque et, de l'autre, les besoins en courant dans le but de cerner au plus près l'autoconsommation possible.
- Nous avons ajouté progressivement des accumulateurs afin d'évaluer le dimensionnement optimal des accumulateurs

Comme la consommation du bâtiment est concentrée en journée, l'indépendance en énergie du bâtiment augmente très vite du fait que hors période diurne il y a peu de consommation par rapport à la capacité de production importante de votre dispositif photovoltaïque.



Nous avons ainsi obtenu le tableau de bord d'investissement suivant :



Des accumulateurs d'une capacité de 22 kWh à 34 kWh permettent donc d'atteindre une indépendance en énergie très élevée du fait que le bâtiment utilise très peu de courant la nuit.

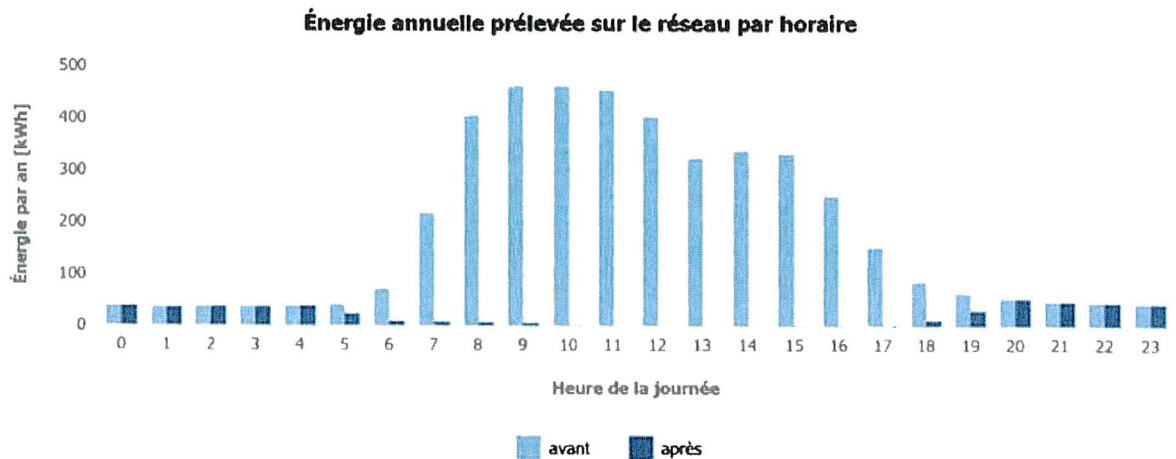
Les résultats sont présentés de manière plus détaillée aux pages suivantes.





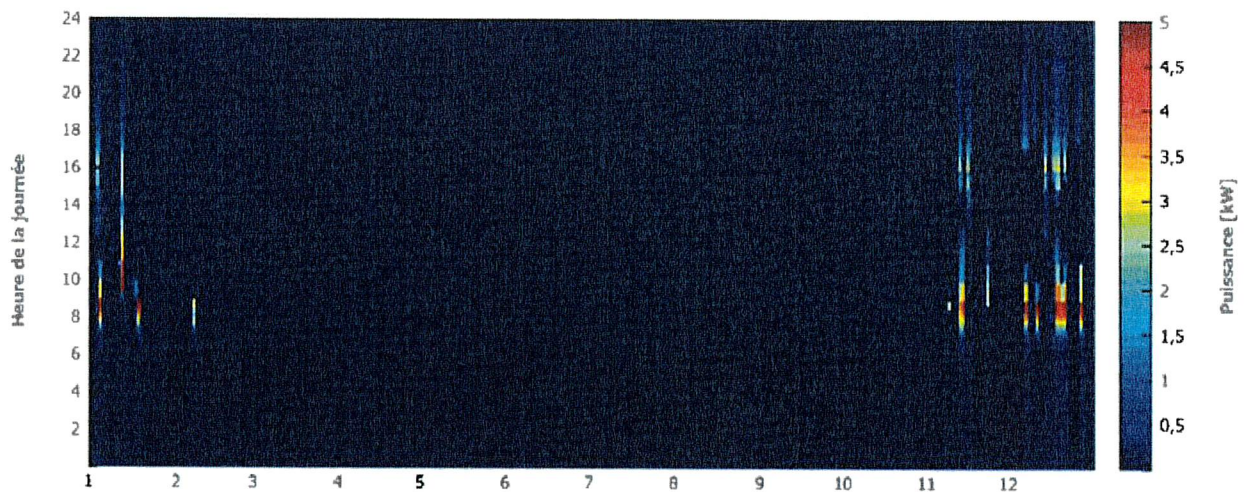
On constate l'effet des panneaux concentrés la journée, entre avril et septembre particulièrement.

L'indépendance en énergie du bâtiment est de 77% et l'autoconsommation de 9%. Il reste la consommation nocturne en ruban.



Énergie annuelle prélevée sur le réseau		Avril - Septembre
avant	10 000 kWh	4 392 kWh
après	2 348 kWh	457 kWh

Voici la carte pour montrer l'effet de l'ajout d'accumulateur d'une capacité de 34 kWh :



L'indépendance en énergie du bâtiment est de 97% et l'autoconsommation de 13%.

Comme nous manquons de recul sur le fonctionnement du bâtiment, il est possible que ces simulations soient optimistes du fait que le fonctionnement de la pompe à chaleur l'hivers n'a pas encore été suivie et relevée. Cependant les ordres de grandeurs sont corrects.



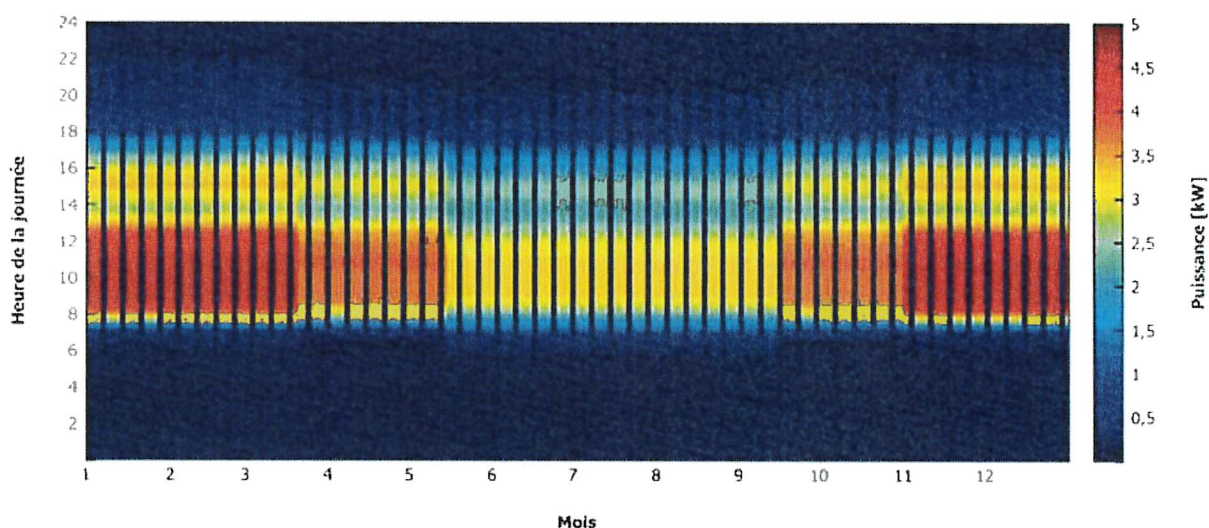
Afin d'illustrer l'effet des panneaux photovoltaïques puis des accumulateurs, nous avons simulé la « densité de consommation de courant importé » du bâtiment de la voirie sur une année dans les cas suivants :

- Le bâtiment alimenté par le réseau électrique
- Les bâtiment alimenté par le dispositif photovoltaïque existant
- Les bâtiment alimenté par le dispositif photovoltaïque et les accumulateurs

Pour lire ces cartes de densité de consommation de courant importé il faut savoir que :

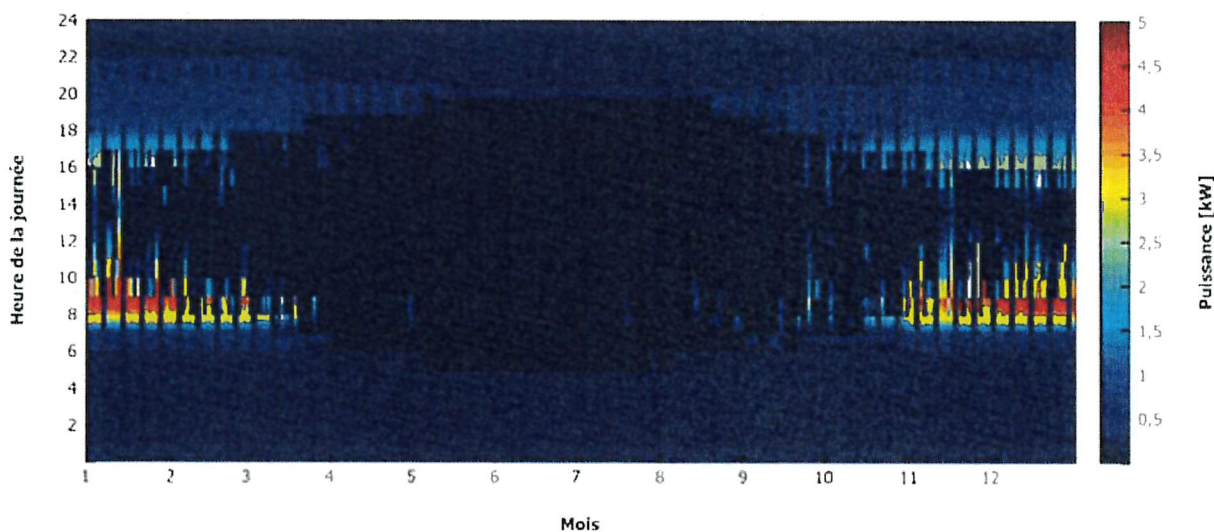
- Plus la couleur est bleu foncé, moins il y a de courant importé et par conséquent plus les bâtiments sont autonomes
- Plus la couleur est rouge foncé, plus il y a de courant importé et par conséquent moins les bâtiments sont autonomes

Voici la carte de densité de consommation d'électricité du bâtiment :



On constate que la consommation est concentrée en journée, le matin.

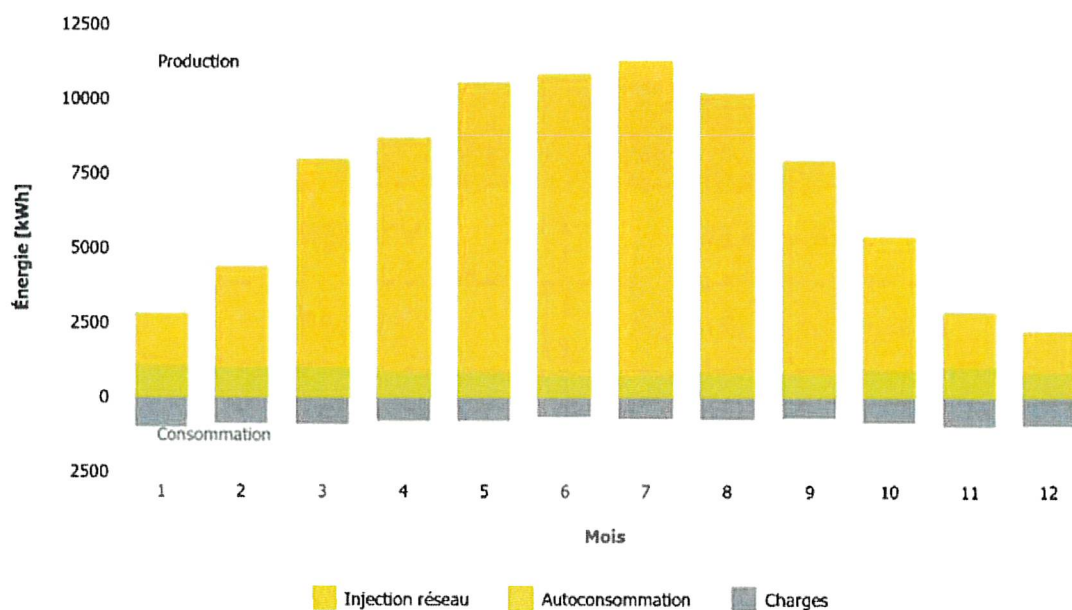
Voici la carte pour montrer l'effet des panneaux photovoltaïques :



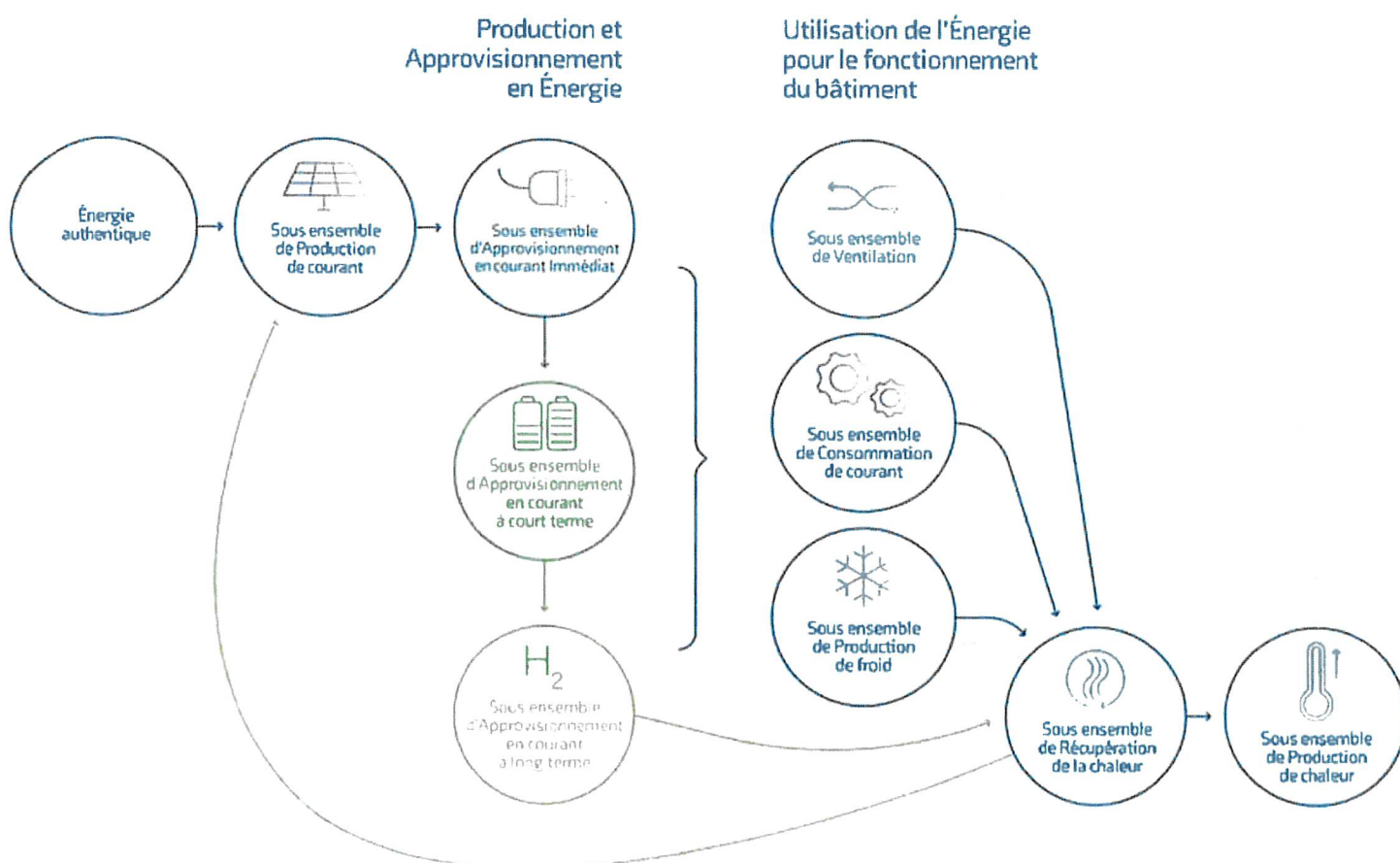




Voici la balance énergétique mensuelle de cette configuration :



D'un point de vue de l'autonomie en énergie de votre bâtiment nous serions dans la configuration dans laquelle le stockage à court-terme est envisageable ainsi que le stockage à long terme pour atteindre une autonomie intégrale :







Voici la synthèse des résultats pour le dispositif d'accumulation de 34 kWh :

Avec le dispositif photovoltaïques conseillés	
Demande totale	10 000 kWh
Production totale de courant	85 170 kWh
Courant autoconsommé	9 700 kWh
Courant en surplus	75 470 kWh
Electricité d'appoint	300 kWh
Taux d'autoconsommation	13 %
Taux d'indépendance	97 %
Economies annuelles de consommation de courant	3 239 CHF
Revenus annuels de la vente du surplus au GRD (variable chaque année)	13 113 CHF
Coûts d'électricité restants	90 CHF
Frais d'électricité à charge par rapport au CHF 3'000 sans système	-13 023 CHF
Baisse de la facture d'électricité	100 %
Gains totaux sur 25 ans	380'000 CHF



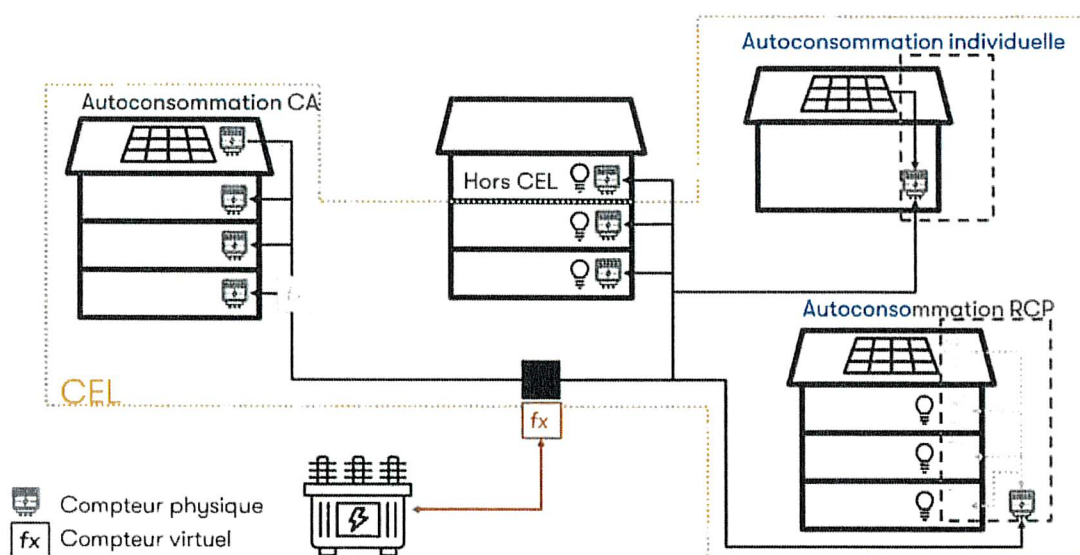
### Coûts estimés des accumulateurs :

Dispositif d'accumulation	
Coûts pour le dispositif d'accumulation écologique	35 000 CHF
Coûts d'installation	10 000 CHF
Total HT estimé	45 000 CHF
Total TTC estimé	48 645 CHF

## Volet 2 : Création d'une CEL

Ce volet peut être réalisée seul ou en complément du volet 1.

Une CEL est une communauté électrique locale, c'est une organisation locale permettant à des producteurs de fournir du courant à des consommateurs.



Ainsi le partage avec d'autres bâtiments pourrait se faire au travers d'une CEL du fait que la loi Marterleass a été acceptée en juin. Ce qui est prévue est qu'un producteur de courant pourra vendre son courant à un autre consommateur de la même Commune et situé sur le même réseau électrique (Romande Energie dans votre cas). Dans ce cas le producteur pour définir le prix de son courant, et le consommateur devra s'acquitter des taxes usuelles et des frais de transport de ce courant avec une réduction sur les coûts d'acheminement du réseau local (entre 15% et 30% de baisse d'une composante tarifaire représentant environ 40% de la facture).



Dans le cas de la Commune de Borex, cela veut dire que le surplus de courant restant après accumulation, sera utilisé virtuellement par un autre bâtiment.

Si cet autre bâtiment appartient également à la Commune, il serait normal que ce courant soit mis à disposition gratuitement.

Ainsi, après mise en place d'une CEL Communale, le mécanisme financier serait le suivant :

- Le bâtiment de la voirie produit du courant ; pour environ 8 cts/kWh
- Ce courant est **autoconsommé** surplace afin de réaliser une économie sur la facture d'électricité de la voirie de **30 cts/kWh** autoconsommé
- Le surplus est utilisé pour charger les accumulateurs afin de permettre l'**autoconsommation** durant la nuit et non seulement en condition diurne. L'économie est alors également de **30 cts/kWh** d'électricité du réseau non utilisée.
- Le surplus après accumulation, est injecté dans le réseau de Romande Energie mais pas vendu au prix variable par Romande Energie, si les autres bâtiments communaux ont des besoins en courant à ce moment, ce surplus est déduit de la facture de ces bâtiments (autoconsommation virtuelle, car juste financière). L'économie n'est pas de 30 cts/kWh dans ce cas car Romande Energie appliquera son prix de transport, mais réduit, à ces kWh. Ainsi ce courant serait **autoconsommé virtuellement** pour environ 10 cts/kWh soit une économie de **20 cts/kWh**.
- Le **surplus** restant après accumulation et autoconsommation virtuelle, est ensuite vendu à Romande Energie. Ce prix qui était variable annuellement jusqu'en 2024, sera dorénavant variable trimestriellement (**inférieur à 17 cts/kWh**). Il est donc important d'autoconsommer le plus possible afin de ne pas être dépendant de cette variabilité. Voici l'extrait du communiqué de presse sur le sujet :

*« Jusqu'à présent, Romande Energie publiait un tarif annuel de reprise pour l'électricité solaire refoulée par les propriétaires de panneaux solaires. A compter de 2025, Romande Energie passera à un mode de rémunération trimestriel et annoncera donc désormais quatre fois par an à la fin de chaque trimestre le prix de reprise qui s'appliquera sur les trois mois écoulés. Les trimestres d'hiver devraient ainsi être mieux rémunérés que les trimestres d'été. Le mode de calcul sur lequel seront basés les tarifs de reprise trimestriels ne sera connu qu'au début de 2025, une fois le cadre législatif clarifié par les ordonnances. »*

Nous avons pris contact avec Romande Energie pour connaître plus en détails la tarification des CEL, cependant Romande Energie attend le 01/01/2025 date d'application de la nouvelle loi sur l'énergie pour communiquer sur le sujet.

D'ici là nous pourrions répertorier les bâtiments et leurs consommation en courant pour prioriser ceux à intégrer à la CEL Communale de Borex.





## Volet 3 : bornes de recharge

Nous vous proposons d'installer une borne de recharge de 2 x 22 kW permettant la recharge rapide de deux véhicules en parallèle. La recharge sera pilotée en fonction d'une part de la production de courant photovoltaïque et d'autre part de la charge du câble de connexion du bâtiment communal au réseau de Romande Energie.

Afin de définir la borne adaptée au besoin, nous avons ciblé la demande par rapport à la segmentation typique de l'infrastructure de recharge de véhicules électriques pouvant être réparties en 7 catégories distinctes :

### 2.1.5 Segmentation de l'infrastructure de recharge

Les utilisations typiques de l'infrastructure de recharge de véhicules électriques peuvent être réparties en 7 catégories distinctes :



«sleep&charge» : charge qui exploite le temps de stationnement le plus long possible, généralement à domicile.



«work&charge» : charge qui exploite le temps de stationnement le plus long possible, généralement sur le lieu de travail.



«shop&charge» : charge qui exploite un temps de stationnement limité entre 2 trajets, généralement dans les parkings le long des routes, parkings en ouvrage, centres commerciaux, hôtels, restaurants, etc.



«coffee&charge» : charge qui exploite un temps de stationnement relativement court, généralement entre 1 et 2 heures.










«cappuccino&charge» : charge qui exploite un temps de stationnement relativement court, généralement entre 30 minutes et 1 h.



«espresso&charge» : charge qui exploite un temps de stationnement très court, généralement en moins de 30 min. (typiquement dans une station-service).



«ristretto&charge» : charge qui exploite un temps de stationnement très limité, p.ex. inférieur à 10 minutes (typiquement dans une station-service).

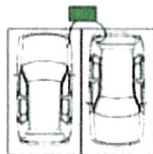
Temps de stationnement	Borne de recharge recommandée	Puissance de recharge
Jusqu'à 8 heures	3.6 - 11 kW AC  <i>sleep&amp;charge</i>	lente/normale
Jusqu'à 8 heures	3.6 - 11 kW AC  <i>work&amp;charge</i>	lente/normale
2 - 4 heures	3.6 - 11 kW AC  <i>shop&amp;charge</i>	lente/normale
1 - 2 heures	22 kW AC + DC  <i>coffee&amp;charge</i>	accélérée
30 minutes à 1 heure	50 kW DC  <i>cappuccino&amp;charge</i>	rapide
Moins de 30 minutes	120 - 150 kW DC  <i>espresso&amp;charge</i>	super-rapide
Moins de 10 minutes	250 - 350* kW DC  <i>ristretto&amp;charge ou ultra</i>	ultra-rapide

**Tableau 1** Borne de recharge recommandée en fonction de la durée de stationnement

\* Ces puissances de recharge ne sont possible qu'avec des batteries de 1'000 volt

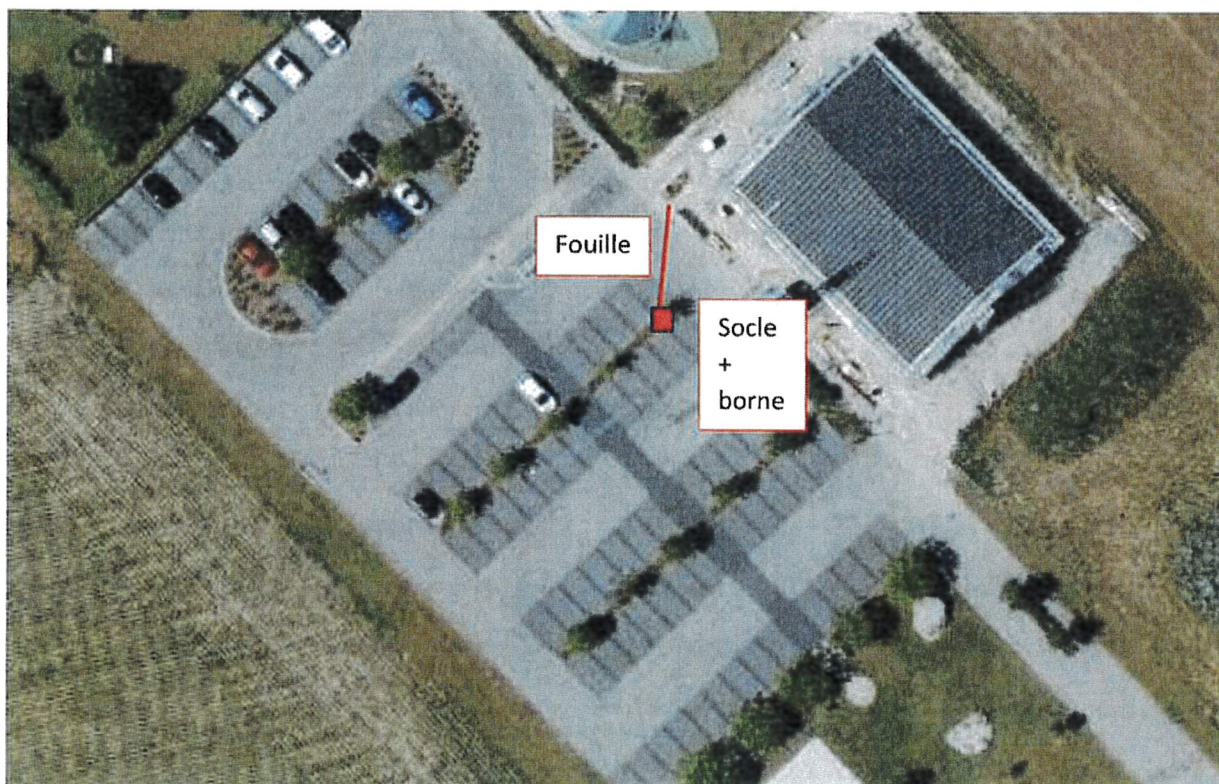


La puissance de la borne de recharge proposée sera au maximum de 22 kW.



La puissance fournie sera régulée entre 3,7 et 22 kW en fonction de la puissance disponible entre l'installation photovoltaïque et le réseau électrique de Romande Energie :

- La borne sera équipée d'un dispositif de paiement permettant au public de recharger.
- La facturation est gérée par le fournisseur pour un coût annuel de CHF 299.--.
- Un forfait annuel en option pour la maintenance est proposé pour CHF 138. -- par an.
- Le prix du courant est défini par la Commune et refacturé à l'utilisateur (nous conseillons 50 cts/kWh)
- Le fonctionnement de la borne nécessitera également une connexion internet (fibre depuis la voirie ou modem 5G).

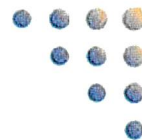




Voici le budget d'investissement estimé :

Bornes de recharge	
Fouilles et socle	13 000 CHF
Borne de recharge et automate de régulation	8 000 CHF
Raccordement et connexion	7 000 CHF
Total HT estimé	28 000 CHF
Total TTC estimé	30 2668 CHF





## Volet bonus : stockage à long terme

Nous avons constaté que votre bâtiment se prête parfaitement à l'autonomie énergétique car il réunit 2 caractéristiques nécessaires aux bâtiments autonomes :

- Le rapport entre la production de courant et l'utilisation du courant est très favorable
- Le bâtiment dispose de place à l'extérieur

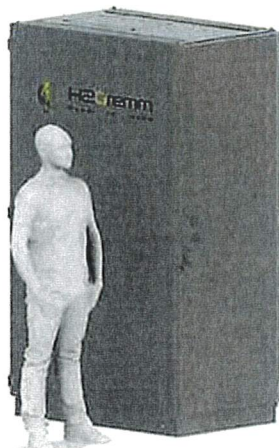
Par conséquent nous avons poussé les études pour finaliser l'autonomisation du bâtiment de la voirie.

Pour obtenir les derniers pourcentage d'indépendance nécessaire il faudrait installer un dispositif d'accumulation à long terme se composant de :

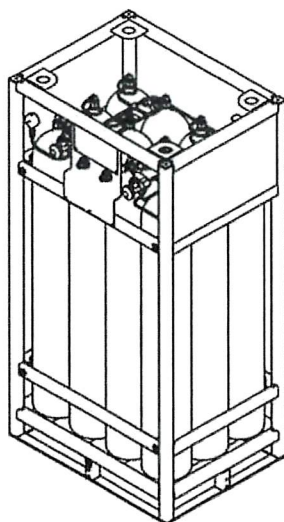
- Electrolyseur ; permettant d'utiliser le surplus de courant photovoltaïque pour extraire l'hydrogène présent dans l'eau (de pluie de préférence)
- Concentrateur ; permettant mettre sous pression l'hydrogène afin de réduire son volume de stockage. Nous n'utilisons pas de compresseur car ils sont bruyants et onéreux à entretenir. Le concentrateur est électrochimique et permet de monter à 350 bar.
- Réservoirs d'hydrogène ; rack de douze bouteilles pour stocker l'hydrogène sous pression
- Pile à combustible ; permettant d'utiliser l'hydrogène pour produire du courant l'hivers la nuit ou en cas de black-out prolongé. La chaleur produite est également récupérée.
- En option, il est possible d'équiper les réservoirs d'hydrogène avec un pistolet de recharge de véhicule à hydrogène ce qui pourrait être une alternative écologique à la mobilité des véhicules communaux avec des temps de recharge très faible (3-5 min) par rapport aux véhicules à batteries (plusieurs heures)



Dans votre cas l'ensemble électrolyseur, pile et concentrateur serait contenu dans une armoire de 80x100x200cm qu'il est possible d'installer à l'intérieur du bâtiment.



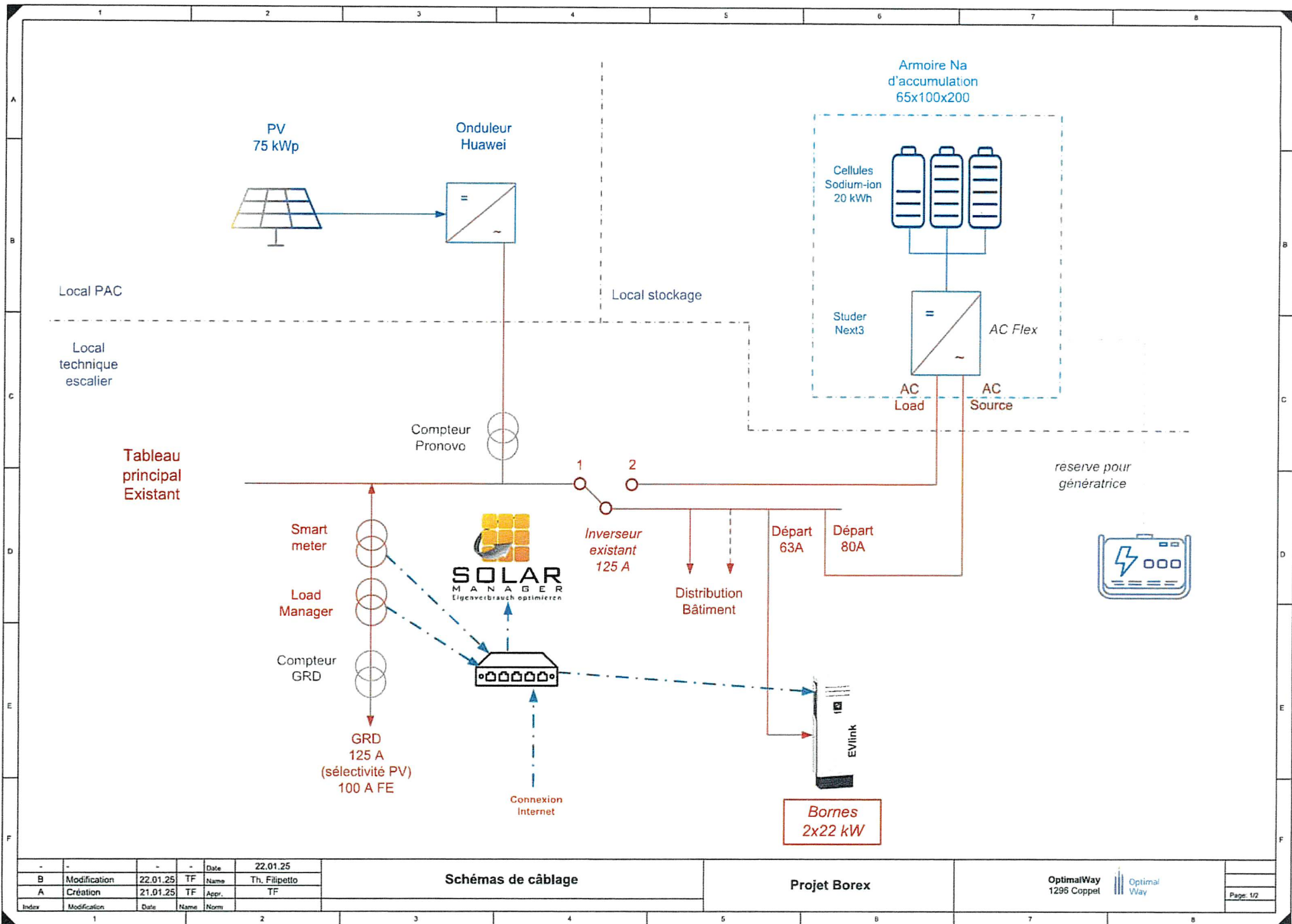
Concernant les racks de bouteilles (80x100x200cm), 2 suffiraient pour le bâtiment et devrait être installé à l'extérieur. Des racks supplémentaires pourraient être ajoutés pour la mobilité.



Un tel dispositif permettant d'obtenir une autonomie intégrale ainsi que produire du carburant coûts CHF 150'000.

Cette architecture correspond au Système First Element donc le visuel est remis en annexe.

Coppet, le 24 octobre 2024  
Thomas Filipetto



-	-	-	-	Date	22.01.25
B	Modification	22.01.25	TF	Name	Th. Filippetto
A	Création	21.01.25	TF	Appr.	TF
Index	Modification	Date	Name	Norm	

Schémas de câblage

Projet Borex

OptimalWay  
1296 Coppet

Optimal  
VWay

Page: 1/2