

Solaire thermique et photovoltaïque

Planification et optimisation des systèmes

Sébastien Faivre

Ingénieur dipl. HES en systèmes industriels
Faivre Energie SA / Homenergy SA

sebastien.faivre@faivre-energie.ch



Ordre du jour

Prix de l'énergie

- Moyennes suisses des énergies
- Electricité (achat et reprise)
- CECB-Tool

Solaire thermique

- Notions de base
- Faisabilité
- Dimensionnement
- Budget
- Exemples avec retour sur investissement
- CECB-Tool

Solaire photovoltaïque

- Notions de base
- Faisabilité
- Autarcie et autoconsommation

- Autoconsommation selon PVOpti
- Budget et retour sur investissement selon MoPEC et selon la Règle d'or
- CECB-Tool

Stockage d'électricité

- Notions de base
- Dimensionnement
- Budget et retour sur investissement
- Ecobilan

Optimiser l'autoconsommation

Divers

- Applications particulières
- Outils et liens utiles

Cas pratiques

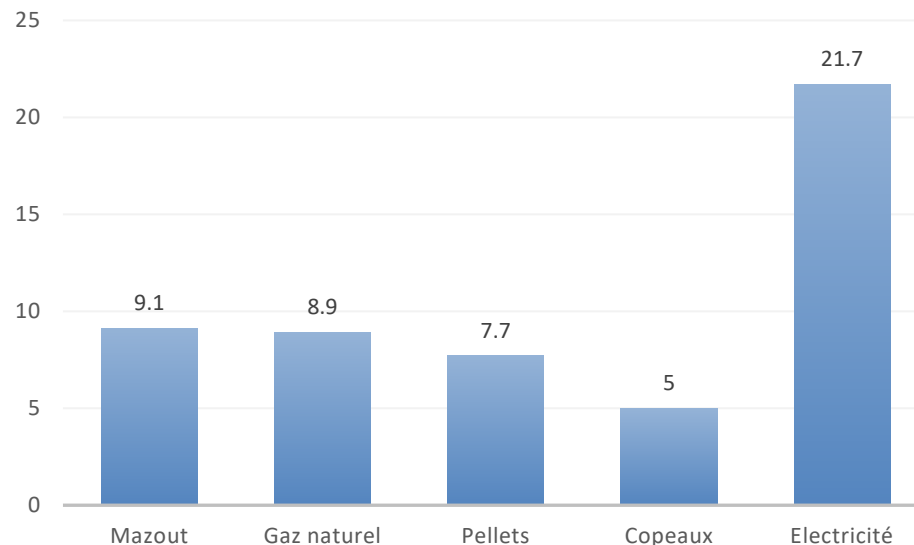
Prix de l'énergie | général

Prix de l'énergie | moyennes suisses

L'objectif d'une installation solaire est de réduire la consommation d'énergie des utilisateurs. Pour connaître l'économie financière que permet une installation solaire, il faut connaître le prix de l'énergie.

Prix par kWh

Prix moyen observé en Suisse [cts/kWh].



Prix de l'énergie | électricité

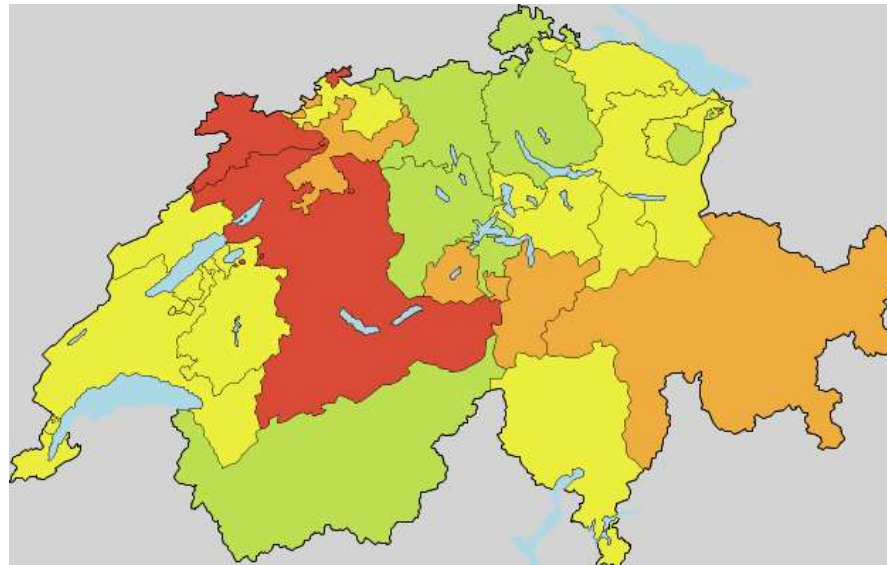
Le prix de l'électricité varie fortement selon la région.
Ici, les prix par kWh pour le profil H7 (14'000 kWh/an)

Jura :
23.27 cts

Bern :
22.63 cts

Vaud :
19.76 cts

Neuchâtel :
19.70 cts



Genève :
19.00 cts

Fribourg :
18.79 cts

Valais :
17.31 cts

Prix de l'énergie | électricité

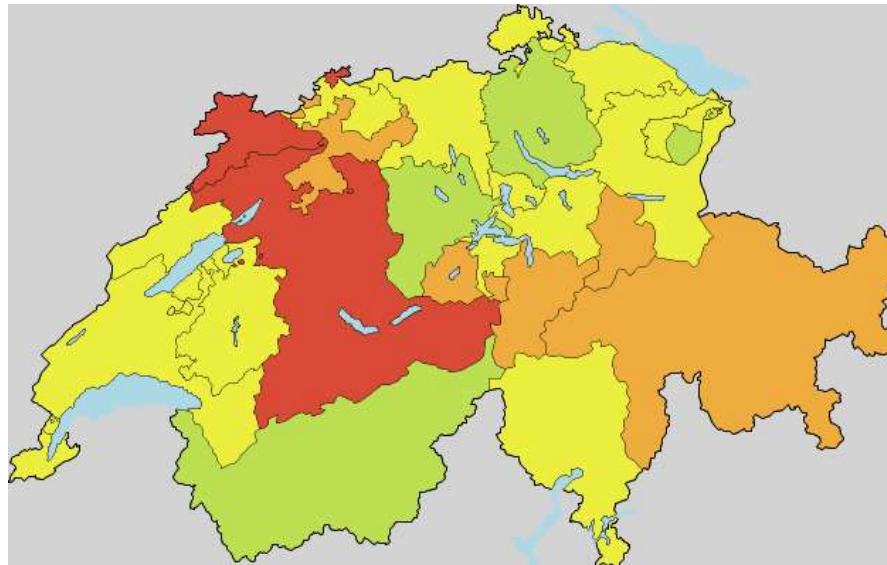
Le prix de l'électricité varie fortement selon la région.
Ici, les prix par kWh pour le profil H5 (7'500 kWh/an)

Jura :
26.17 cts

Bern :
23.49 cts

Neuchâtel :
19.86 cts

Vaud :
20.08 cts



Fribourg :
19.11 cts

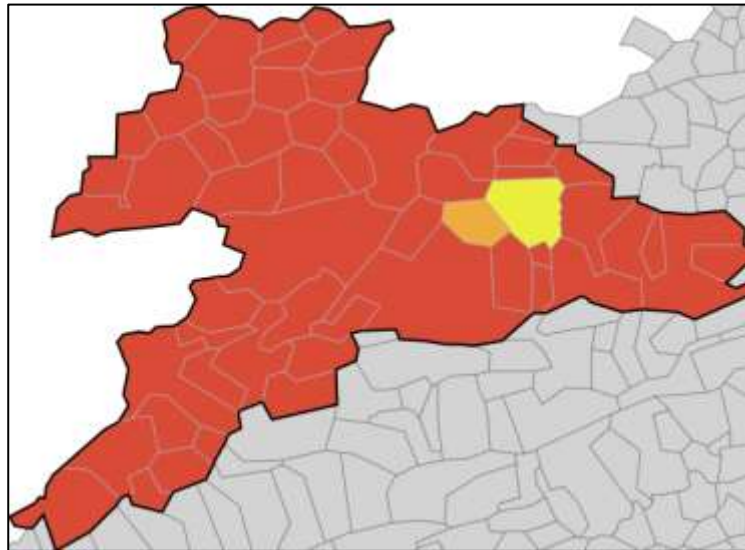
Genève :
19.07 cts

Valais :
18.08 cts

Prix de l'énergie | électricité

Le prix de l'électricité varie fortement selon la région.
Ici, les prix pour le profil H5 (7'500 kWh/an)

Jura :
26.17 cts/kWh

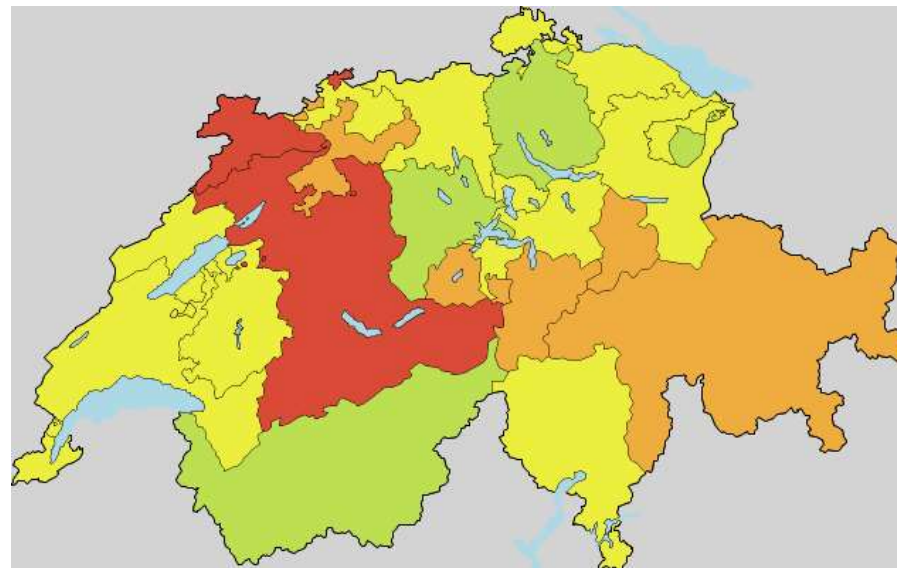
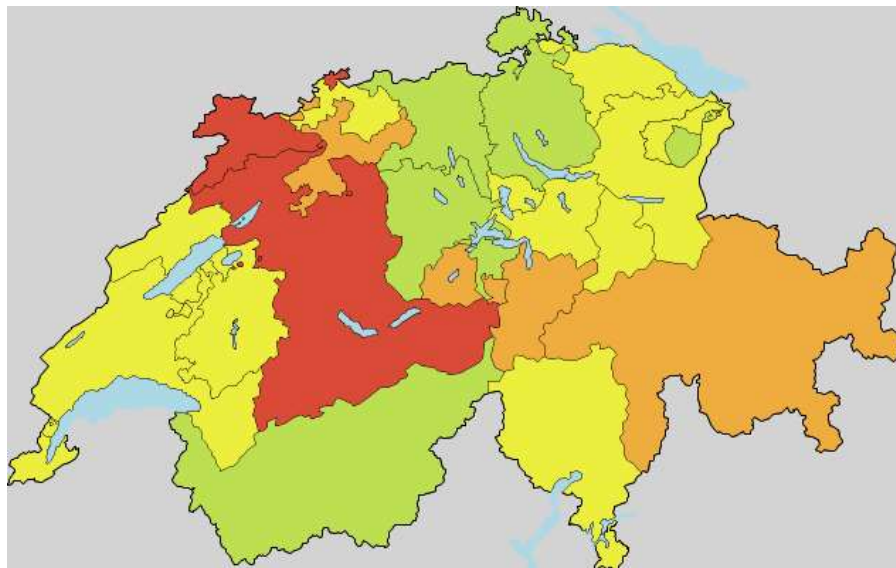


Delémont :
19.96 cts/kWh

Develier :
21.86 cts/kWh

Prix de l'énergie | électricité

Pour nos calculs, nous considérerons
21.54 cts/kWh TTC



Prix de l'énergie | électricité (reprise)

Le prix de reprise de l'électricité varie fortement selon la région.

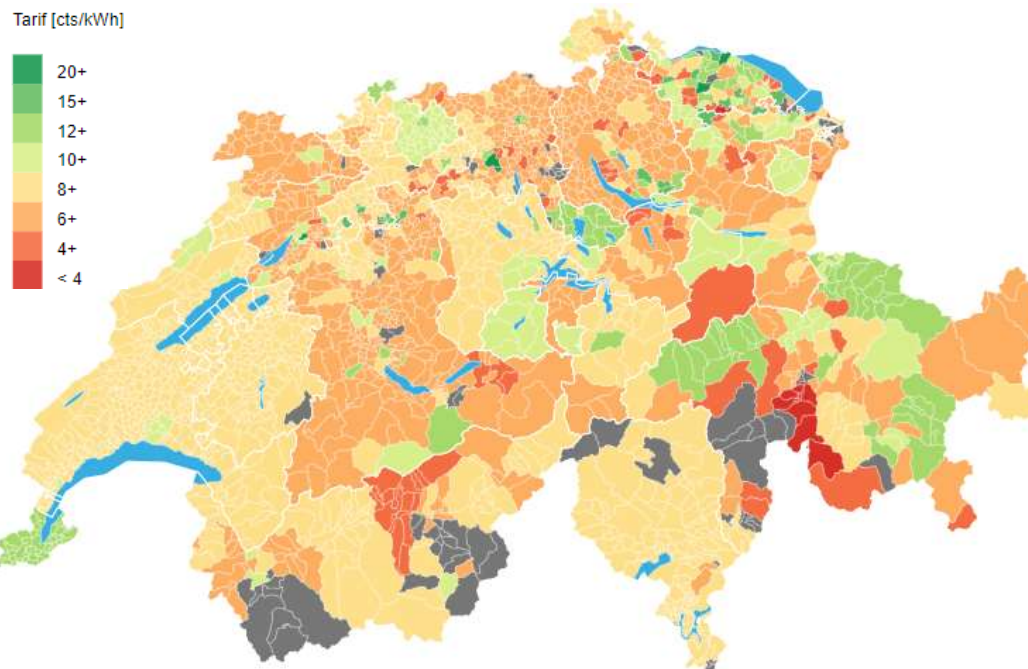
Tarif y compris garanties d'origine :

Genève :
12.2 cts/kWh

Fribourg :
9.3 cts/kWh

Neuchâtel :
9.0 cts/kWh

Vaud :
8.2 cts/kWh



Valais :
8.0 cts/kWh

Jura :
6.5 cts/kWh

Bern :
6.5 cts/kWh

Pour nos calculs, nous considérerons
9.00 cts/kWh TTC

Prix de l'énergie | dans le CECB-Tool

CECB® Portefeuille: Pélerins 27. x +

https://www.cec-tool.ch/portfolio/project... ☆

Pas en cours de synchronisation

CECB® PORTEFEUILLE EXPERTS CERTIFÉS INFOS POUR EXPERTS GLOSSAIRE BIBLIOTHÈQUE DE FR IT DÉCONNEXION

CECB® • Portefeuille • Pélerins 27: Il - Rue des Pélerins 27, 2800 Delémont

Prix, coûts et programmes de subvention

Reprendre les données d'un autre projet ▾

Intérêts et renchérissement ▾

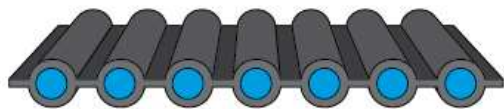
Prix des agents énergétiques ▾

| Agent énergétique | PC | PC Unité | Prix | Prix Unité | Total |
|--|-------|------------------|-------|-------------------|-------|
| Électricité (TH / heures pleines) | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 22.00 | 22.00 cent/kWh | 22.00 |
| Électricité (TM / tarif unique) | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 15.00 | 15.00 cent/kWh | 15.00 |
| Électricité (TS / heures creuses) | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 5.00 | 5.00 cent/kWh | 5.00 |
| Charbon en briquettes | 7.80 | 7.80 kWh/kg | 1.40 | 1.40 CHF/kg | 17.95 |
| Gas naturel | 11.20 | 11.20 kWh/m³ PCS | 6.75 | 6.75 cent/kWh PCS | 6.75 |
| Biogaz | 11.20 | 11.20 kWh/m³ PCS | 6.75 | 6.75 cent/kWh PCS | 6.75 |
| Mazout | 9.80 | 9.80 kWh/l | 0.95 | 0.95 CHF/l | 5.69 |
| Chaleur à distance, part fossile ≤ 25% | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Chaleur à distance, part fossile ≤ 50% (combustion de déchets) | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Chaleur à distance, part fossile ≤ 75% | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Chaleur à distance, part fossile > 75% | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Consommation de bois | 8.00 | 8.00 kWh/l | 0.80 | 0.80 CHF/l | 8.00 |

Solaire thermique

Solaire thermique | notions de base

Capteurs non vitrés



Absorbeur en matière synthétique



Absorbeur en acier inox

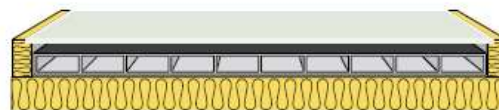
Capteurs plans



Capteur plan standard



Capteur plan sous vide
(avec écarteur)



Capteur à air

Capteurs à tubes sous vide



Tube vitré complet



Tube standard

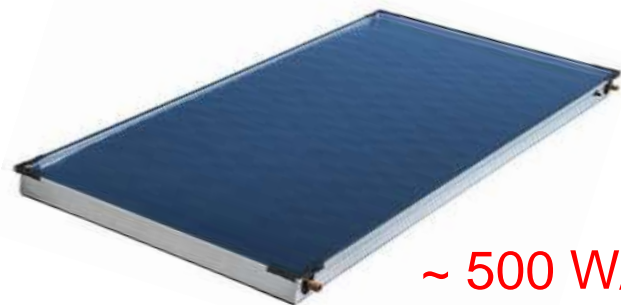


Tube CPC

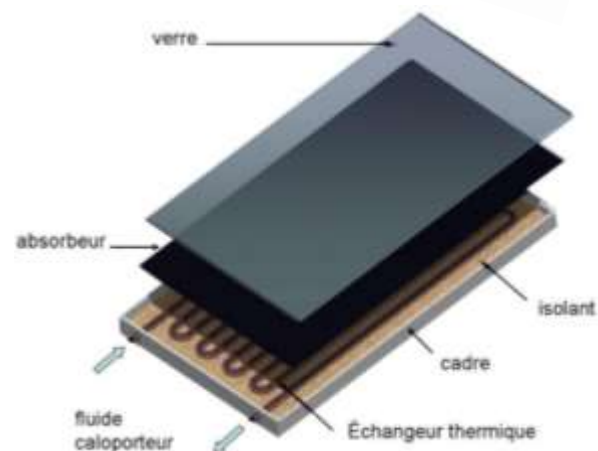
Solaire thermique | notions de base

Caractéristiques d'un capteur thermique

| | |
|---------------------------------------|--|
| Surface brute [m ²] | 2.34 |
| Surface nette [m ²] | 2.14 |
| Surface d'ouverture [m ²] | 2,22 |
| H x L x P [mm] | 2000 x 1170 x 83 |
| Poids à vide [kg] | 36 |
| Contenance [l] | 1.5 |
| Structure périphérique | Cadre en aluminium |
| Paroi arrière | Feuille d'aluminium |
| Absorbeur | Absorbeur aluminium hautement sélectif |
| Absorption [%] | Jusqu'à 98% |
| Réfectance [%] | 5 |
| Ø Raccords [mm] | 22 (1") |
| Ø Registre [mm] | 8 |
| Transmission [%] | 90 |
| Isolation | 40 mm, laine minérale |
| Température maximale testée | 234 °C |
| Pression maximale | 10 bar |
| Puissance nominale | 1112 W |

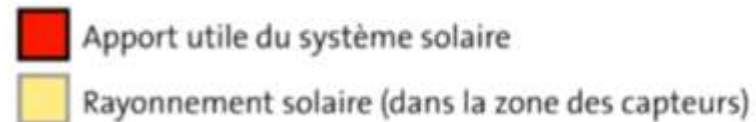
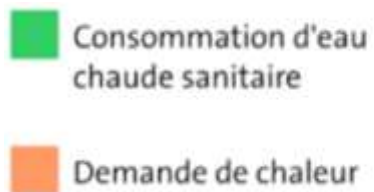
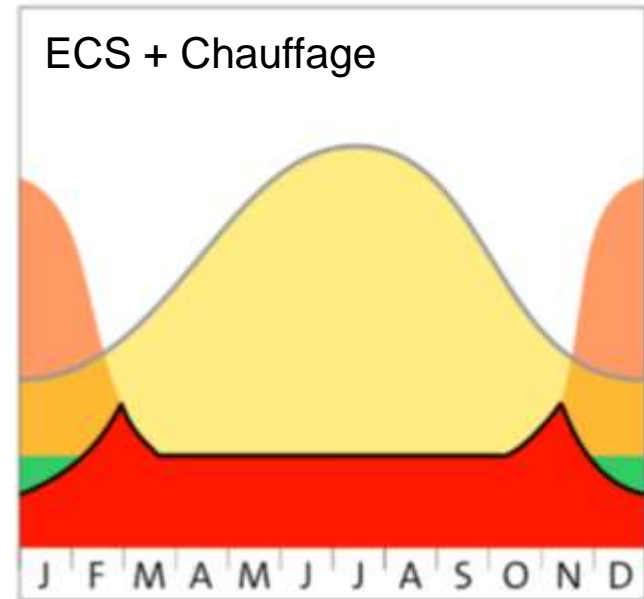
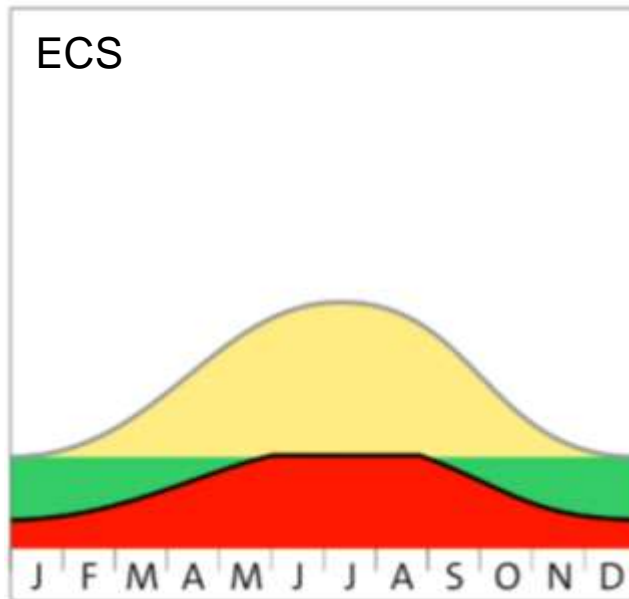


~ 500 W/m²



Solaire thermique | notions de base

Potentiel pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage



Solaire thermique | notions de base

Apport énergétique annuelle moyen par m² de capteur

Type d'installation

Plateau

Alpes

Eau chaude sanitaire

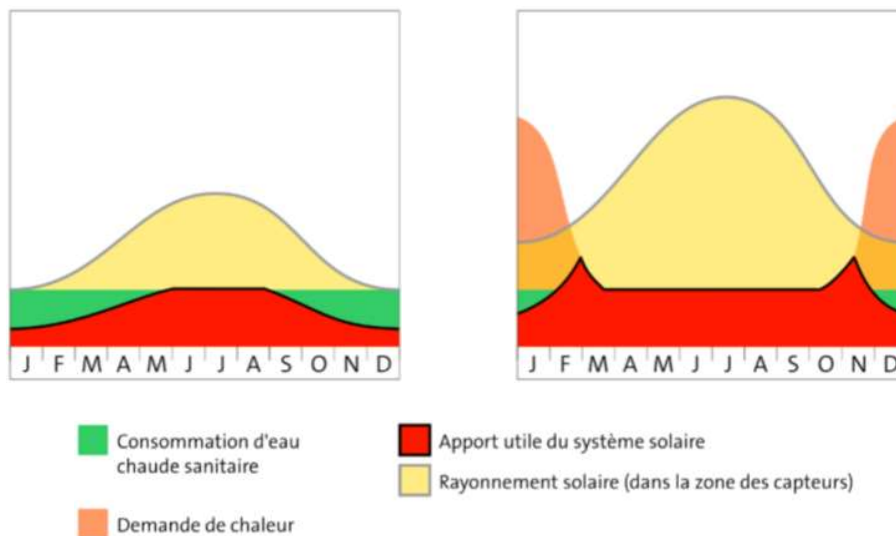
330 kWh à 590 kWh

440 kWh à 740 kWh

Eau chaude sanitaire et
chauffage d'appoint

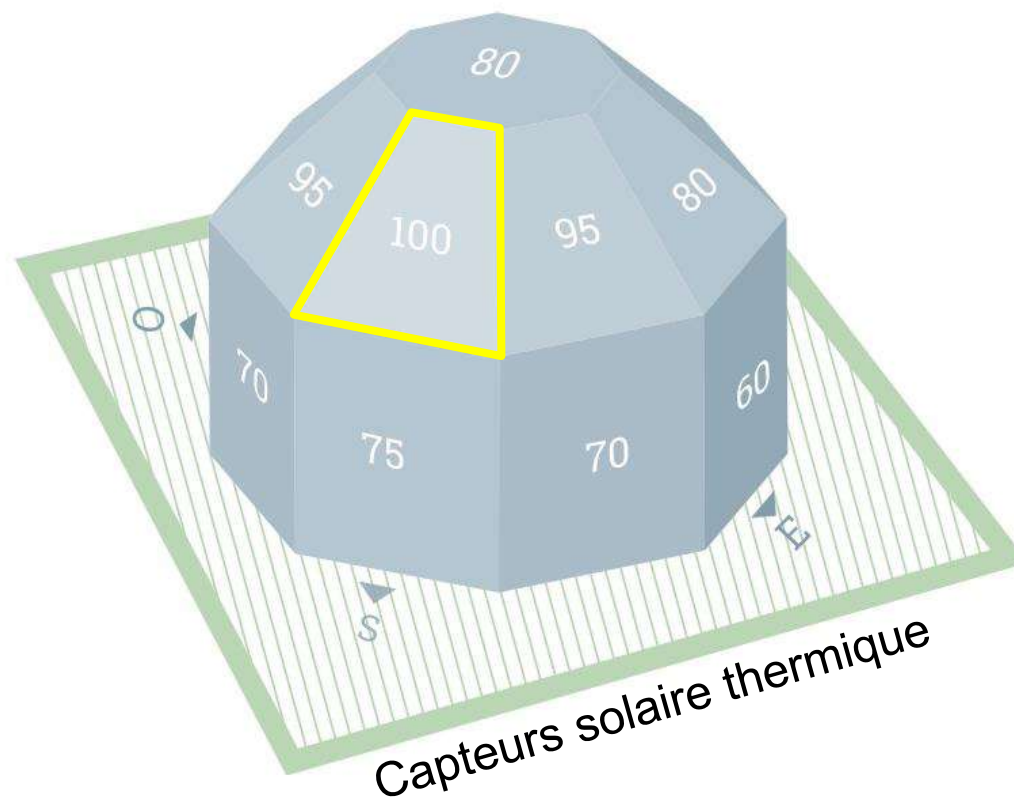
250 kWh à 310 kWh

380 kWh à 530 kWh



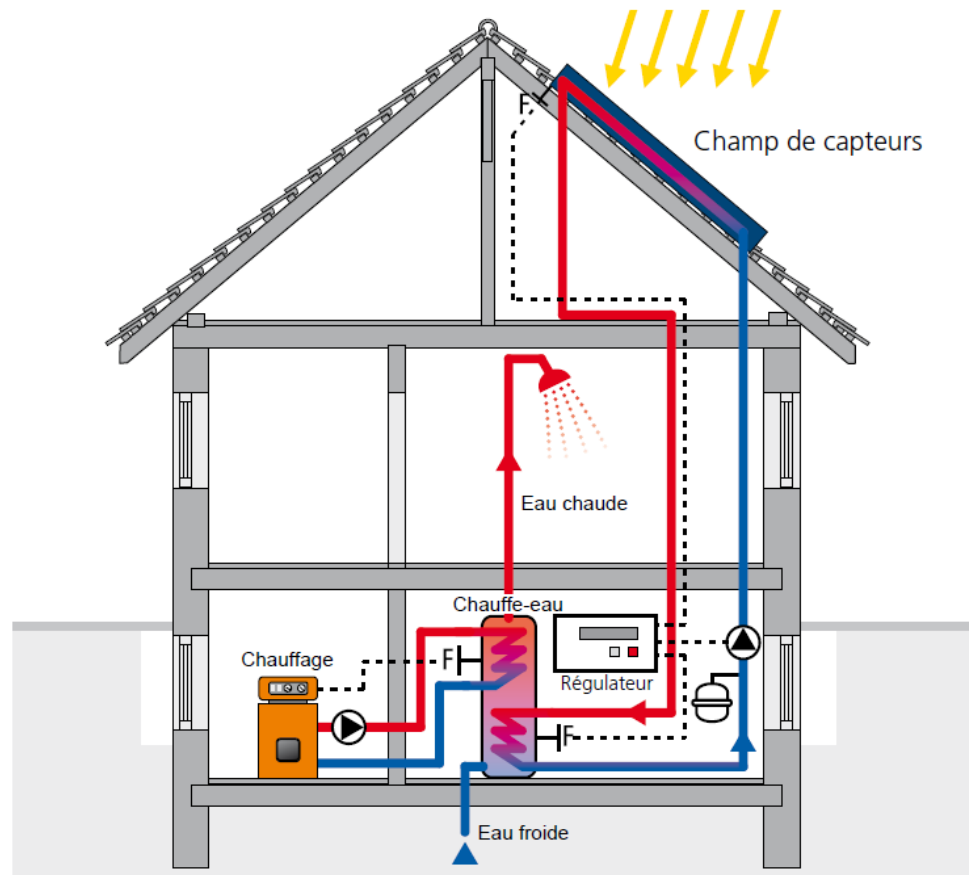
Solaire thermique | notions de base

Rayonnement solaire en fonction de l'orientation/inclinaison



Solaire thermique | notions de base

Aperçu global d'une installation solaire thermique



Solaire thermique | faisabilité

- En toiture
 - Orientation, inclinaison
 - Surface utile, obstacles
 - État du toit
 - Réglementation
- En chaufferie
 - Type de production de chaleur
 - Age de l'installation
 - Place disponible
- Liaison toiture/chaufferie
 - Gaine technique ?



Solaire thermique | budget pour montage ajouté

- Prix indicatif, hors subvention
CHF 6'000 + CHF 1'300.- / m²
- Subvention (selon les cantons)
CHF 1'500 + CHF 500.- / kW
- Subvention communale ?
- Déduction fiscale disponible ? (selon les cantons)
~25% du montant investi, subvention déduite

Solaire thermique | dimensionnement

Règles d'or → ECS pour maison individuelle :

- 1,5m² de surface solaire par personne
Afin de couvrir environ 70% des besoins en eau chaude sanitaire
- 1 m² correspond à environ 500W de puissance solaire
- 80-100 litres d'accumulation par m² de surface solaire (plein sud)
Cela permet d'éviter la surchauffe en été et l'application d'un refroidissement nocturne de l'accumulateur.

Exemple :

Pour **4 personnes**, prévoir **6m²** de surface solaire thermique, donc **3kW**.
Pour 6m², prévoir **entre 480 et 600 litres** d'eau sanitaire.

Solaire thermique | dimensionnement

Règles d'or → ECS pour immeuble locatif :

- 1m² de surface solaire par personne
Afin de couvrir environ 50% des besoins en eau chaude sanitaire
- 1m² correspond à environ 500W de puissance solaire
- 70-90 litres d'accumulation par m² de surface solaire (plein sud)
Cela permet d'éviter la surchauffe en été et l'application d'un refroidissement nocturne de l'accumulateur

Exemple :

Pour **18 personnes**, prévoir **18m²** de surface solaire thermique, donc **9kW**.
Pour 18m², prévoir **entre 1'260 et 1'620 litres** d'eau sanitaire.

Solaire thermique | exemple pour maison

Installation solaire thermique de **6m²** pour une **maison familiale** de 4 personnes construite il y a **plus de 5 ans** :

Montant de l'offre solaire thermique :

$$6'000 + (1'300 \times 6\text{m}^2) = \text{CHF } 13'800.-$$

Subvention cantonale (selon les cantons) :

$$1'500 + (500 \times 3\text{kW}) = \text{CHF } 3'000.-$$

Déduction fiscale :

$$(13'800 - 3'000) \times 0.25 = \text{CHF } 2'700.-$$

$$\text{Investissement total} = 13'800 - 3'000 - 2'700 = \text{CHF } 8'100.-$$

Solaire thermique | exemple pour maison

Investissement solaire thermique : **CHF 8'100.-**
 Consommation pour l'eau chaude : **4'000kWh (4 personnes à 1'000 kWh)**
 Part solaire : **70%**

| | Mazout standard | Gaz à condensation | Pellets standard | PAC air-eau |
|---------------------------|--|---|---|---|
| Prix de l'énergie | 9.1 cts/kWh | 8.9 cts/kWh | 7.7 cts/kWh | 21.54 cts/kWh |
| Rendement système | 80% | 92% | 91% | COP = 3 |
| Investissement | CHF 8'100.- | | | |
| Part solaire | 4'000 kWh x 0.7 = 2'800 kWh | | | |
| Economie d'énergie | $2'800/0.8 \times 0.091 =$ CHF 319.- | $2'800/0.92 \times 0.089 =$ CHF 271.- | $2'800/0.91 \times 0.077 =$ CHF 237.- | $2'800/3 \times 0.2154 =$ CHF 201.- |
| Entretien et synergie | CHF 85.- | CHF 85.- | CHF 157.- | CHF 68.- |
| Retour sur investissement | $8'100 / (319 + 85) =$ 20 ans | $8'100 / (271 + 85) =$ 23 ans | $8'100 / (237 + 157) =$ 21 ans | $8'100 / (201 + 68) =$ 30 ans |

Solaire thermique | exemple pour immeuble

Installation solaire thermique de **18m²** pour un bâtiment multifamilial de **18 personnes** construite il y a **plus de 5 ans** :

Montant de l'offre solaire thermique :

$$6'000 + (1'300 \times 18\text{m}^2) = \text{CHF } 29'400.-$$

Subvention cantonale (selon les cantons) :

$$1'500 + (500 \times 9\text{kW}) = \text{CHF } 6'000.-$$

Déduction fiscale :

$$(29'400 - 6'000) \times 0.25 = \text{CHF } 5'850.-$$

$$\text{Investissement total} = 29'400 - 6'000 - 5'850 = \text{CHF } 17'550.-$$

Solaire thermique | exemple pour immeuble

Investissement solaire thermique : **CHF 17'550.-**
 Consommation pour l'eau chaude : **16'000kWh (16 personnes à 1'000 kWh)**
 Part solaire : **50%**

| | Mazout standard | Gaz à condensation | Pellets standard | PAC air-eau |
|---------------------------|--|---|---|---|
| Prix de l'énergie | 9.1 cts/kWh | 8.9 cts/kWh | 7.7 cts/kWh | 21.54 cts/kWh |
| Rendement système | 80% | 92% | 91% | COP = 3 |
| Investissement | CHF 17'550.- | | | |
| Part solaire | 16'000 kWh x 0.5 = 8'000 kWh | | | |
| Economie d'énergie | $8'000 / 0.8 \times 0.091 =$ CHF 910.- | $8'000 / 0.92 \times 0.089 =$ CHF 774.- | $8'000 / 0.91 \times 0.077 =$ CHF 677.- | $8'000 / 3 \times 0.2154 =$ CHF 574.- |
| Entretien et synergie | CHF 175.- | CHF 175.- | CHF 310.- | CHF 142.- |
| Retour sur investissement | $17'550 / (910 + 175) =$ 16 ans | $17'550 / (774 + 175) =$ 18 ans | $17'550 / (677 + 310) =$ 18 ans | $17'550 / (574 + 142) =$ 25 ans |

Solaire thermique | CECB-Tool

CECB Portfolio 300944

http://www.ceb-tool.ch/portfolio/project/3640144/measure/heating

CECB

PORTFOLIO

MESSURES CÉPHÉDES ANS POUR EFFETS SÉRIÉS SÉLECTIONNÉS

CECB | Portfolio | 300944 | 8 - Rue de Chêne 14, 2800 Delémont

Mesures: chauffage / eau chaude

Producteur de chaleur

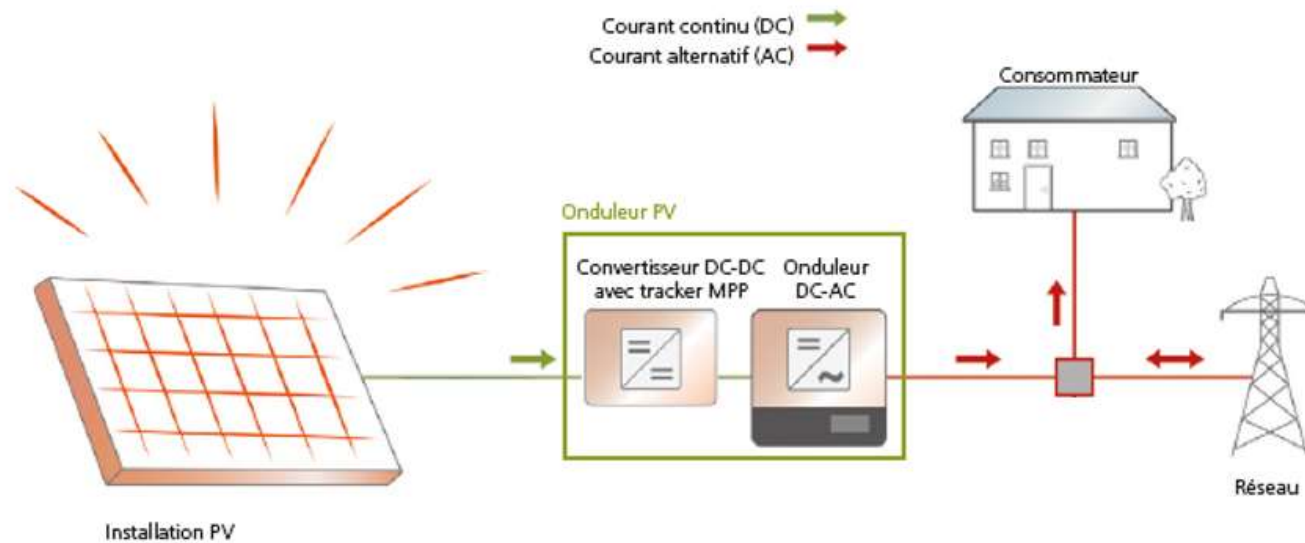
Mesures multiples Copier état initial Nouveau

| Abbrs. | Type | Année de construction | η (P) | η (WW) | Distribution | Total | Nbre |
|---|------------------------------------|--|-------|--------|--------------|-------|--------|
| | | | | | | (CHF) | (-) |
| Abbrs. | PC-8 | Année de construction | | | 2021 | | |
| Type | Énergie solaire thermique | Rendement chauffage | | | 0 | | |
| Agent énergétique | Énergie solaire thermique | Rendement ECS | | | 1 | | |
| Dénomination | Solaire thermique 10m3 | Surdimensionnement | | | 1 | | |
| Accumulateur | Accumulateur ECS | Volume accumulateur | | | 1500 | | litres |
| Distributeur | Eau chaude sanitaire (ECS) | Production d'électricité couplée chaleur-force | | | 0 | | kWh/a |
| Emplacement | Dans l'enveloppe du bâtiment | Nombre (0=effacer) | | | 1 | | |
| Type de modernisation | Remplacement/nouvelle construction | Investissement | | | 29400 | | CHF |
| Base de calcul | Forfait | Coûts d'entretien | | | 1 | | €/a |
| Durée d'utilisation | 20 | Facteur de difficulté | | | 1 | | |
| Description du programme de soutien financier | Subvention cantonale | Montant subventionné | | | 0000 | | CHF |

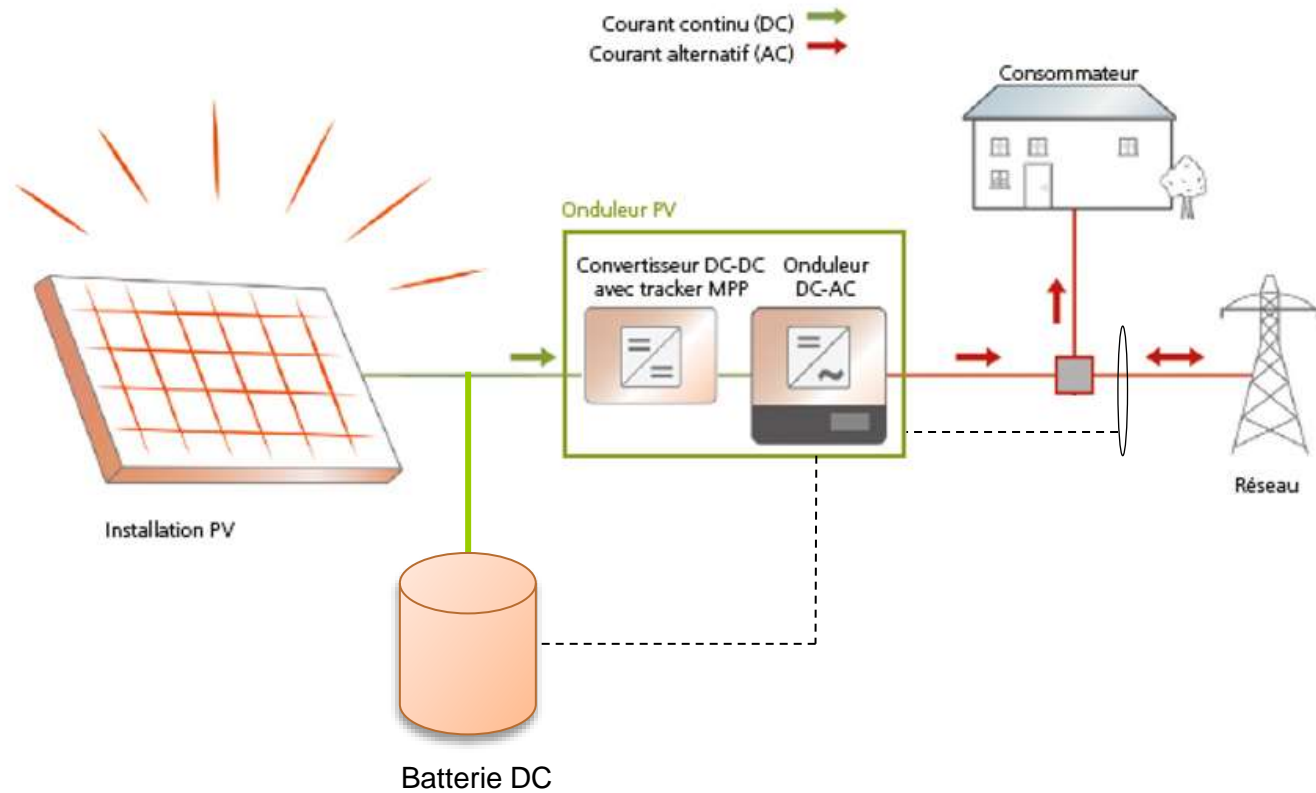
Actualiser Informer

Photovoltaïque

Photovoltaïque | notions de base



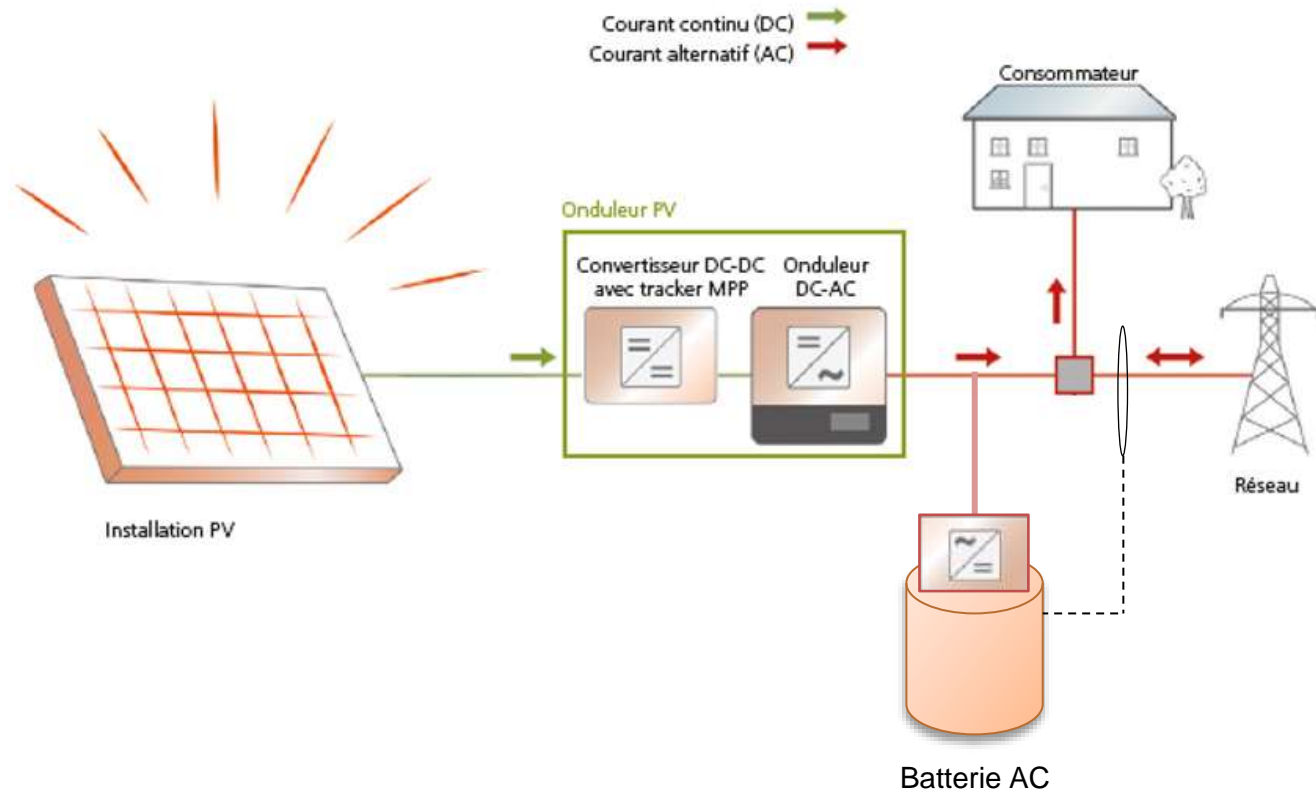
Photovoltaïque | notions de base



Batterie DC

Pertes de transformations lié à l'onduleur : 1 fois
Pas toujours possible selon la combinaison onduleur/batterie

Photovoltaïque | notions de base



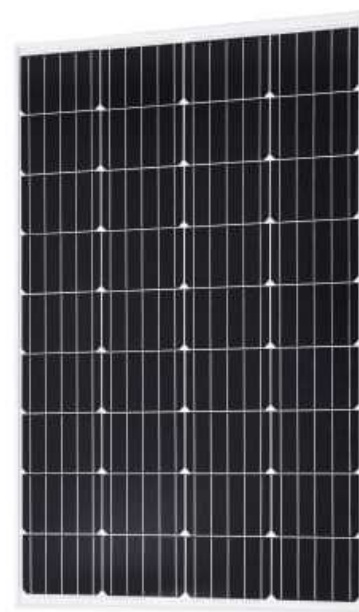
Batterie AC

Pertes de transformations lié à l'onduleur : 3 fois
S'installe avec n'importe quel onduleur

Photovoltaïque | notions de base

Caractéristiques d'un capteur photovoltaïque

| | |
|------------------|---|
| Type de cellules | Monocristallin PERC |
| Puissance | 370W (tolérance positive : 0 - +10W) |
| Rendement | 20.3 % |
| Garanties | Performance : 25 ans (minimum 80.2%) Fabricant : 12 ans |
| Arrangement | 60 cellules (6 x 10) |
| Dimensions | 1755x1038x35 |
| Poids | 19 kg |
| Vitre | Verre trempé 3.2 mm |
| Cadre | Alliage d'aluminium anodisé |
| Connecteurs | MC4 compatible |
| Normes | IEC61215, IEC61730, UL1703, eq.RG 3 PID Free (certifié par le TÜV Rheinland) |
| Réflectance | Inférieur à 3% |



~ 200 W/m²

Photovoltaïque | notions de base

Comparatif solaire thermique / photovoltaïque

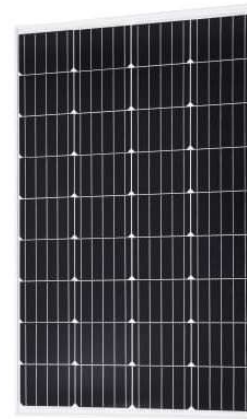


Capteur thermique

Surface : 2.22 m²

Puissance : 1'112 W

→ 500W/m²



Capteur photovoltaïque

Surface : 1.82 m²

Puissance : 370 W

→ 200W/m²

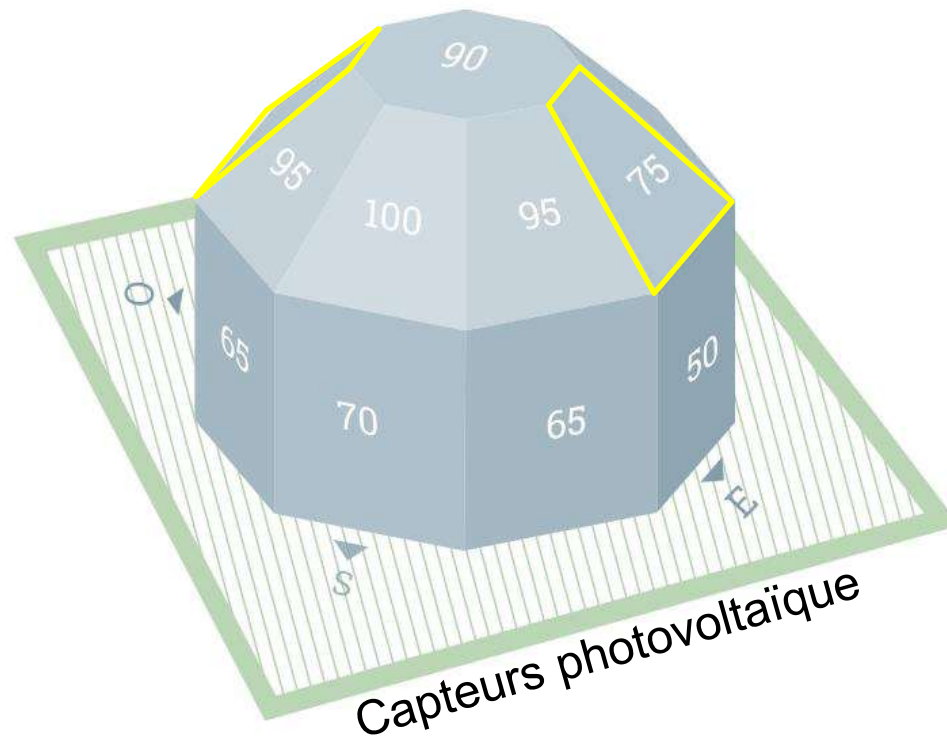
Photovoltaïque | notions de base

Apport énergétique annuelle moyen par m² de capteur

| Type d'installation | Plateau | Alpes |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Installation solaire photovoltaïque | ~ 200 kWh | ~ 210 kWh |
| | Correspond à : 1000kWh/kWc | Correspond à : 1050kWh/kWc |

Photovoltaïque | notions de base

Rayonnement solaire en fonction de l'orientation/inclinaison



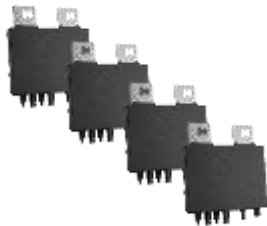
Photovoltaïque | notions de base

Onduleur



- + Solution moins cher
- + Peu de maintenance
- + Batteries DC et AC compatibles
- Pas de sécurité DC
- Perte de performance
- Perte en cas de mismatch
- Orientation des panneaux unique

Micro-onduleurs



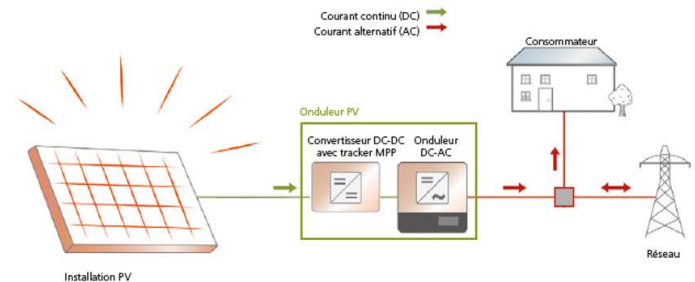
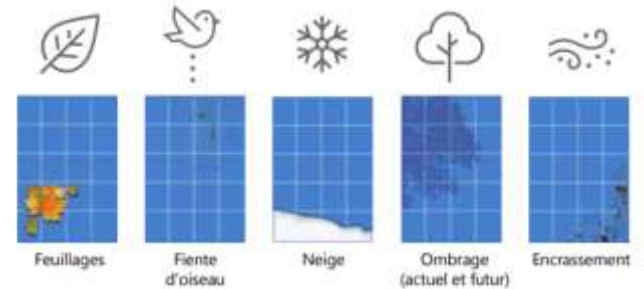
- + Pas de courant DC
- + Pas de perte de mismatch
- + Monitoring étendu et gratuit
- Coûts de maintenance élevés
- Coûts des composants
- Batterie AC uniquement

Onduleur + optimiseurs



- + Différentes orientations possibles
- + Chaînes plus longues
- + Sécurité SafeDC
- + Batteries DC et AC compatibles
- + Performance accrue
- + Pas de perte de mismatch
- + Monitoring étendu et gratuit
- Coûts légèrement supérieurs (compensés par les coûts d'installations inférieurs)

Exemples de mismatch

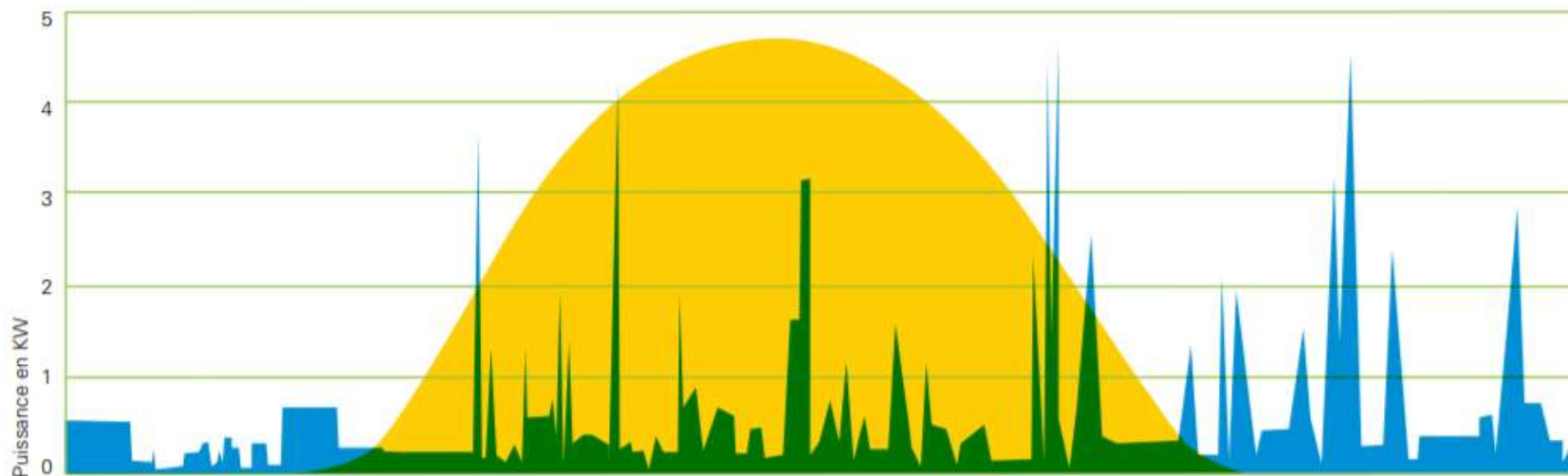


Photovoltaïque | faisabilité

- En toiture
 - Orientation, inclinaison
 - Surface utile, obstacles
 - État du toit
 - Réglementation
- Dans le local technique
 - Répartition des compteurs
 - Place disponible
- ~~Liaison toiture/local électrique~~
 - ~~Gaine technique ?~~



Photovoltaïque | autarcie et autoconsommation



Degré d'autarcie

$$= \frac{\text{consommation propre} \quad \color{green}\blacksquare}{\text{consommation totale} \quad \color{green}\blacksquare + \color{blue}\blacksquare}$$

(généralement 30-40%)

Autoconsommation

(part de consommation propre)

$$= \frac{\text{consommation propre} \quad \color{green}\blacksquare}{\text{électr. solaire produite} \quad \color{yellow}\blacksquare + \color{green}\blacksquare}$$

(généralement 30-40%)

Taux de couverture solaire

(part d'électricité solaire)

(généralement 90-110%)

$$= \frac{\text{électr. solaire produite} \quad \color{yellow}\blacksquare + \color{green}\blacksquare}{\text{consommation} \quad \color{green}\blacksquare + \color{blue}\blacksquare}$$

Photovoltaïque | autoconsommation selon PVOpti

Formulaire PVOpti

PVopti MINERGIE®   Minergie Energieeffizienz

Nom du projet: **Exemple** N° de permis: **1234** N° ROR: **56789**

Adresse du bâtiment: **Rue de l'Énergie 12, 1000 Lausanne**

Quartier/canton: **Sala-Bronniger** Adresse: **456** m

Date: **12/12/2021**

Conteneur d'énergie: **1000 kWh**

Surface de référence énergétique (M² x U): **500**

| Besoins énergétiques (kWh/m²) | | non | hors calcul |
|---|--|------|-------------|
| Eau chaude | | | 12.5 |
| Chauffage | | | |
| Ventilation | | | |
| Appareils | | 12.5 | |
| Éclairage | | 9.5 | |
| Installations techniques générales | | 4.5 | |
| Exclusion de la partie de charge (hors chauffe-eau): négligeable | | | |

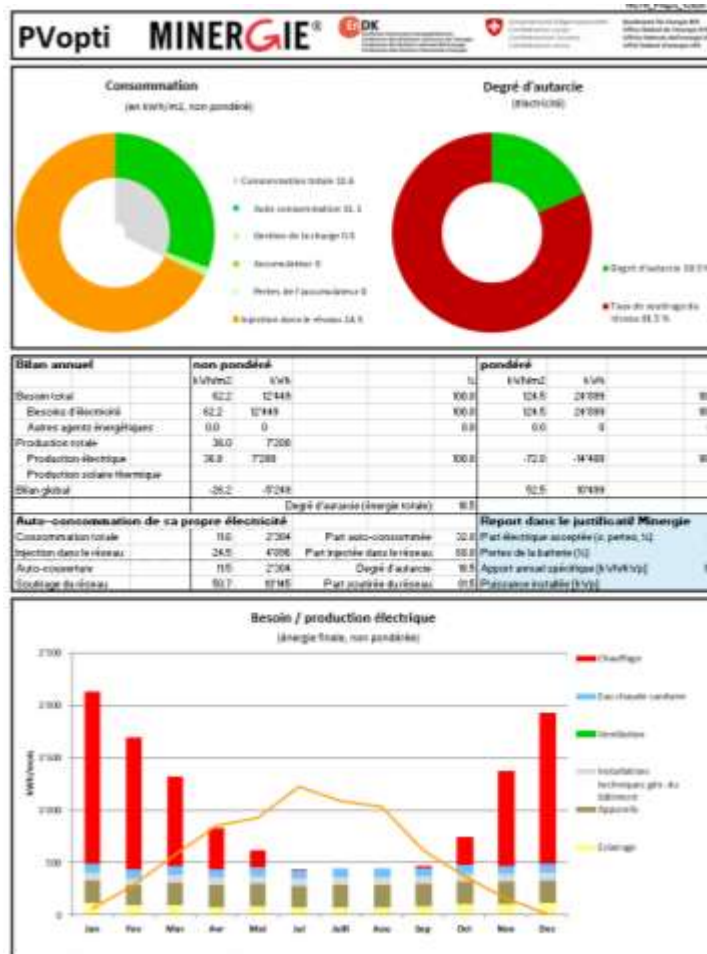
| Production de chaleur | Chauffage | Eau chaude | |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------|
| | | non | hors calcul |
| Production de chaleur A | | | |
| Chaque à chaleur existante | | | |
| | | Type de chauffage (1) | non |
| | | Surface (m²) | 100 |
| | | Chaleur (kWh/m²) | 12.5 |
| | | Chaleur (kWh) | 1250 |
| | | Type de chauffage (2) pour chaque | |
| | | Surface (m²) | |
| | | Chaleur (kWh/m²) | |
| | | Chaleur (kWh) | |
| Production de chaleur B | | | |
| Production de chaleur C | | | |

Besoins pour chauffage Q_{ch,eff} **81** non hors calcul

Date: **12/12/2021** non hors calcul

| Installation photovoltaïque N° 1 | | non | hors calcul |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----|-------------|
| Technologie (1, mono/2) | | | |
| Orientation (1, S/45° E-90°) | | | |
| | Apport annuel spécifique (kWh/m²/y) | 400 | 400 |
| | Puissance installée (kWp) | 4 | 4 |

| Installation photovoltaïque N° 2 | | non | hors calcul |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----|-------------|
| Technologie (1, mono/2) | | | |
| Orientation (1, S/45° E-90°) | | | |
| | Apport annuel spécifique (kWh/m²/y) | 400 | 400 |
| | Puissance installée (kWp) | 4 | 4 |



<https://www.minergie.ch/fr/certifier/minergie/>

Photovoltaïque | autoconsommation avec PVOpti

Données général et besoin énergétique

EMF11_PV101L_V2020.1_17

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Ufficio federal d'energia UFE

| | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------|-------|---------|--|
| Nom du projet: | Favre Sébastien | N° de parcelle: | 1871 | N° MOP: | |
| Adresse du bâtiment: | Route de Porrentruy 82, 2800 Delémont | | | | |
| Station climat: | Berne Liebfeld | Altitude: | 435 m | | |
| Zone | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Catégorie d'ouvrage | Habitat individuel | | | | |
| Surface de référence énergétique SRE [m ²] | 250 | | | | |

| Besoins énergétiques [kWh/m ²] | Saisie | Valeur calculée | | | |
|---|------------|-----------------|--|--|--|
| Eau chaude | | 13,9 | | | |
| Refroidissement | | | | | |
| Ventilation | | | | | |
| Appareils | | 12,5 | | | |
| Eclairage | 6 | 6,0 | | | |
| Installations techniques générales | 5,3 | 5,3 | | | |
| Gestion de la courbe de charge (sans chaleur) | Disponible | | | | |

Photovoltaïque | autoconsommation avec PVOpti

Production de chaleur et besoin chauffage

| Production de chaleur | | Chauffage | | Eau chaude | |
|---|--|---|-----------------|----------------------|-----------------|
| Production de chaleur A | | Seuil | Valeur calculée | Seuil | Valeur calculée |
| Pompe à chaleur air-eau | | Taux de couverture [%] | 100 | 100 | 100 |
| | | Rendement / COPa | | 2.3 | 2.3 |
| | | Heures de fonctionnement | jour et nuit | (pendant) la journée | |
| Production de chaleur B | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Production de chaleur C | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Besoins pour chauffage Qh,eff | | Besoin annuel [kWh/(m ² *a)] | | | 45 |
| Pour les justificatif Minergie, il faut indiquer des valeurs mensuelles | | | | | |

The screenshot shows the PVOpti MINERGIE software interface. A red box highlights the 'Besoins pour chauffage Qh,eff' section, which corresponds to the data in the table above. The interface includes various input fields and a table for defining heating needs.

Photovoltaïque | autoconsommation avec PVOpti

Installation photovoltaïque, y compris stockage

| Installation photovoltaïque N° 1 | | Saisie | Valeur calculée |
|----------------------------------|-----|------------------------------------|-----------------|
| Inclinaison (°, Hor=0°) | 20 | Apport annuel spécifique [kWh/kWp] | 1000 |
| Orientation (°, S=0°, E=-90°) | -90 | Puissance installée [kWp] | 7 |
| Installation photovoltaïque N° 2 | | | |
| Inclinaison (°, Hor=0°) | 20 | Apport annuel spécifique [kWh/kWp] | 1000 |
| Orientation (°, S=0°, E=-90°) | 90 | Puissance installée [kWp] | 7 |
| Installation photovoltaïque N° 3 | | | |
| Accumulateur électrique | | Disponible | |
| | | Capacité utilisable (kWh) | |

The screenshot shows the PVOpti MINERGIE software interface. It features a grid for data entry with various fields for installation parameters. A red rectangle highlights a section of the grid, likely representing the storage configuration area.

Photovoltaïque | autoconsommation avec PVOpti

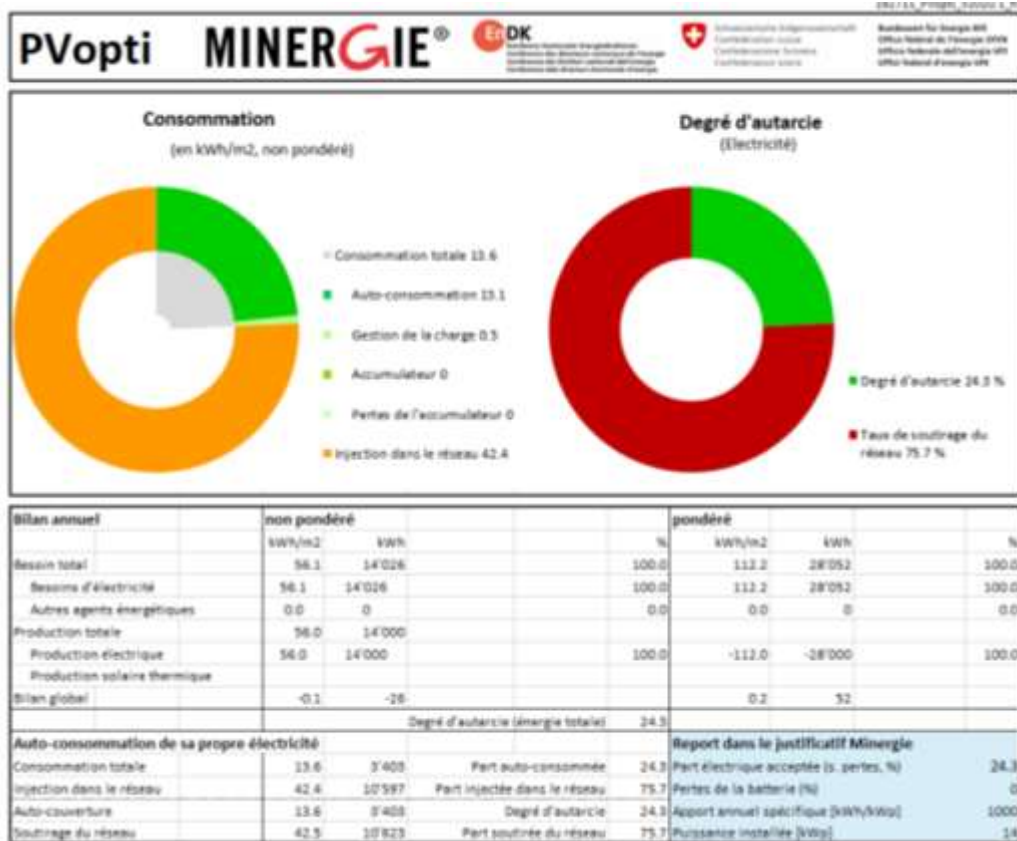
Froid industriel et mobilité électrique

| Froid industriel | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|--|-----------------|--|--------|--|-----------------|
| Disponibles | | | | | | | | | | |
| | Somme | Habitat individuel | | Saisie | | Valeur calculée | | Saisie | | Valeur calculée |
| Nombre de bornes de recharge [-] | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| Besoin total (kWh/a) | 1'674 | | 1'674 | | | | | | | |

The screenshot shows the PVOpti MINERGIE software interface. It contains several sections for data entry and calculation, including 'Froid industriel', 'Mobilité électrique', and 'Disponibles'. A red box highlights the 'Disponibles' section at the bottom of the form.

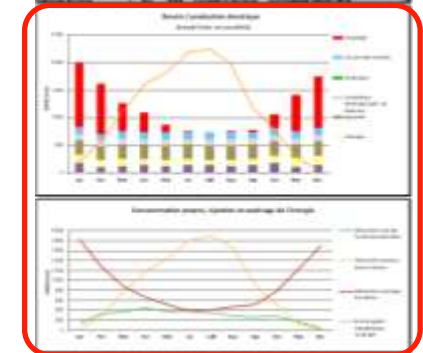
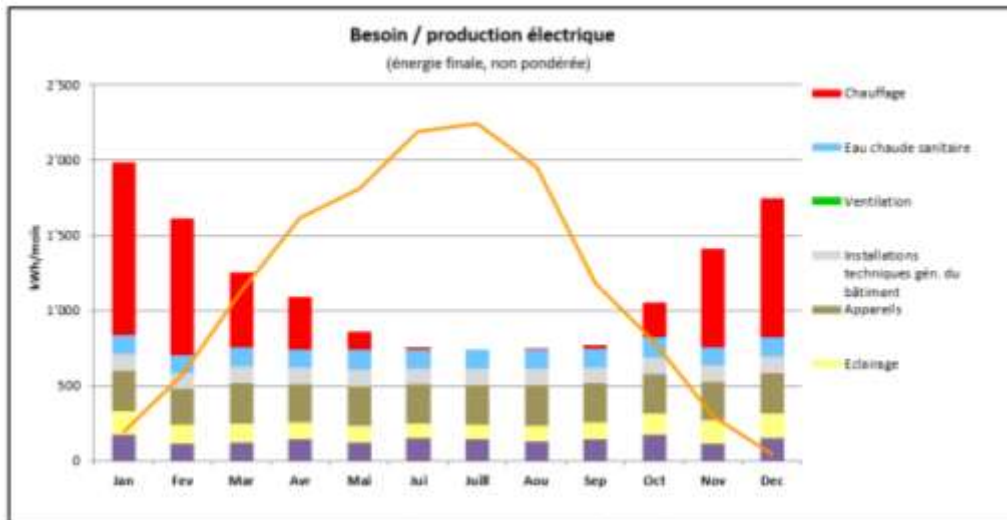
Photovoltaïque | autoconsommation avec PVOpti

Résultats et bilan annuel



Photovoltaïque | autoconsommation avec PVOpti

Graphiques mensuels



Photovoltaïque | budget pour montage ajouté

- Prix indicatif jusqu'à 30 kW, hors subvention
CHF 8'000 + CHF 1'600.- / kW + CHF 600.- par sous-compteur privé
- Subvention Pronovo de 2 à 30 kWc
CHF 700 + CHF 380.- / kW
- Subvention communale ?
- Déduction fiscale à 100% pour un bâtiment de plus de 5 ans
25% du montant investi, subvention déduit

Photovoltaïque | dimensionnement selon MoPEC

Exigence du MoPEC 2014

La taille minimale de l'installation est basée sur l'exigence du MoPEC 2014 de **10 Wc par m²** et d'une puissance maximale de 30 kWc.

Exemple :

Une maison de **240m²** requiert pour le ménage et la pompe à chaleur 14'000kWh par année.

On prévoit une installation de $240 \times 0.01 = \underline{\underline{2.4 \text{ kWc}}}$

Photovoltaïque | investissement selon MoPEC

Installation photovoltaïque de **2.4kWc** pour une **maison familiale** construite il y a **plus de 5 ans** (→ déductible fiscalement)

Montant de l'offre photovoltaïque :
 $8'000 + (1'600 \times 2.4) = \text{CHF } 11'840.-$

Subvention Pronovo :
 $700 + (380 \times 2.4) = \text{CHF } 1'612.-$

Déduction fiscale :
 $(11'840 - 1'612) \times 0.25 = \text{CHF } 2'557.-$

Investissement total = $11'840 - 1'612 - 2'557 = \text{CHF } 7'671.-$

Photovoltaïque | rentabilité selon MoPEC

Investissement photovoltaïque : **CHF 7'671.-**

Prix d'achat de l'électricité : **21.54 cts/kWh**

Prix de revente de l'électricité : **9.0 cts/kWh**

Production photovoltaïque : **2'400 kWh / année**

Autoconsommation 76% (selon PVOpti)

Economie : $0.76 \times 2'400 \times 0.2154 = \text{CHF } 393.-$

Revente 24%

Gain : $0.24 \times 2'400 \times 0.09 = \text{CHF } 52.-$

Bénéfice par année : CHF 445.-

→ Il faut 17 ans pour amortir l'installation

Photovoltaïque | dimensionnement selon règle d'or

Règles d'or → Photovoltaïque

- 1kW par 1'000kWh consommé par année
 - L'objectif est d'atteindre un taux de couverture solaire d'au moins 100%, considérant que 1kW installé produit 1'000kWh par année
- Privilégier une orientation est-ouest
 - Afin d'assurer une auto consommation maximale

Exemple :

Une maison de 240m² requiert pour le ménage et la pompe à chaleur **14'000kWh par année.**

On prévoir une installation de $14'000/1'000 = \underline{\underline{14.0 \text{ kWc}}}$

Photovoltaïque | investissement selon règle d'or

Installation photovoltaïque de **14kWc** pour une **maison familiale** construite il y a **plus de 5 ans** (→ déductible fiscalement)

Montant de l'offre photovoltaïque :

$$8'000 + (1'600 \times 14) = \text{CHF } 30'400.-$$

Subvention Pronovo :

$$700 + (380 \times 14) = \text{CHF } 6'020.-$$

Déduction fiscale :

$$(30'400 - 6'020) \times 0.25 = \text{CHF } 6'095.-$$

$$\text{Investissement total} = 30'400 - 6'020 - 6'095 = \text{CHF } 18'285.-$$

Photovoltaïque | rentabilité selon règle d'or

Investissement photovoltaïque : **CHF 18'285.-**

Prix d'achat de l'électricité : **21.54 cts/kWh**

Prix de revente de l'électricité : **9.0 cts/kWh**

Production photovoltaïque : **14'000 kWh / année**

Autoconsommation 28% (selon PVOpti)

Economie : $0.28 \times 14'000 \times 0.2154 = \text{CHF } 844.-$

Revente 72%

Gain : $0.72 \times 14'000 \times 0.09 = \text{CHF } 907.-$

Bénéfice par année : CHF 1'751.-

→ Il faut 10 ans pour amortir l'installation

Photovoltaïque | bilan «MoPEC» vs «Règle d'or»

Installation photovoltaïque de **14kWc** pour une **maison familiale** construite il y a **plus de 5 ans** (→ déductible fiscalement)

| | Selon MoPEC | Selon règle d'or |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Puissance PV | 2.4 kWc | 14.0 kWc |
| Investissement brute | CHF 11'840.- | CHF 30'400.- |
| Subvention | CHF 1'612.- | CHF 6'020.- |
| Déduction fiscale | CHF 2'557.- | CHF 6'095.- |
| Investissement net | CHF 7'671.- | CHF 18'285.- |
| Economie d'énergie | CHF 393.- / année | CHF 844.- / année |
| Revente d'énergie | CHF 52.- / année | CHF 907.- / année |
| Bénéfice | CHF 445.- / année | CHF 1'751.- / année |
| Retour sur investissement | 17 ans | 10 ans |

Photovoltaïque | CECB-Tool

CECB® - Ponceville - 5009454 - Rue de Chêne 14, 2800 Delémont

Production d'électricité photovoltaïque

Simulation multiple Copier état initial Nouvelles

| Abbrs. | Désignation | Production (kWh) | Bourse (%) | Besoins pers. (%) | Prix en bourse (CHF/kWh) | Total (CHF) | Nbre |
|---|-----------------------------------|--|------------|-------------------|--------------------------|-------------|---------|
| Abbrs. | PH-1 | Production annuelle | | 14000 | | | kWh |
| Désignation | Installation photovoltaïque 14kWc | Portion bourse courant solaire / spc | 72 | | | | % |
| | | Besoins personnels | | 28 | | | % |
| | | Consommation propre calculée avec PVOpti ou le justificatif de Minergie dès 2018 pour habitat individuel (Download PVOpti) | | | | | |
| | | Prix en bourse à l'énergie solaire | 8 | | | | CHF/kWh |
| | | Nombre (0=effacer) | | 1 | | | |
| Base de calcul | Forfait | Investissement | | 30400 | | | CHF |
| Durée d'utilisation | 25 ans | Coûts d'entretien | | 0.1 | | | €/a |
| Description du programme de soutien financier | Prorogé | Montant subventionné | | 8000 | | | CHF |

Actualiser Intégrer

X PVOpti obligatoire si il y plus de 20% de besoin personnels

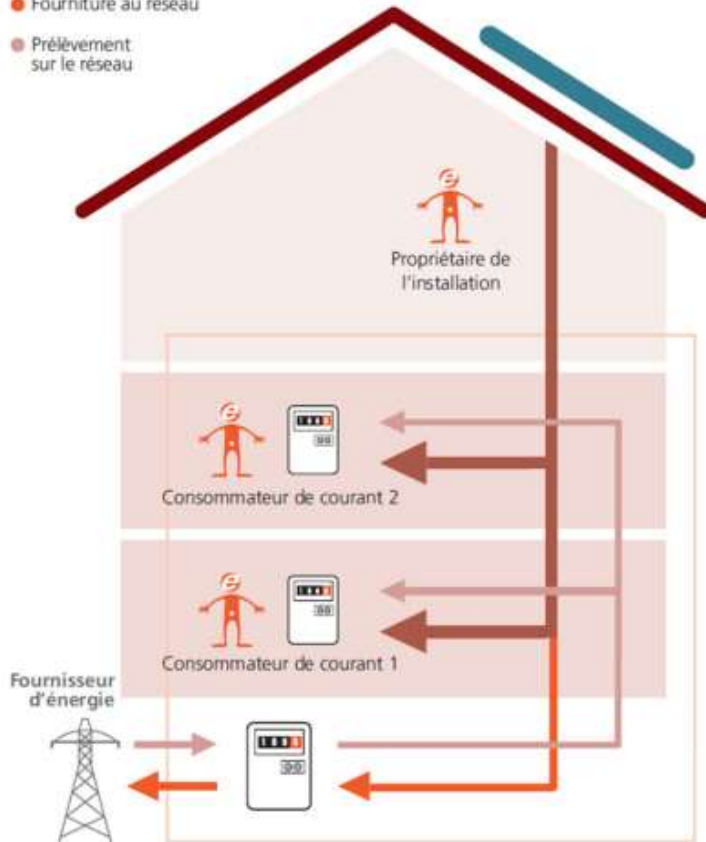
Photovoltaïque | CECB-Tool

The screenshot shows the CECB-Tool web interface for a project named 'Pèlerins 27'. The page title is 'Prix, coûts et programmes de subvention'. A sidebar on the left contains a menu with 'Prix et programmes de subventions' highlighted in a red box. The main content area includes a search bar for other projects, a section for 'Intérêts et renchérissement', and a table for 'Prix des agents énergétiques'. The table lists various energy agents with their respective prices and unit costs. A red box highlights the first three rows of the table, which are related to electricity (ELECTRICITÉ).

| Agent énergétique | PC | PC Unité | Prix | Prix Unité | Total |
|--|-------|------------------|-------|-------------------|-------|
| ELECTRICITÉ (TI) / heures pleines | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 22.00 | 22.00 cent/kWh | 22.00 |
| ELECTRICITÉ (TM) / tarif unique | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 15.00 | 15.00 cent/kWh | 15.00 |
| ELECTRICITÉ (TS) / heures creuses | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 5.00 | 5.00 cent/kWh | 5.00 |
| Charbon en briquettes | 7.80 | 7.80 kWh/kg | 1.40 | 1.40 CHF/kg | 17.95 |
| Gas naturel | 11.20 | 11.20 kWh/m³ PCS | 6.75 | 6.75 cent/kWh PCS | 6.75 |
| Biogaz | 11.20 | 11.20 kWh/m³ PCS | 6.75 | 6.75 cent/kWh PCS | 6.75 |
| Mazout | 9.80 | 9.80 kWh/l | 0.95 | 0.95 CHF/l | 5.69 |
| Chaleur à distance, part fossile ≤ 25% | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Chaleur à distance, part fossile ≤ 50% (combustion de déchets) | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Chaleur à distance, part fossile ≤ 75% | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |
| Chaleur à distance, part fossile > 75% | 1.00 | 1.00 kWh/kWh | 8.50 | 8.50 cent/kWh | 8.50 |

Photovoltaïque | regroupement dans le cadre de la consommation propre

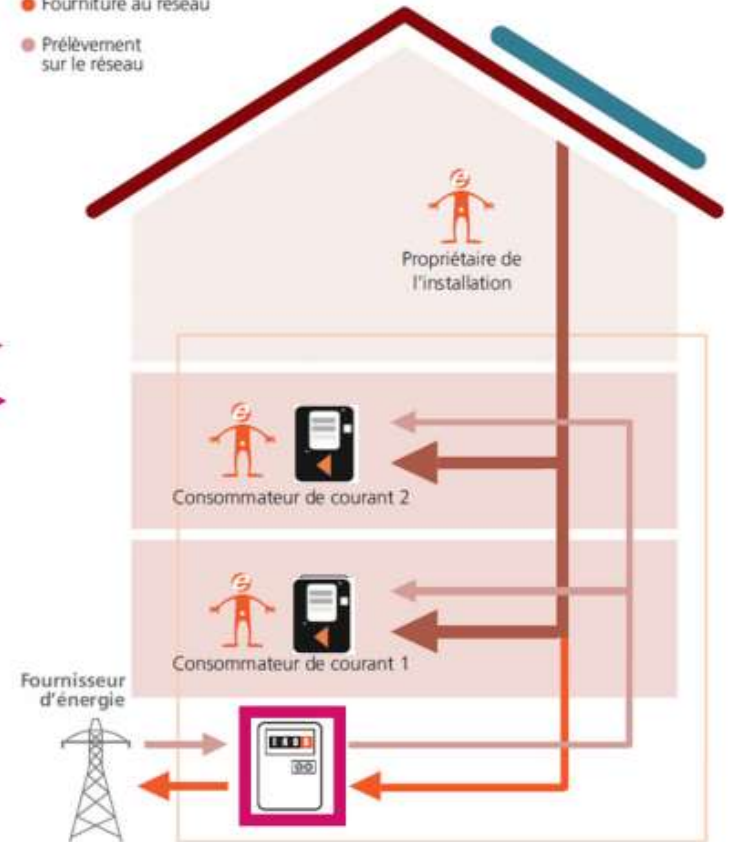
- Consommation propre
- Fourniture au réseau
- Prélèvement sur le réseau



REGROUPEMENT



- Consommation propre
- Fourniture au réseau
- Prélèvement sur le réseau



Compteur GRD



Compteur privé

Photovoltaïque | regroupement dans le cadre de la consommation propre



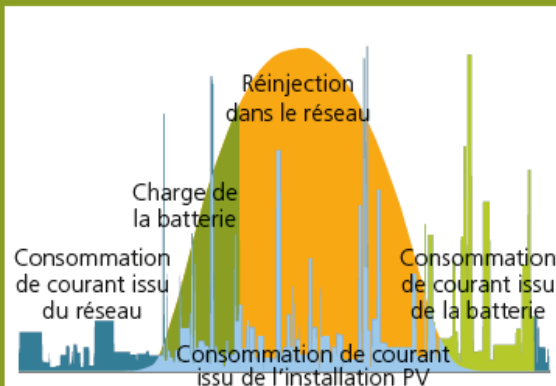
Stockage

Stockage | notions de base

Objectifs d'une solution de stockage domestique

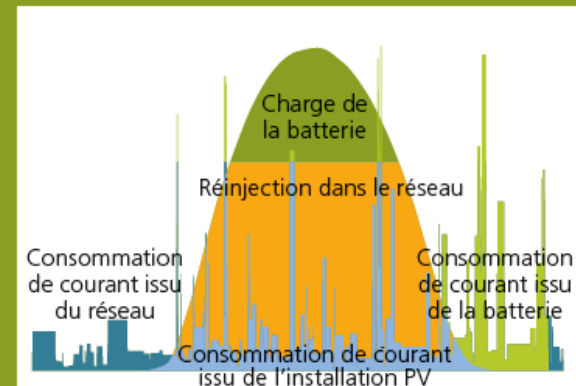
OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION PROPRE

Une batterie permet d'utiliser une plus grande quantité d'électricité solaire directement dans le bâtiment.



RÉDUCTION DES PICS DE CONSOMMATION

Une batterie permet de diminuer la puissance maximale achetée ou réinjectée.



Stockage | notions de base

Technologie de stockage (quelques exemples)



TYPE

ACCUMULATEUR AU PLOMB

ACCUMULATEUR AU DIOXYDE DE LITHIUM ET DE COBALT

ACCUMULATEUR AU LITHIUM FER PHOSPHATE

ACCUMULATEUR A L'EAU SALÉ

Application

Batterie de démarrage dans les véhicules, alimentation électrique sans coupure

Véhicules électriques, batteries de téléphones portables

Batteries domestiques

Sûr et écologique

Cellules non inflammables ni explosives

Avantages

Bon marché

Densité énergétique élevée

Sécurité d'exploitation élevée

Matériaux non toxiques

Électrolyte basé sur l'eau salée

Inconvénients

Stabilité des cycles réduite et faible densité énergétique

Prix relativement élevé, s'enflamme en cas de surcharge

Prix relativement élevé, densité énergétique plus faible que LiCoO₂

Décharge profonde à 100 %

Surcharge impossible

Plage étendue de température d'exploitation de -5°C à +50°C

Rendement

70 à 80%

90 à 95%

90 à 95%

Aucune réglementation de construction spécifique ou additionnelle

Cycles

500 à 2000

500 à 2000

4000 à 6000

Transportable comme marchandise non dangereuse

Autodécharge

2 à 5% par mois

1 à 3% par mois

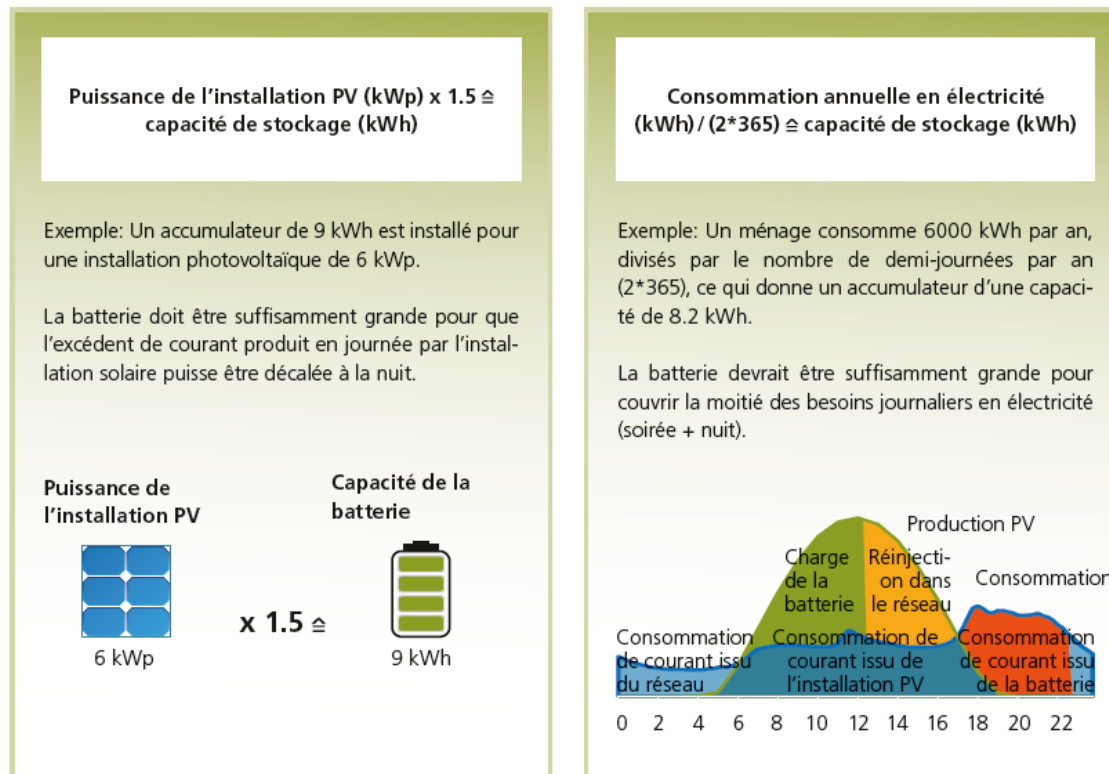
1 à 3% par mois



CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS

Stockage | notions de base

250 à 300 cycles maximum par année



Choisissez la plus petite capacité de stockage parmi les résultats obtenus via ces deux règles approximatives.

Stockage | dimensionnement

Installation photovoltaïque de **14kWc** pour une **maison familiale** qui consomme **14'000 kWh** d'électricité par année

Calcul 1 (basé sur la production photovoltaïque) :

$$14 \text{ kWc} \times 1.5 \rightarrow \mathbf{21 \text{ kWh}}$$

Calcul 2 (basé sur la consommation annuelle d'électricité) :

$$14'000 \text{ kWh} / (365 \times 2) \rightarrow \mathbf{19.2 \text{ kWh}}$$

On optera donc pour une batterie de 19.2 kWh au minimum, que nous arrondirons à 20 kWh

→ **Batterie de 20kWh**

Stockage | budget

Batterie de stockage de **20kWh**

Montant de l'offre stockage :

$4'000 + (600 \times 20) = \text{CHF } 16'000.-$

Subvention :

aucune

Déduction fiscale :

pas déductible

Investissement total = CHF 16'000.-

Stockage | retour sur investissement



Prix d'achat de l'électricité : **21.54 cts/kWh**
Prix de revente de l'électricité : **9.0 cts/kWh**

Batterie d'une capacité de : **20 kWh**
Nombre de cycles par année : **300**

Economie : $300 \times 20 \text{ kWh} \times (0.2154 - 0.09) = \text{CHF } 752.-$

Retour sur investissement : $\text{CHF } 16'000 / 752 = \text{21 ans (6'300 cycles)}$

Stockage | retour sur investissement



Prix d'achat de l'électricité : **17.57 cts/kWh**
Prix de revente de l'électricité : **8.0 cts/kWh**

Batterie d'une capacité de : **20 kWh**
Nombre de cycles par année : **300**

Economie : $300 \times 20 \text{ kWh} \times (0.1757 - 0.08) = \text{CHF } 574.-$

Retour sur investissement : $\text{CHF } 16'000 / 574 = \text{28 ans (8'400 cycles)}$

Stockage | retour sur investissement



Prix d'achat de l'électricité : **26.24 cts/kWh**
Prix de revente de l'électricité : **6.5 cts/kWh**

Batterie d'une capacité de : **20 kWh**
Nombre de cycles par année : **300**

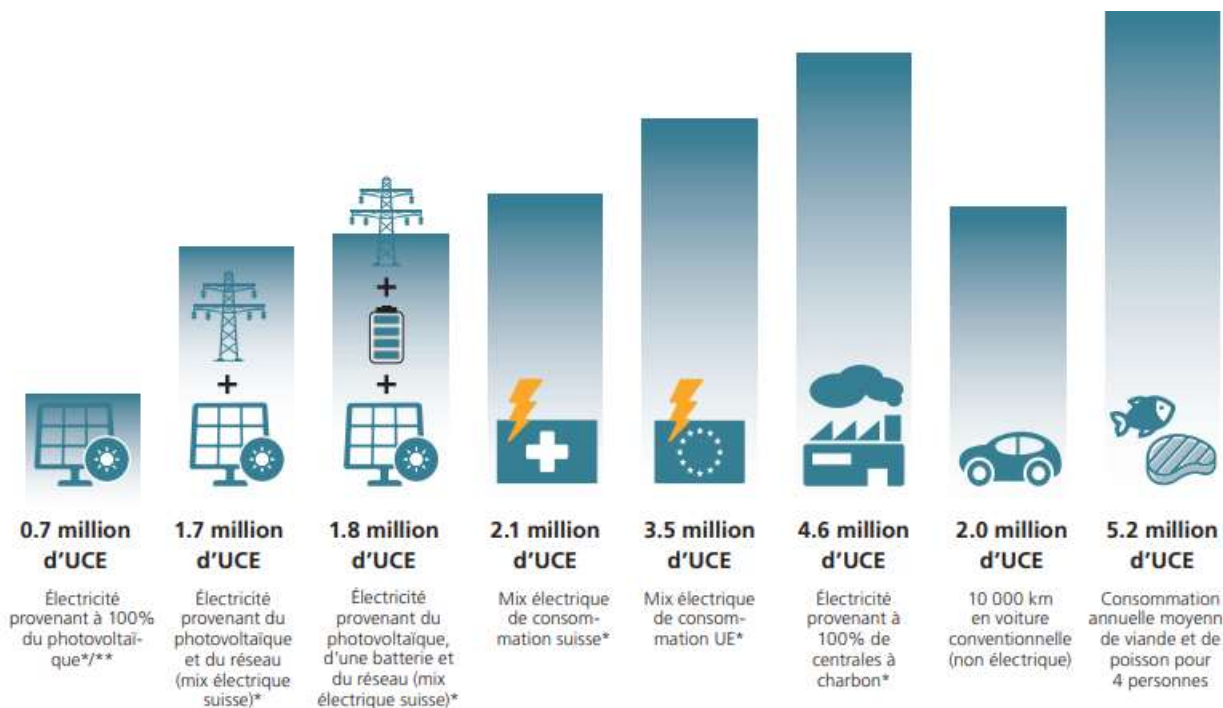
Economie : $300 \times 20 \text{ kWh} \times (0.2624 - 0.065) = \text{CHF } 1184.-$

Retour sur investissement : $\text{CHF } 16'000 / 1'184 = \text{14 ans (4'200 cycles)}$

Stockage | écobilan

Unités de charge écologique (UCE)

Cet écobilan prend en considération la consommation de ressources ainsi que les émissions dans le sol, l'eau et l'air. Afin de pouvoir effectivement comparer entre elles les différentes technologies et activités, on emploie ici l'unité de charge écologique (UCE).



* Consommation électrique de 6000 kWh/an par ménage.

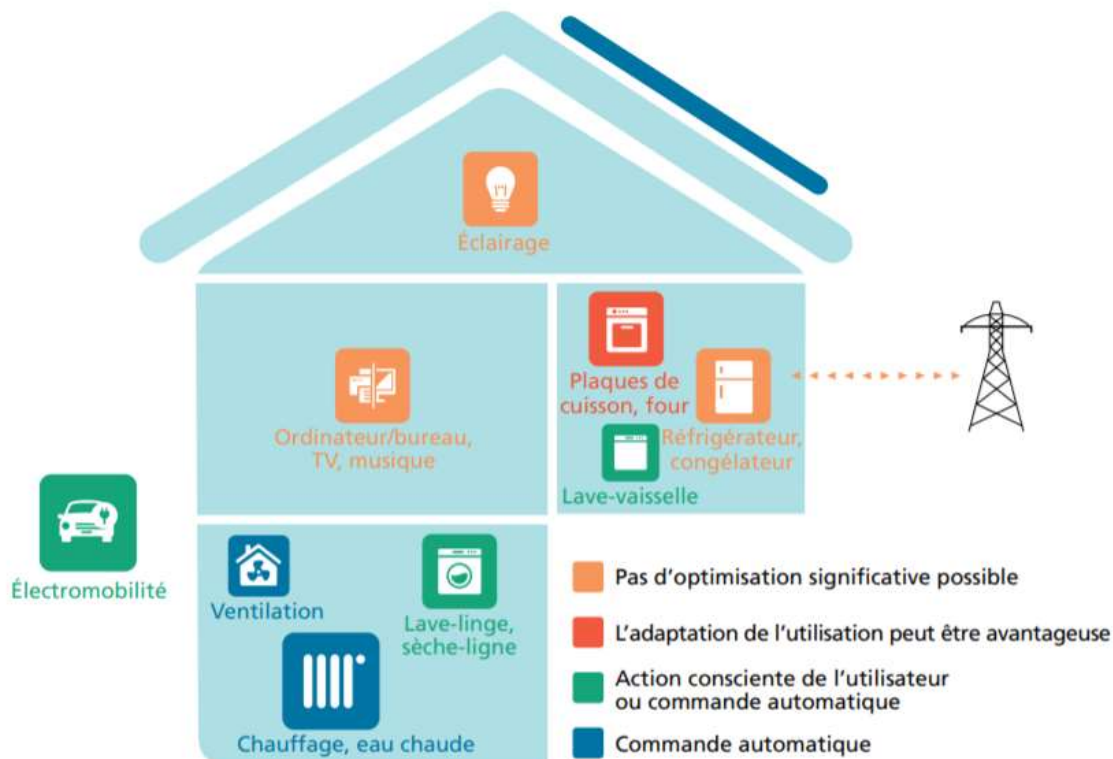
** Impossible à mettre en pratique sans batterie

Optimiser l'autoconsommation

Optimiser l'autoconsommation

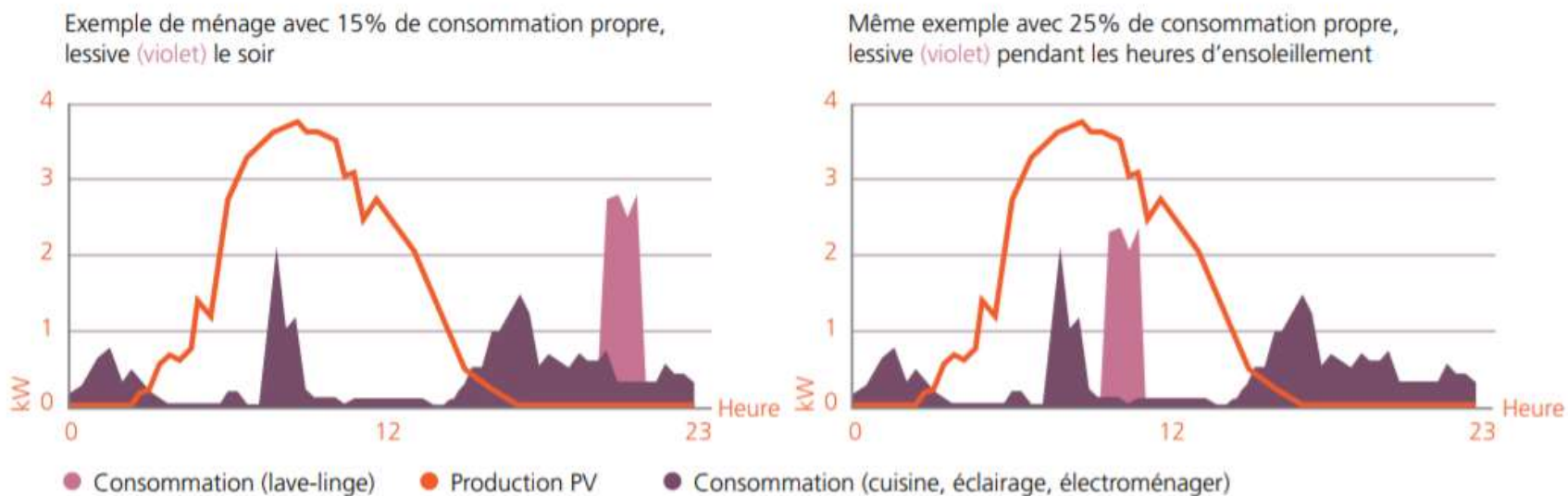
Possibilités d'optimisation dans une maison individuelle.

La taille des carrés correspond à la consommation électrique des appareils et donc au potentiel d'optimisation.



Optimiser l'autoconsommation

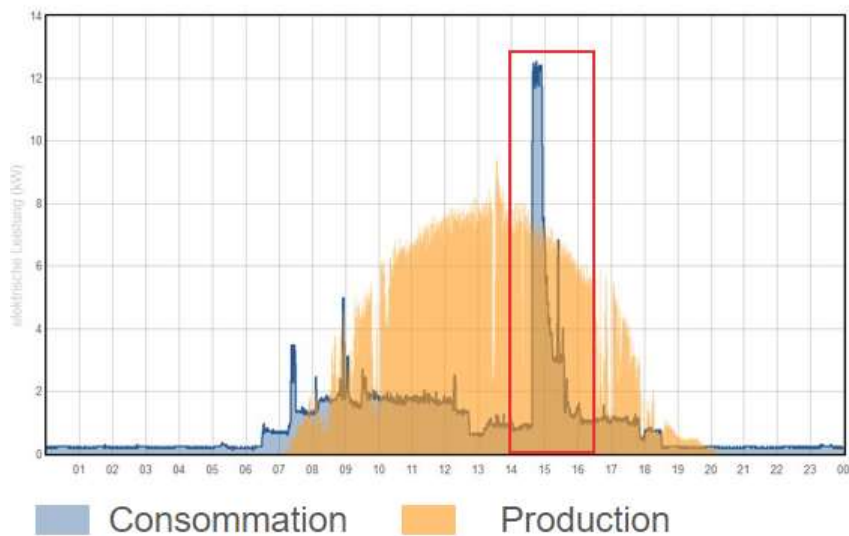
En modifiant les habitudes de consommation, profiter de l'énergie en journée.



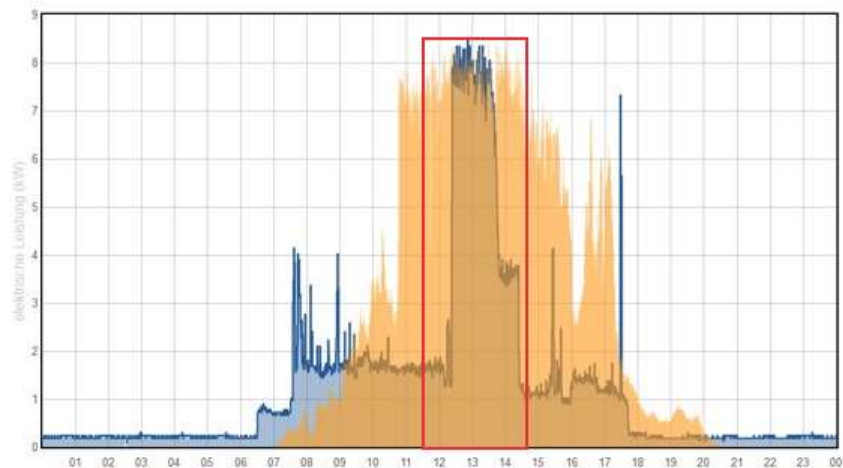
Optimiser l'autoconsommation

Réguler la charge des consommateurs qui le permettent (VE, PAC, ...)

Recharge rapide conventionnelle



Recharge solaire optimisée



Divers

Divers | pour un calcul complet et précis

Les chiffrages présentés peuvent tout à fait être utilisés dans le cadre de l'élaboration d'un CECB. Si nécessaire. Il peut également être adapté en fonction des solutions avec lesquels vous avez l'habitude de travailler.

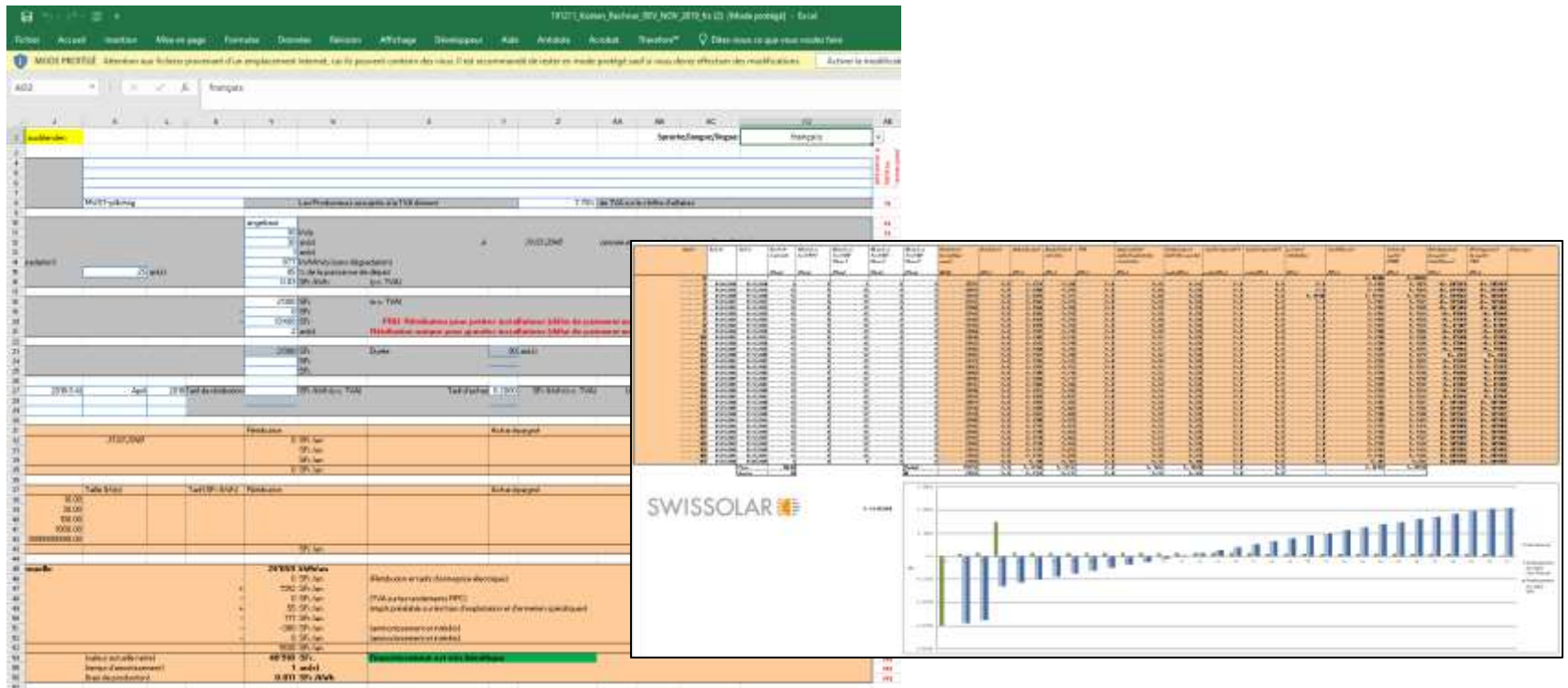
Pour réaliser un calcul précis, il serait nécessaire d'intégrer dans le calcul :

- Une offre précise pour l'installation photovoltaïque
- Pronostique sur l'évolution du prix de l'électricité (achat/vente)
- Le taux d'imposition précis du propriétaire
- La déperdition des capteurs
- Les frais d'entretien de l'installation
- Le mode de financement (part de fonds propres, intérêts et amortissement)

Divers | pour un calcul complet et précis

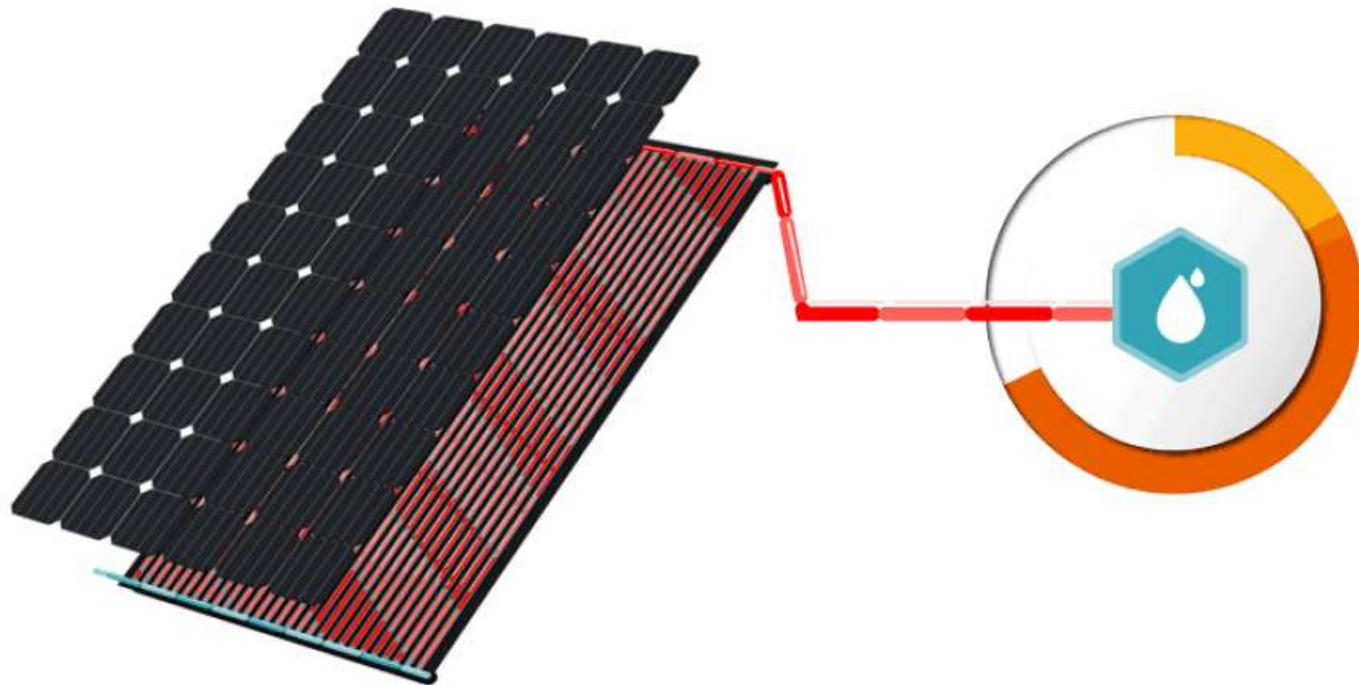
Calculateur détaillé pour installation photovoltaïques

<https://www.swissolar.ch/fr/pour-professionnels/materiel-photovoltaique/outils/>



Divers | applications particulières

Capteurs hybride (thermique + photovoltaïque)



Divers | applications particulières

Capteurs tuiles



Divers | applications particulières

Capteurs en façade



Divers | outils gratuits très utiles

Potentiel solaire des toitures

<http://www.toitsolaire.ch>

Route de Porrentruy 82
2800 Delémont

Appréciation: Très bonne

Electricité solaire jusqu'à une valeur de 840 francs...

...ou Chaleur solaire faisant baisser les frais de chauffage de 12 %.



Plan de site | Avenue principale

4'200 kWh



Surface du toit recouverte à moitié; utilisation typique

QUE COÛTE MON INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE?

6'300 kWh



Surface du toit recouverte aux trois quarts

QUE COÛTE MON INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE?

8'400 kWh



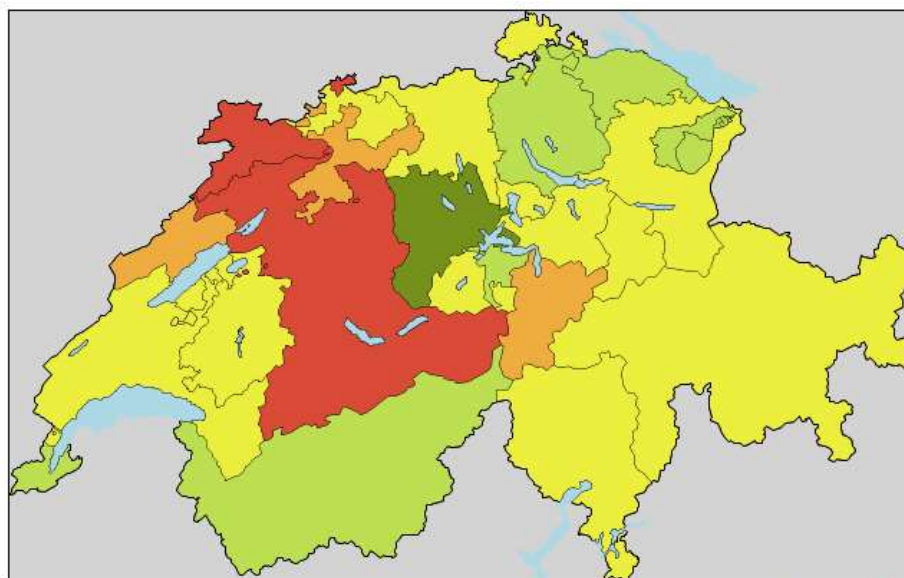
Surface du toit totalement recouverte; utilisation optimale

QUE COÛTE MON INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE?

Divers | outils gratuits très utiles

Prix de l'électricité partout en Suisse

<https://www.prix-electricite.elcom.admin.ch/>



Quels tarifs souhaitez-vous comparer?

Catégorie de consommation:

H4 ?

Tarifs de l'année:

2020

Composantes du prix affichées:

Prix total ?

Produit:

Produit standard

Comparaison tarifaire en cent./kWh: Catégorie H4, Prix total pour l'année 2020 ?

< 17.60 17.60 - 19.67 19.67 - 21.75 21.75 - 23.82 > 23.82

Des données tarifaires suffisantes ne sont pas (encore) disponibles pour ce canton

Divers | outils gratuits très utiles

Calculateur Solaire suisse énergie : photovoltaïque et solaire thermique

<http://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/calculateur-solaire>

The image shows the user interface of the Swiss Solar Calculator. On the left, there are four main configuration sections:

- 1 Emplacement / Technologie**: Includes a postal code field, a technology selection (Chaleur solaire or Photovoltaïque), and a dimensioning option (Dimension. automatique).
- 2 Habitants dans la maison / Système**: Includes a field for the number of inhabitants (set to 5) and a system selection (Système or Consommation électrique).
- 3 Orientation / Inclinaison**: Includes a compass for module orientation (set to 0° sud) and a roof inclination slider (set to 35°).
- 4 Grandeur de l'installation**: Includes checkboxes and sliders for roof power (24 m², 4 kW) and facade power (29 m², 5 kW).

At the bottom, there are buttons for 'Autres paramètres', 'Start', and 'Données météo de référ.'. The main area displays a 3D illustration of a house with solar panels, with tabs for 'Maison' and 'Système'. On the right, a preview of the 'DONNÉES CLÉ DE MON INSTALLATION SOLAIRE' report is shown, featuring a bar chart of monthly production and a summary of key data points.

Divers | outils gratuits très utiles

<https://www.swissolar.ch/>

<https://www.suisseenergie.ch/>

Cas pratique

Cas pratique

La famille Zürcher habite une maison de 220m²

Ils désirent réduire leur consommation d'énergie. Est-ce qu'une solution solaire est pertinente ? Si oui sous quelle forme, thermique, photovoltaïque, avec stockage ?



Cas pratique | variante 1

La famille Zürcher habite une maison de 220m²

Ils désirent réduire leur consommation d'énergie. Est-ce qu'une solution solaire est pertinente ? Si oui sous quelle forme, thermique, photovoltaïque, avec stockage ?



Bâtiment :

Région : **Jura**

Construit en **1985**

Toiture en **bon état**, orientée **est/ouest**

Occupants :

Famille de **4 personnes**

Chauffage actuel :

Mazout (2017)

Rendement = 0.93

Consommation :

2'200 litres mazout **CHF 0.91 /litre**

4'000 kWh électricité **CHF 0.294 /kWh**

→ Tarif de reprise : **7.5 cts/kWh**

Cas pratique | variante 1

| | Solaire thermique | Photovoltaïque | Stockage |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Consommation | Mazout : 22'000 kWh | Electricité : 4'000 kWh | |
| Prix de l'énergie | Mazout : 9.1 cts/kW | Electricité, achat : 29.4 cts/kWh | Electricité, revente : 7.5 cts/kWh |
| Solution proposée : | 1.5m ² x 4 personnes → 6m² | 4'000kWh / 1000 → 4 kWc | 4kWc x 1.5 → 6 kWh 4'000kWh / (365 x 2) → 5.5 kWh |
| Investissement | Investissement : 6'000 + (1'300 x 6m ²) = CHF 13'800 Subvention : 1'500 + (500 x 3kW) = CHF 3'000.- Déduction fiscale : (13'800 - 3'000) x 0.25 = CHF 2'700.- CHF 8'100.- | Investissement : 8'000 + (1'600 x 4) = CHF 14'400 Subvention : 700 + (380 x 4) = CHF 2'220.- Déduction fiscale : (14'400 - 2'200) x 0.25 = CHF 3'050.- CHF 9'130.- | Investissement : 4'000 + (600 x 5.5) = CHF 7'300 Subvention : - Déduction fiscale : - CHF 7'300.- |
| Part solaire | 0.7 x 1000 kWh x 4 pers = 2'800 kWh | Auto conso. : 0.31 x 4'000 = 1'240 kWh Revente : 0.69 x 4'000 = 2'760 kWh | |
| Economie Rendement chaudière = 93% | Energie : 2'800/0.93 x 0.091 = 274.- Synergie : 85.- CHF 359.- | Auto conso. : 1'240 x 0.294 = 365.- Revente : 2'760 x 0.075 = 207.- CHF 572.- | 300 x 5.5 x (0.294-0.075) CHF 361.- |
| Retour sur investissement | CHF 8'100.- / CHF 359.- 23 ans | CHF 9'130.- / CHF 572.- 16 ans | CHF 7'300.- / CHF 361.- 20 ans |

Cas pratique | variante 2

La famille Zürcher habite une maison de 220m²

Ils désirent réduire leur consommation d'énergie. Est-ce qu'une solution solaire est pertinente ? Si oui sous quelle forme, thermique, photovoltaïque, avec stockage ?



Bâtiment :

Région : **Jura**

Construit en **1985**

Toiture en **bon état**, orientée **est/ouest**

Occupants :

Famille de **4 personnes**

Chauffage actuel :

Pompe à chaleur (2017)

COP = 3.2

Consommation :

~~2'200 litres mazout — CHF 0.91 /litre~~

11'000 kWh électricité **CHF 0.294 /kWh**

→ Tarif de reprise : **7.5 cts/kWh**

Cas pratique | variante 2

| | Solaire thermique | Photovoltaïque | Stockage |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Consommation | Electricité : 11'000 kWh | | |
| Prix de l'énergie | Electricité, achat : 29.4 cts/kWh Electricité, revente : 7.5 cts/kWh | | |
| Solution proposée : | 1.5m ² x 4 personnes → 6m² | 11'000kWh / 1000 → 11 kWc | 11kWc x 1.5 → 16.5 kWh 11'000kWh / (365 x 2) → 15 kWh |
| Investissement | Investissement : $6'000 + (1'300 \times 6\text{m}^2) = \text{CHF } 13'800$ Subvention : $1'500 + (500 \times 3\text{kW}) = \text{CHF } 3'000.-$ Déduction fiscale : $(13'800 - 3'000) \times 0.25 = \text{CHF } 2'700.-$ CHF 8'100.- | Investissement : $8'000 + (1'600 \times 11) = \text{CHF } 25'600$ Subvention : $700 + (380 \times 11) = \text{CHF } 4'880.-$ Déduction fiscale : $(25'600 - 4'880) \times 0.25 = \text{CHF } 5'180.-$ CHF 15'540.- | Investissement : $4'000 + (600 \times 15) = \text{CHF } 13'000$ Subvention : - Déduction fiscale : - CHF 13'000.- |
| Part solaire | $0.7 \times 1000 \text{ kWh} \times 4 \text{ pers} = \mathbf{2'800 \text{ kWh}}$ | Auto conso. : $0.33 \times 11'000 = \mathbf{3'630 \text{ kWh}}$ Revente : $0.67 \times 11'000 = \mathbf{7'370 \text{ kWh}}$ | |
| Economie COP pompe à chaleur = 3.2 | Energie : $2'800 / 3.2 \times 0.294 = 257.-$ Synergie : 68.- CHF 325.- | Auto conso. : $3'630 \times 0.294 = 1067.-$ Revente : $7'370 \times 0.075 = 553.-$ CHF 1'620.- | $300 \times 15 \times (0.294 - 0.075)$ CHF 986.- |
| Retour sur investissement | $\text{CHF } 8'100.- / \text{CHF } 325.-$ 25 ans | $\text{CHF } 15'540.- / \text{CHF } 1'620.-$ 10 ans | $\text{CHF } 13'000.- / \text{CHF } 986.-$ 13 ans |

Cas pratique | variante 3

La famille Zürcher habite une maison de 220m²

Ils désirent réduire leur consommation d'énergie. Est-ce qu'une solution solaire est pertinente ? Si oui sous quelle forme, thermique, photovoltaïque, avec stockage ?



Bâtiment :

Région : **Jura**

Construit en **1985**

Toiture en **bon état**, orientée **est/ouest**

Occupants :

Famille de **4 personnes**

Chauffage actuel :

Pompe à chaleur (2017)

COP = 3.2

Consommation :

~~2'200 litres mazout — CHF 0.91 /litre~~

11'000 kWh électricité CHF 0.18 /kWh

→ Tarif de reprise : **8.0 cts/kWh**

Cas pratique | variante 3

| | Solaire thermique | Photovoltaïque | Stockage |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Consommation | Electricité : 11'000 kWh | | |
| Prix de l'énergie | Electricité, achat : 18.0 cts/kWh Electricité, revente : 8.0 cts/kWh | | |
| Solution proposée : | 1.5m ² x 4 personnes → 6m² | 11'000kWh / 1000 → 11 kWc | 11kWc x 1.5 → 16.5 kWh 11'000kWh / (365 x 2) → 15 kWh |
| Investissement | Investissement : $6'000 + (1'300 \times 6\text{m}^2) = \text{CHF } 13'800$ Subvention : $1'500 + (500 \times 3\text{kW}) = \text{CHF } 3'000.-$ Déduction fiscale : $(13'800 - 3'000) \times 0.25 = \text{CHF } 2'700.-$ CHF 8'100.- | Investissement : $8'000 + (1'600 \times 11) = \text{CHF } 25'600$ Subvention : $700 + (380 \times 11) = \text{CHF } 4'880.-$ Déduction fiscale : $(25'600 - 4'880) \times 0.25 = \text{CHF } 5'180.-$ CHF 15'540.- | Investissement : $4'000 + (600 \times 15) = \text{CHF } 13'000$ Subvention : - Déduction fiscale : - CHF 13'000.- |
| Part solaire | $0.7 \times 1000 \text{ kWh} \times 4 \text{ pers} = \mathbf{2'800 \text{ kWh}}$ | Auto conso. : $0.33 \times 11'000 = \mathbf{3'630 \text{ kWh}}$ Revente : $0.67 \times 11'000 = \mathbf{7'370 \text{ kWh}}$ | |
| Economie COP pompe à chaleur = 3.2 | Energie : $2'800/3.2 \times 0.18 = 158.-$ Synergie : 68.- CHF 226.- | Auto conso. : $3'630 \times 0.18 = 653.-$ Revente : $7'370 \times 0.08 = 590.-$ CHF 1'243.- | $300 \times 15 \times (0.18 - 0.08)$ CHF 450.- |
| Retour sur investissement | $\text{CHF } 8'100.- / \text{CHF } 226.-$ 36 ans | $\text{CHF } 15'540.- / \text{CHF } 1'243.-$ 13 ans | $\text{CHF } 13'000.- / \text{CHF } 450.-$ 29 ans |



**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**