

1974 **50** 2024
sses

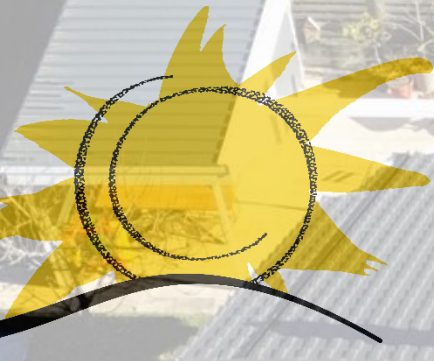


SEBASOL

Energie Solaire, bonnes pratiques

Cycle de conférences – Plan climat Sion région 2024-2025

1974 **50** 2024
sses



SEBASOL

Situation actuelle en Suisse

Pour commencer avec les bases



Solaire thermique

Permet de chauffer un volume d'eau grâce à la circulation d'un fluide caloporteur derrière une surface métallique chauffée grâce au soleil.

L'eau chaude peut être utilisée pour les besoins d'eau chaude sanitaire, ou les besoins de chauffage.

Ces systèmes sont souvent associés à des poêles/chaudières à bois.



Solaire photovoltaïque

Permet de produire de l'électricité qui sera utilisée directement dans le bâtiment, et dont le surplus est revendu sur le réseau électrique public.

Combiné à une pompe à chaleur, cela donne un chauffage partiellement renouvelable.

Glossaire

kW = kilowatt = 1'000 W =



pendant 1h = 1 kWh (kilowattheure) =



PV = photovoltaïque

DC = courant continu

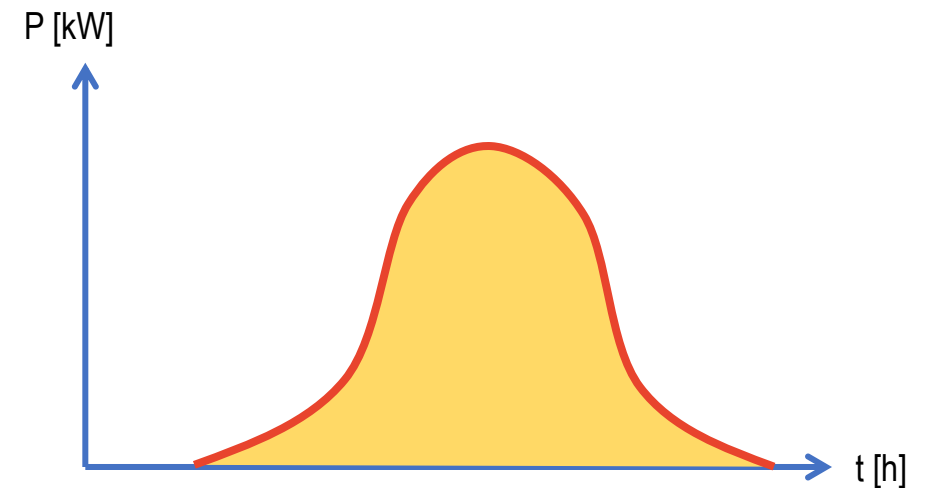
AC = courant alternatif (230 volts ou 3 x 400 volts)

EV = véhicule électrique

GRD = gestionnaire du réseau de distribution

ST = solaire thermique

ECS = eau chaude sanitaire



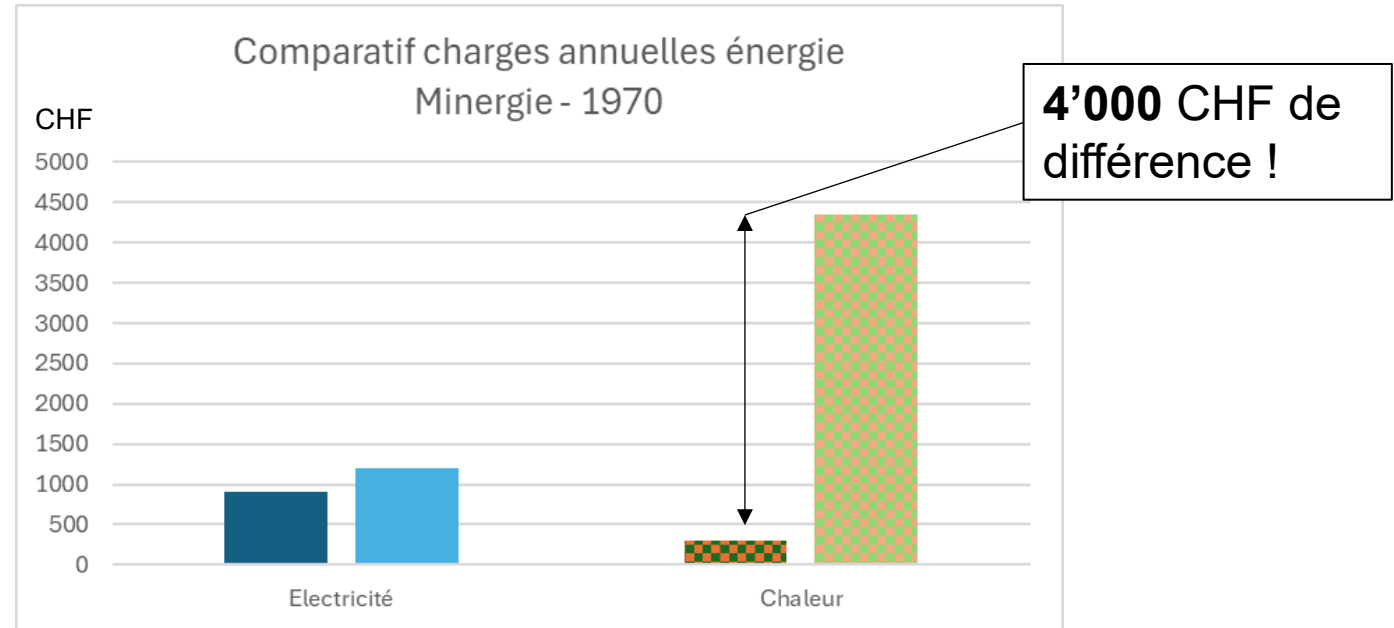
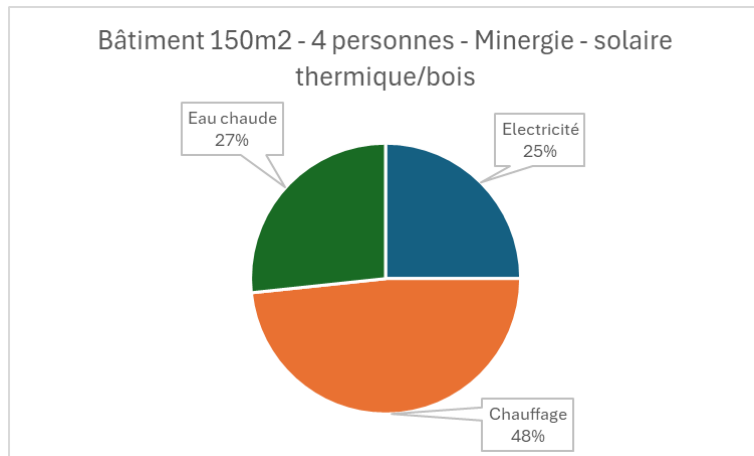
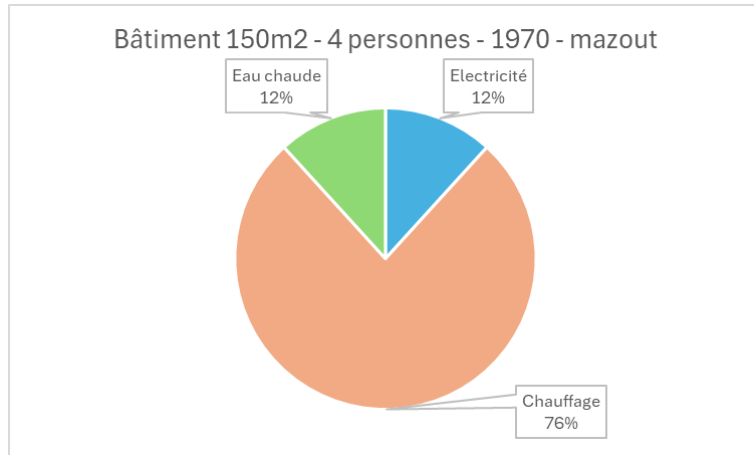
Puissance [kW]

Énergie [kWh] = Puissance x temps

Agents énergétiques courants

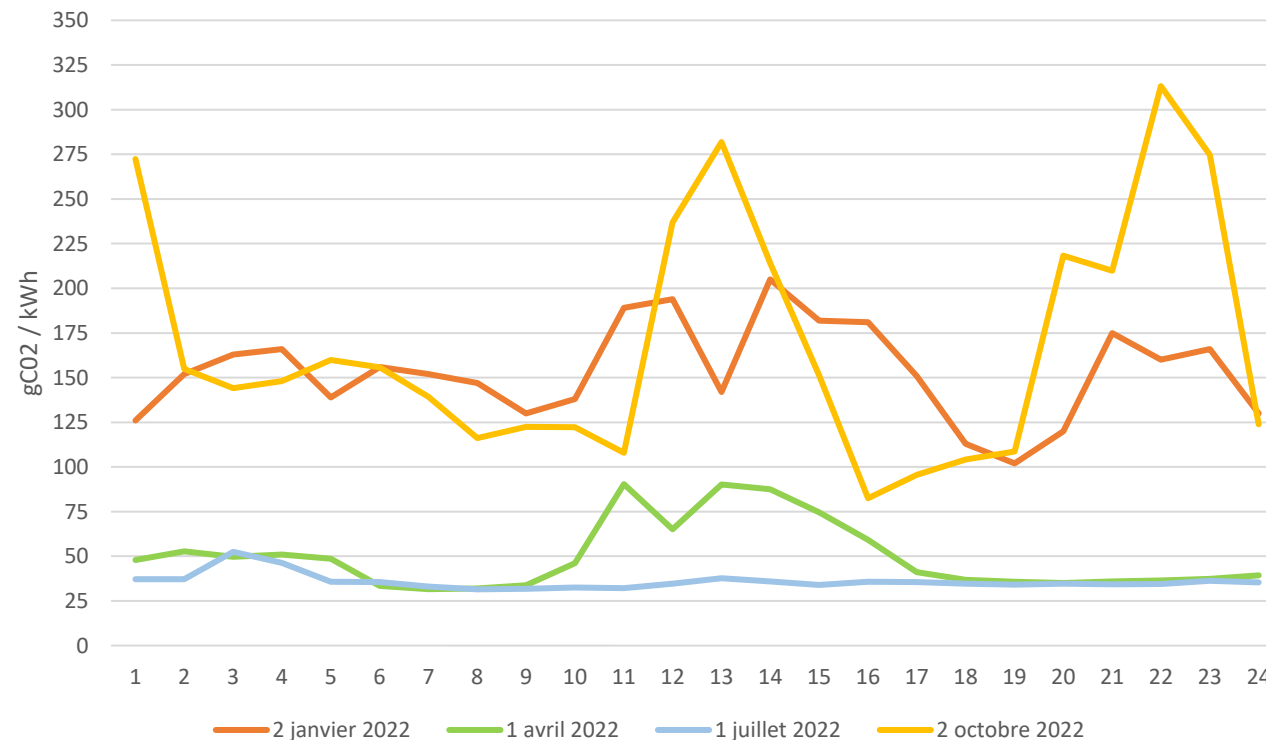
Agent énergétique	unité	kWh/unité	Co2/kWh	CHF/kWh
Mazout	L	10	330 g	0.12 + taxes
Gaz	m3	10	260 g	0.15 + taxes
Electricité	kWh	1	120 g (mix conso. CH)	0.30
Pellets	kg	5	30 g	0.08
Bûche (feuillu)	stère (500kg)	2'000 (4 kWh/kg)	0 g (cycle neutre)	0.10
Solaire thermique	kWh	1	0 g	+ - 0

Ordres de grandeur dans un bâtiment



La consommation électrique en Suisse

Charge CO2 du mix électrique consommé en Suisse – journées type



La charge en CO2 moyenne de la consommation électrique suisse en 2022 était de

- année : **111 gCO2/kWh**
- hiver : **160 gCO2/kWh.**

Si l'on répartit l'énergie grise d'une installation photovoltaïque résidentielle sur sa durée de vie, chaque kWh produit aura émis environ **35 gCO2**

Chiffres clés de la problématique électrique

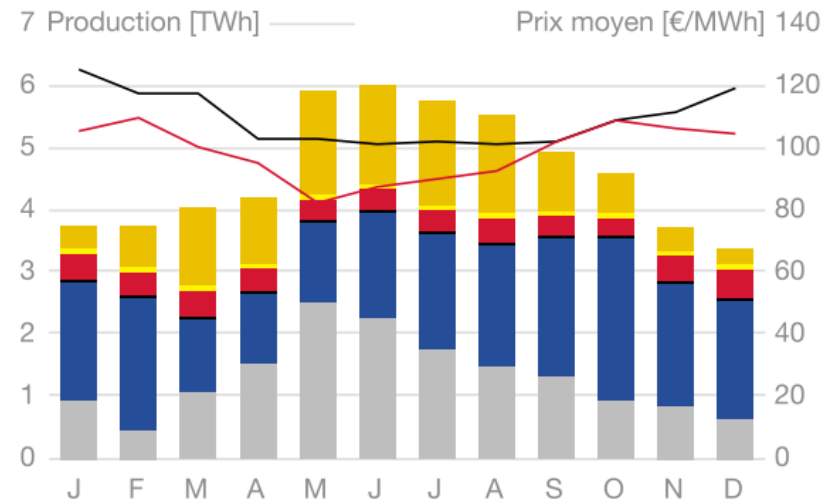
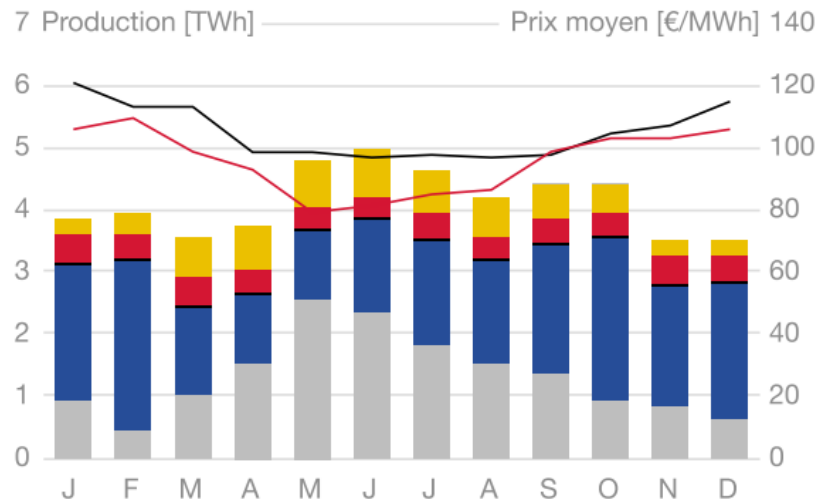
Même avec une politique basée sur la production d'électricité renouvelable, les prévisions indiquent un déficit annuel important, **particulièrement en hiver !**

Donc prix qui augmentent. **Se chauffer à l'électricité, une bonne idée ?**

Scénario avec objectifs renouvelables

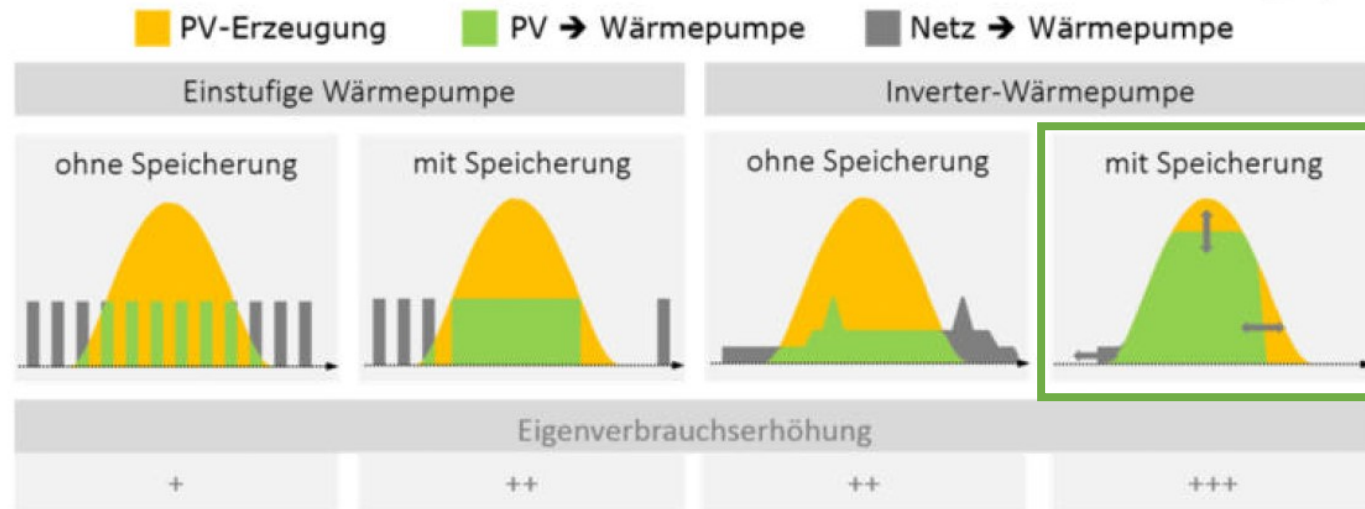
2035

2050



Pourquoi pas si ...

- l'on possède un **bâtiment suffisamment isolé** ✓
- l'on installe une PàC avec **accumulateur de chaleur** pour le chauffage et l'ECS ✓
- l'on installe une PàC modulante (inverter) ✓
- l'on installe du photovoltaïque le plus incliné possible, pour une **production hivernale** ✓

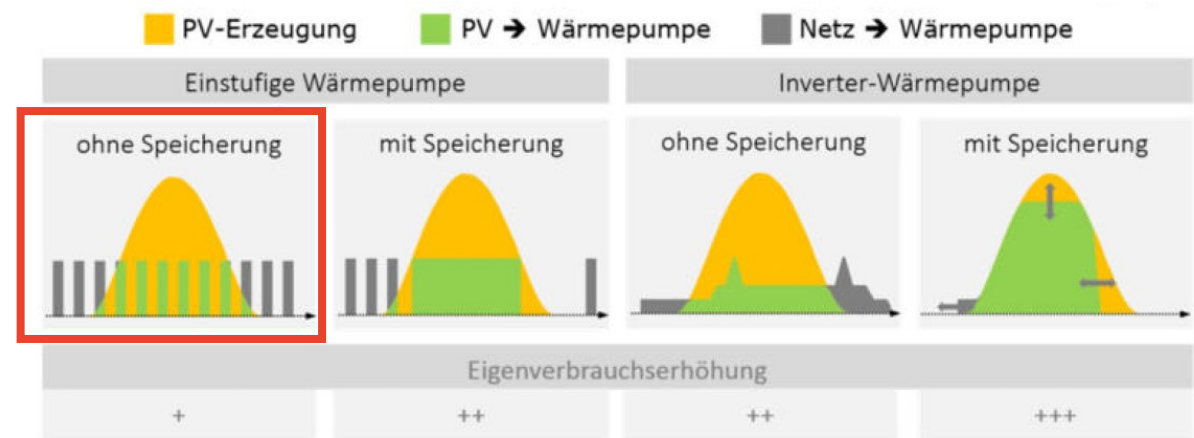
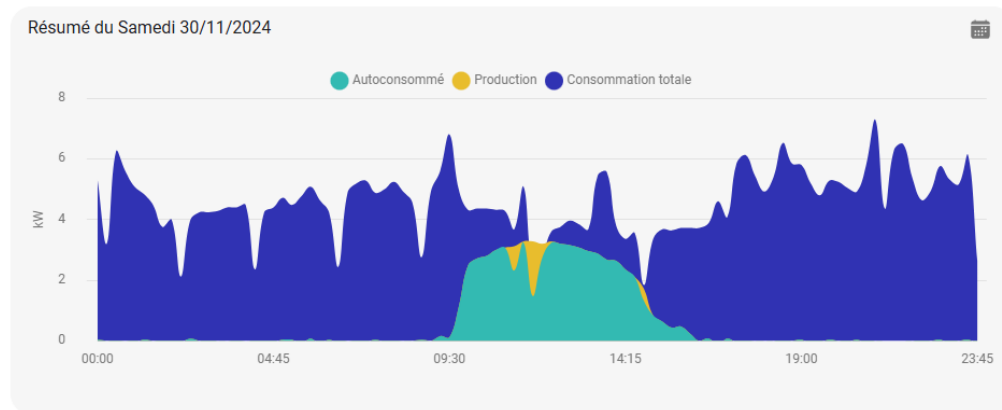


© SOLEXIS SA, tout droit réservé

Diagramm, Quelle: HTW Berlin - Tjaden, Quaschnig

sinon...

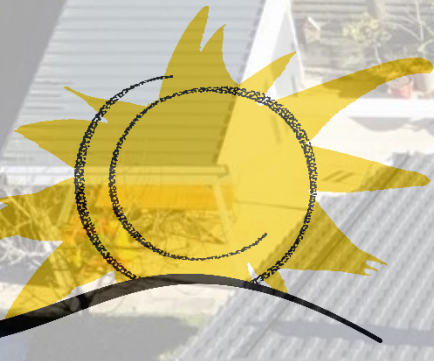
- on accroît le risque de blackout en hiver, et les importations étrangères ❌
- on ne paye pas moins cher que le système de chauffage précédent ❌
- on n'économise pas beaucoup de CO2 (environ 40%) ✖ peut mieux faire !
- l'investissement ne sera pas rentable ❌



© SOLEXIS SA, tout droit réservé

Diagramm, Quelle: HTW Berlin - Tjaden, Quaschnig

1974 **50** 2024
sses



SEBASOL

Conseils pour une installation PV réussie

Comment partir juste ?

1. Préparer un dossier

1. Plans de la maison / du ou des toitures bien exposées
2. Consommation électrique du bâtiment
3. Cahier des charges d'après slide précédent
4. Estimez ce qui peut être installé <https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/?lang=fr>

2. Recherchez des entreprises



proches de chez vous

3. Demandez au moins deux devis

1. Analyse gratuite par suisseénergie <https://www.suisseenergie.ch/tools/check-devis-solaire/>

4. Identifiez les subventions disponibles sur <https://www.francsenergie.ch/fr>

Points importants

	AJOUTÉ	INTÉGRÉ	COMMUN
Échafaudages dès 2m (OtConst)			X
Raccordement AC, annonces au réseau élec.			X
Longueur vis de fixation – attention à l’étanchéité !	X		
Étanchéité conforme AEAI (min 80°C)		X	
Ferblanterie		X	
Crochets de sécurité (SUVA)			X
Réflexion lumineuse (voisins, CFF, aéroport, ...)			X
Contrôle de réception + certification PRONOVO			X

Qualité de la toiture

Toitures inclinées (SIA 232.1)

- Système rapporté → se construit sur la couverture → mesures

2. État de la couverture

Un système solaire a une **durée de vie** prévisible de **plus de 25 ans**. Le matériau de couverture doit donc remplir sa fonction pendant cette période.

Depuis le 1^{er} janvier 1991, seuls les produits sans amiante sont autorisés à être vendus en Suisse. Cependant certains stocks de matériaux amiantés ont encore été posés après cette date.



EDCO BS SA



21

Qualité de la toiture

Toitures inclinées (SIA 232.1)



- Système rapporté → se construit sur la couverture → mesures

1. Type de couverture → matériaux → tuiles en béton

a. Tuiles en béton ⚠



Contrairement aux tuiles mécaniques en terre-cuite ①, les **tuiles en béton** ② n'ont pas d'emboîtement de tête, juste un recouvrement. Cette couverture ne convient pas à tous les systèmes solaires rapportés.



EDCO BS SA



15

Qualité de la toiture

Toitures inclinées (SIA 232.1)

edco
BSSA



- Système rapporté → se construit sur la couverture → mesures

1. Type de couverture → matériaux → terre cuite

a. Tuiles à emboîtement ✓

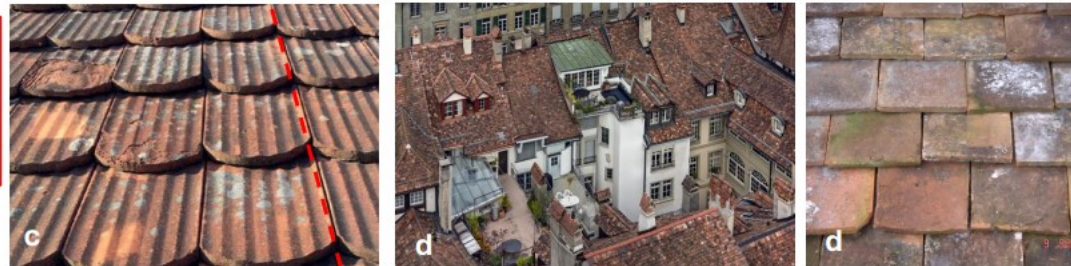
b. Tuiles plates en couverture double ✓

c. Tuiles plates en couverture simple ✗

d. Tuiles plates historiques fabriquées à la main ✗



La couverture simple en tuiles plates ainsi que les tuiles historiques fabriquées à la main ne permettent pas la de systèmes solaires rapportés.



EDCO BS SA jour

14

Toitures inclinées (SIA 232.1)



- Système intégré → considéré comme la couverture → SIA 232.1

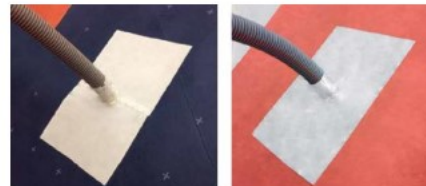
1. Exigences de la sous-couverture pour un système intégré

Les sous-toitures sous installations solaires intégrées doivent:

- Résister à une température de 80°C
- Les percements doivent être rendus étanches
- De nombreux systèmes solaires n'ont pas la même étanchéité que les matériaux de couverture standard et subissent donc plus d'infiltrations d'eau.
- Si le fabricant ne fournit pas d'informations sur l'inclinaison minimale la responsabilité incombe entièrement à l'entrepreneur.



Étanchéité de la sous-couverture aux passages de câbles



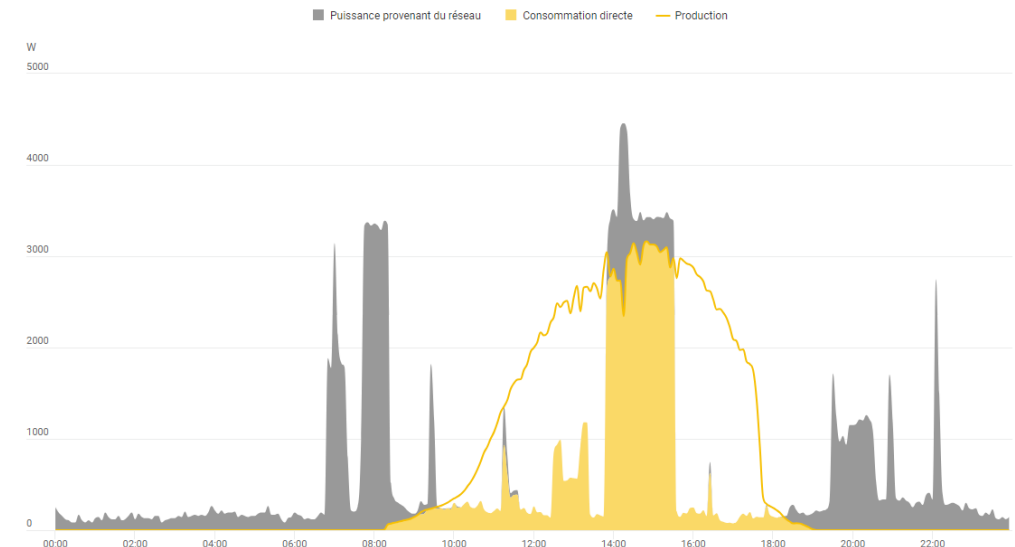
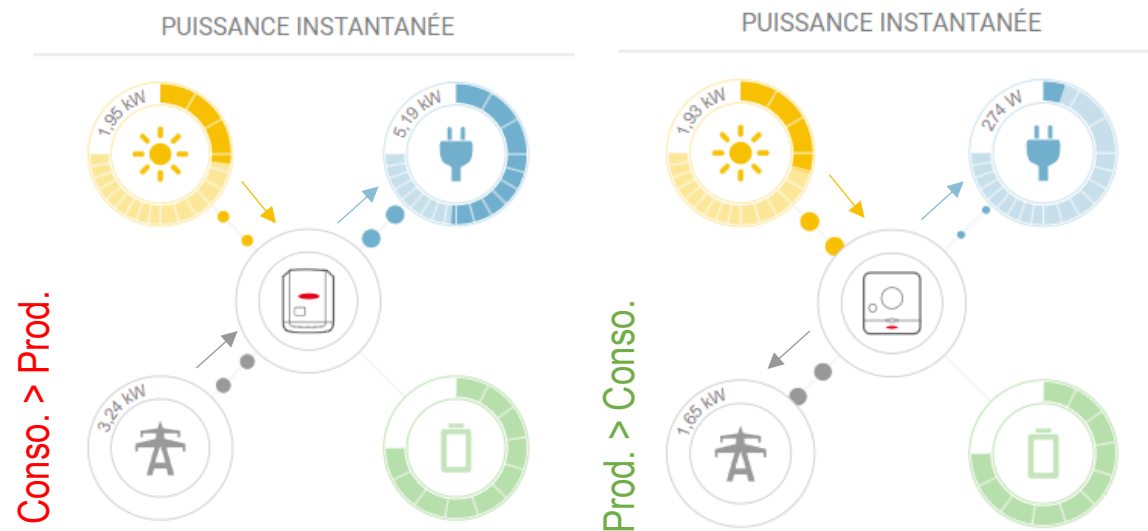
EDCO BS SA



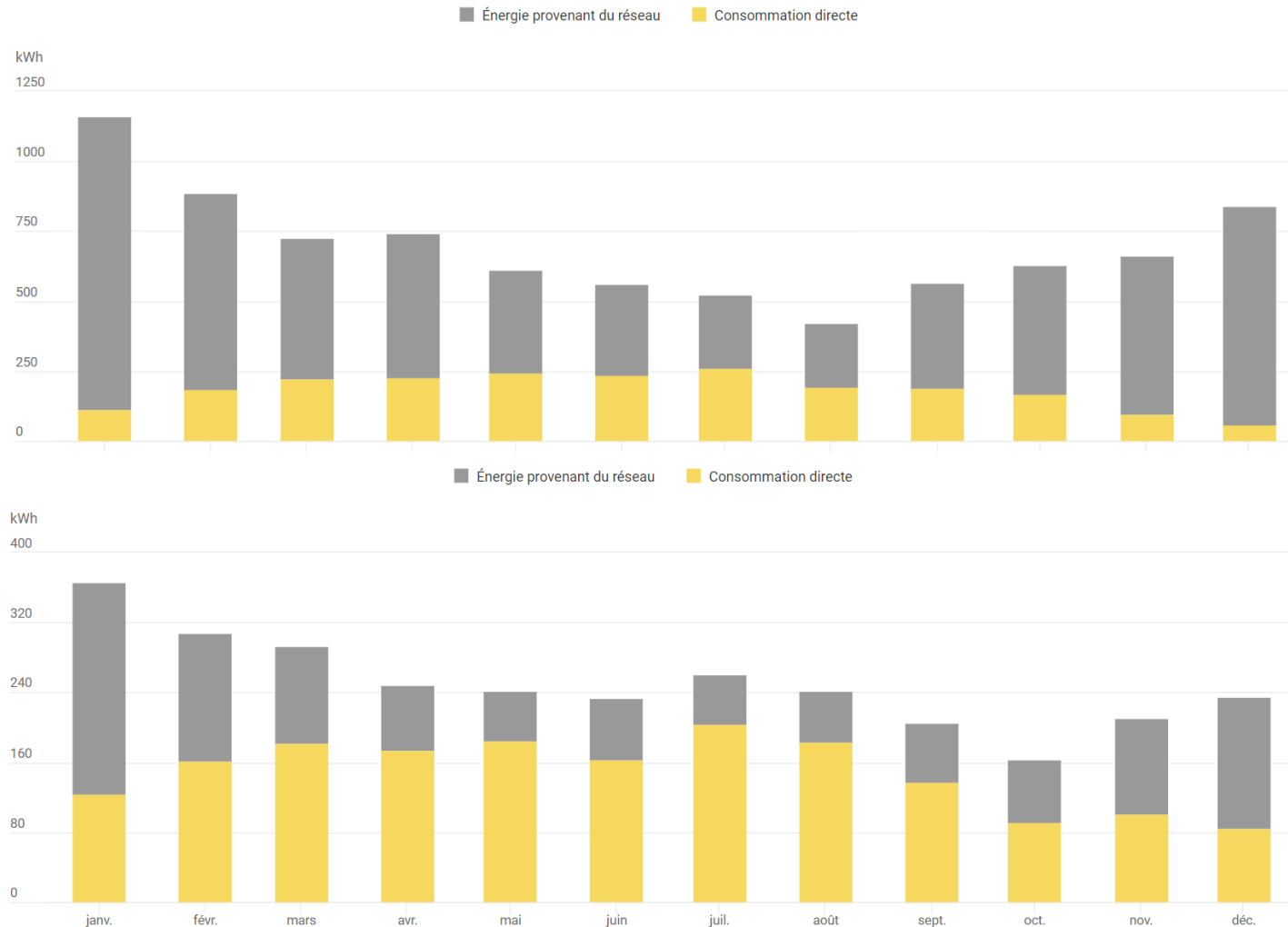
30

Comment fonctionne le système ?

- Le fonctionnement de l'installation est complètement autonome
- En moyenne pour une consommation standard, le **taux d'autoconsommation est de 30%** si la production annuelle = consommation annuelle
- L'énergie autoconsommée permet de réaliser une économie sur la consommation et donc sur la facture d'électricité, l'énergie excédentaire génère un revenu (imposé dès 10'000 kWh d'excédent).
- L'achat de l'énergie excédentaire par le GRD local est une obligation légale.



Autoconsommation / autonomie (PV)



Maison neuve + PAC

Conso : 8'300 kWh
 26% provenant du PV
 Prod : 6'000 kWh

Maison neuve + EV + ST et bois

Conso : 3'000 kWh
 60% provenant du PV
 Prod : 7'000 kWh

Est-ce que ça vaut le coup ?

Nouveautés importantes depuis 2026 !

- **Le tarif de rachat sera trimestriel**, basé sur le prix de référence du marché de l'énergie
 - Minimum prévu actuellement : environ 4.5 ct/kWh + garanties d'origine 2.5 ct/kWh = **7 ct/kWh**



Prix de marché de référence pour le photovoltaïque

Mois	Prix mensuel Fr./MWh	Volume mensuel (MWh)	Trimestre	Prix trimestriel Fr./MWh	Volume trimestriel (MWh)
2023/Juil	64.63	329'911	2023/3	71.66	852'494
2023/Août	75.66	273'278			
2023/Sept	76.57	249'305			
2023/Oct	89.01	155'169	2023/4	87.04	257'438
2023/Nov	98.37	60'876			
2023/Déc	62.96	41'392			
2024/Jan	71.66	56'418	2024/1	61.97	378'517
2024/Fév	60.22	123'981			
2024/Mar	60.29	198'118			
2024/Avr	36.87	295'850	2024/2	35.07	970'095
2024/Mai	33.88	352'036			
2024/Juin	34.71	322'209			
2024/Juil	22.88	458'867	2024/3	33.42	1'050'941
2024/Août	36.98	435'576			
2024/Sept	54.39	156'498			

De juillet 2023 à septembre 2024, les tarifs de reprise auraient été de :

$$Q3 = 7.2 + 2.5 = 9.7 \text{ ct/kWh}$$

$$Q4 = 8.7 + 2.5 = 11.3 \text{ ct/kWh}$$

$$Q1 = 6.2 + 2.5 = 8.7 \text{ ct/kWh}$$

$$Q2 = 3.5 \rightarrow 4.5 + 2.5 = 7 \text{ ct/kWh}$$

$$Q3 = 3.5 \rightarrow 4.5 + 2.5 = 7 \text{ ct/kWh}$$

Moyenne annuelle de 8.7 ct/kWh



Est-ce que ça vaut le coup financièrement ?

- Coût de production du kWh
 - Coût installation de **10 kW** = 27'000 CHF
 - Subvention PRONOVO = - 3'600 CHF
 - Subvention Ayent = 200 CHF/kW, max 5000 CHF → - 2'000 CHF
 - Remise d'impôts (20%) = - 4'280 CHF
 - **Coût net = 17'120 CHF**

 - Production durant 25 ans = $10'000 + 10'000 \times 99.6\% + \dots + 10'000 \times 90\% = 237'000$ kWh
 - Coût entretien = $25 \times 0.5\% \times 27'000$ CHF = 3'400 CHF
 - Tarif de rachat de l'excédent = 8,7 ct/kWh en moyenne annuelle
 - Tarif d'achat de l'énergie sur le réseau OIKEN = 27,7 ct/kWh

 - **Coût de production** = $(17'120 + 3'400) / 237'000$ kWh = **8,6 ct/kWh**
 - **Rentabilité** = Economies (35% autoconso) + vente = **36'400 CHF de gains dans 25 ans → ROI en 13 ans environ**

Et les batteries de stockage dans tout ça ?

Les arguments de vente typiques ...

- Vous deviendrez indépendants ! ❌
- Economisez du CO2 en installant des batteries ! ❌
- Ces systèmes sont rentables ! ❌
- Elles permettent d'éviter un renforcement du réseau ❌

... et leurs réalités

- Vous passerez de 30% d'autonomie à 70%. Et alors ?
- Les batteries de stockage ne font économiser aucun gramme de CO2, mais en émettent beaucoup pour leur fabrication. L'électron stocké ne sera pas consommé par le voisin. Les batteries ne créent pas d'énergie !
 - Environ 2 tonnes de CO2 émis pour une batterie de 10 kWh. Le quota annuel d'une personne pour une société durable
- Les GRD ne prennent pas en compte les batteries domestiques dans leur dimensionnement. Elles peuvent tomber en panne, être pleines, ne pas être remplacées, etc...



Et les batteries de stockage dans tout ça ?

Coût d'un système de stockage de 15 kWh : 10'000 CHF TTC
Nombre de cycles annuels : 250 en moyenne
Garantie du système : 15 ans @ 60% de la capacité d'origine

....

Coût du kWh avec batterie :

24 ct/kWh

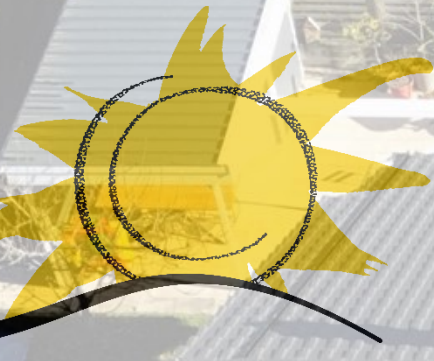
Coût du kWh sans batterie :

30 ct (achat) – 9 ct (vente) = 21 ct/kWh

Vendre et racheter sur le réseau électrique est

- meilleur marché ✓
- moins polluant ✓
- plus éthique ✓

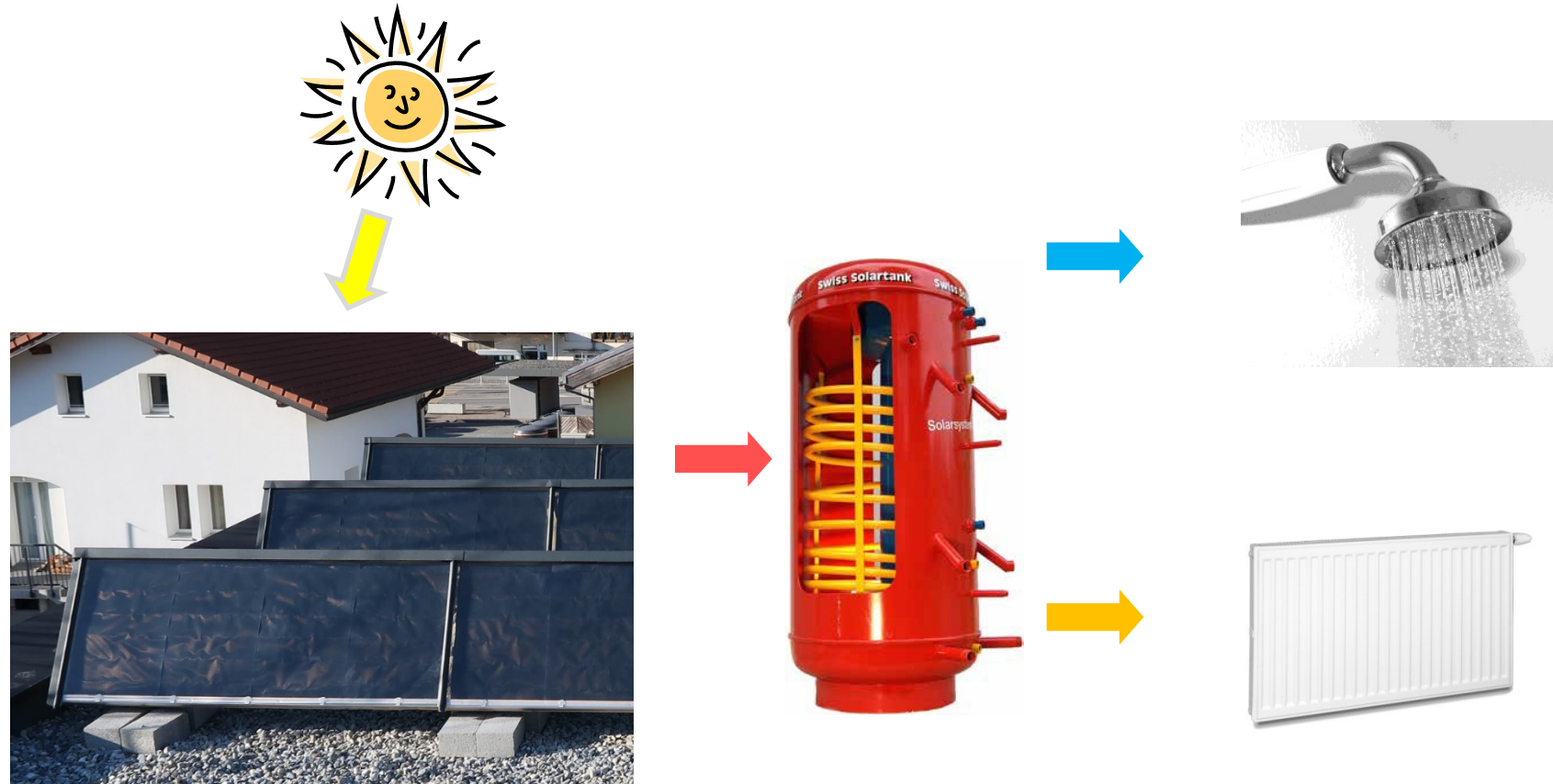
1974 **50** 2024
sses



SEBASOL

Conseils pour une installation solaire thermique réussie

Principe de base du solaire thermique

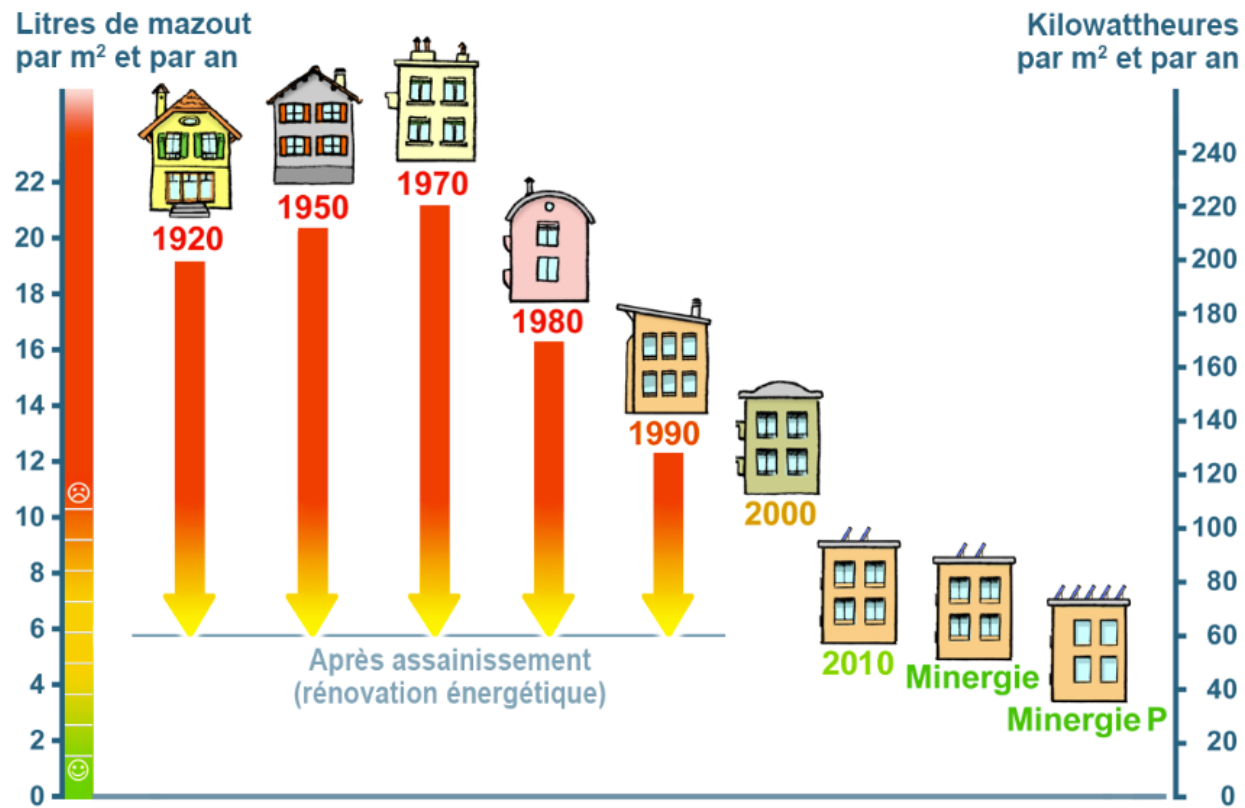


Eau chaude + antigel
 $\eta = 70-80\%$

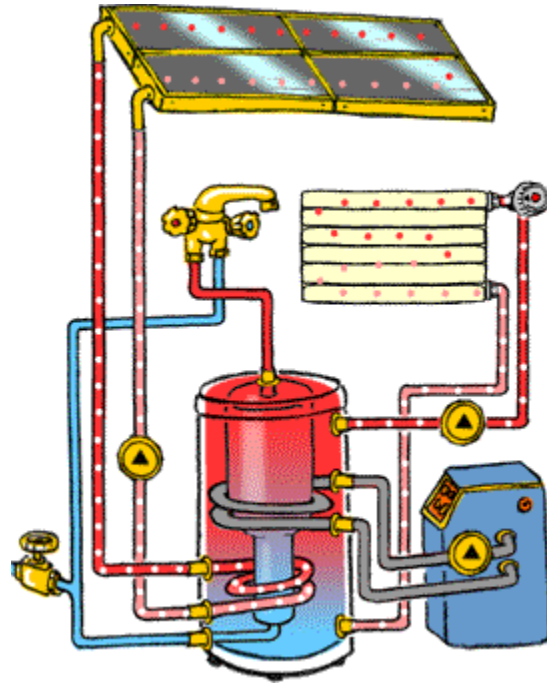
pas de transformation
 $\eta = 100\%$

Où vous situez-vous ?

Besoins de chaleur des bâtiments

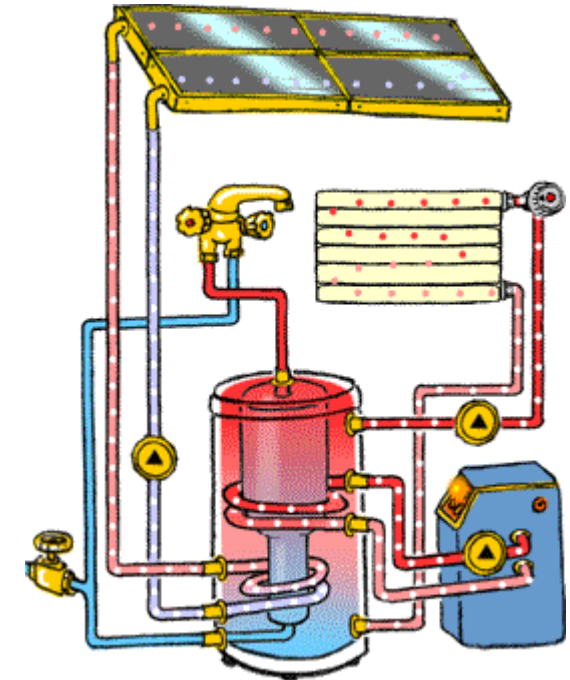


La chaleur solaire dans l'habitat



Bâtiment neuf 150m² / 4 hab. / 50kWh/m²

- 12m² / 1'300L
- 6 mois par an sans appoint
- inclinaison 70° SE
- Reste
 - 2 stères de bois (env. 400 CHF)
 - ou 1'500 kWh d'électricité avec une PAC (env. 450 CHF)
- 60% d'autonomie (pessimiste)
- Cas réels : > 80%



<https://www.energie-environnement.ch/batiment-chauffage/solaire/capteurs-solaires-pour-le-chauffage-et-l-eau-chaude>

Exemple d'un bâtiment économe

Individuel à neuf. 2015



Jaquier, Sorens. Minergie-P à neuf. 180m² chauffés. Famille de 4 personnes. 15m² solaire, poêle hydro, distribution, ventilation en autoconstruction. Couverture solaire > 80%. Bois < 1 stère/an

Comment partir juste ?

1. Préparer un dossier
 1. Plans de la maison / du ou des toitures bien exposées
 2. Cadastre / Parcelle / Ombrages proches et lointains / Terrain / Dénivelées / LATC
 3. Consommation globale (slide suivant)
 4. Potentiel de réduction des besoins (slide suivant)

2. Recherchez des entreprises



proches de chez vous

3. Fournir un cahier des charges standard à faire respecter absolument

1. Par exemple <http://www.sebasol.info/public/cahier.pdf>

4. Identifiez les subventions disponibles sur le site de votre canton et de votre commune

2 types de subventions

Subvention cantonale (Programme Bâtiment)

- Bâtiment construit avant 2016

Taux de contribution			
	Habitat individuel	Habitat collectif	Autres catégories de construction
Référence : puissance thermique nominale des capteurs, en kW	1'200.- + 650.-/kW (50% en cas de remplacement)		
	1. Certificat Minergie ou CECB C pour l'enveloppe, ou 2. Installation toiture, U toit : a) avant 1990 $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ b) après 1990 $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ou production d'eau chaude avec bois, ou CAD (75% renouvelable ou rejets thermiques).	1. Certificat Minergie ou CECB C pour l'enveloppe, ou 2. Immeuble avant 2000 : CECB classe E enveloppe, ou 3. Installation toiture, U toit: a) avant 1990 $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ b) après 1990 $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ou production d'eau chaude avec bois, ou CAD (75% renouvelable ou rejets thermiques).	1. Installation toiture, U toit : a) avant 1990 $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ b) après 1990 $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ou production d'eau chaude avec bois, ou CAD (75% renouvelable ou rejets thermiques), ou 2. Cas particuliers de cas en cas, par ex. hôtel et bâtiment avec besoins d'eau chaude importants.

Subvention communale (Attention: faire la demande avant tout travaux)

Solaire thermique				
Production d'eau chaude par capteurs solaires thermiques Label Solar Keymark ou SPF - Surface minimum de 3 m ²	Villa	1000.-	+ 300.- par mètre carré	2'800.-
	Immeuble	1000.-	+ 300.- par mètre carré	5'500.-

Comment continuer juste (détail)

BESOINS

- Eau chaude sanitaire
 - ✓ Nombre de personnes
 - ✓ Possibilités d'économies d'eau
 - ✓ Machines dérivables sur l'ECS
 - ✓ Autres besoins (artisanat)
- Chauffage
 - ✓ Consommation existante
 - ✓ CECB du bâtiment
 - ✓ Type de distribution chauffage

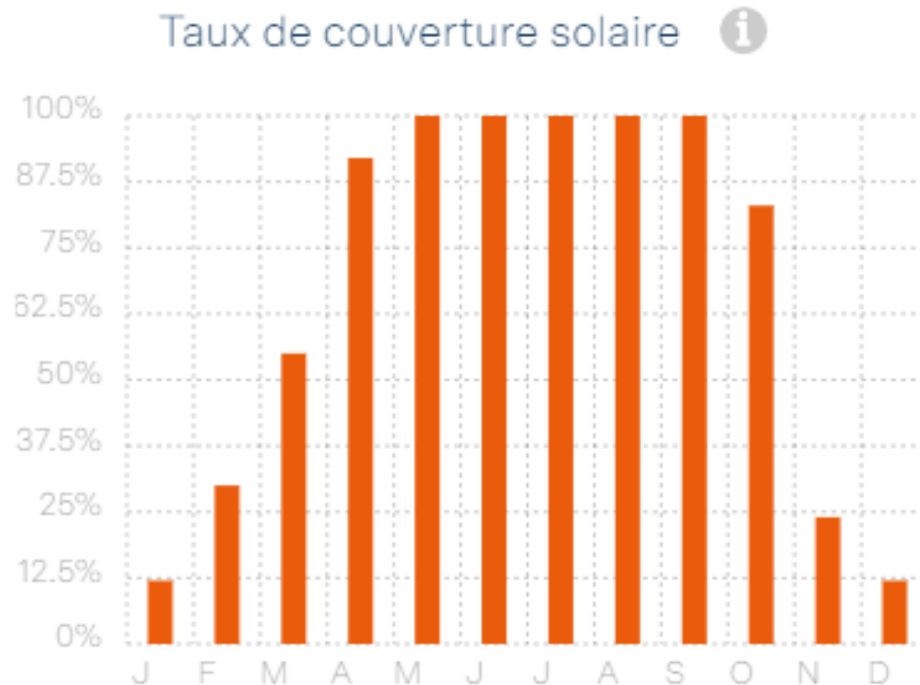
TECHNIQUE

- Orientation / pente / surface toiture
- Autre emplacement ?
- Place en chaufferie pour accumulateur solaire thermique
- Passage portes
- Adaptation chaudière existante ?
- Remplacement chaudière ?

FINANCE

- Subvention cantonale
- Synergies de subventions
 - Doublement pour remplacement du fossile
 - Doublement pour isolation toiture
- Subventions communales
- Remise d'impôts
- Moins-values

Prolonger la vie de la chaudière



- Habitation des années 2000
 - pente de toit de 40°
 - orientation SO
 - 15m² / 1'500L
- **Divise par deux** l'achat de combustible !
- Appoint bois ou fossile éteint entre fin avril et début octobre
- Prolonge la vie de l'appoint car évite les enclenchements pour l'ECS uniquement

Et une douche préparée par le soleil fait bien plus plaisir !

Parlons chiffres

PARLONS CHIFFRES

(état octobre 2022)

Grandeurs d'installations

Maison familiale avec une surface de capteurs de 6 m² ECS | 18 m² ECS&ch

Autoconstruction (installation standard)

Prix moyen TTC, stockage compris	8'000.-	18'000.-
Temps de construction moyen	110 h.	230 h.
Subvention minimale (plus dans certains canton)	2'800.-	6'000.-

Clé-en-main (installation standard)

Prix moyen TTC, stockage compris	15'000.-	30'000.-
Subvention minimale (plus dans certains cantons)	2'800.-	6'000.-

Épargne moyenne par an (en équivalent mazout) | 300 litres | 700 litres



Est-ce que ça vaut le coup financièrement ?

Exemple : individuel 15'000 kWh/an => 18m² (sur supports) / 1'920L + poêle hydro 18 kW à Ayent

- Coûts
 - ST 18m² = 35'000 CHF
 - Poêle hydro = 12'000 CHF
 - Adaptation chauffage = 4'000 CHF
- Subventions
 - Cantonales ST = 7'440
 - Cantonales Bois = 5'000 CHF
 - Communales ST = 2'800 CHF
 - Cantonales Bois = 4'000 CHF
 - **Coût net = 31'760 CHF**
- Remise d'impôt
 - 20% du coût restant : 6'000.-
 - **Coût net après impôts = ~25'760 CHF**
- Charges
 - Avant : mazout 15'000 kWh * 0.13 = ~ 2'000.-
 - Après : bois 3.5 stères = ~ 700.-
- **Rentabilité : 25* (2000-700) = 32'500.- de gains dans 25 ans**

Qu'en retenir ? Le solaire thermique...

- Est low-tech, donc beaucoup plus relocalisé, et donc ne se fait pas dans des conditions opaques
- Permet de sortir du fossile pour les besoins vitaux de chaleur (quasi) sans électricité pour autant que ...
 - ✓ le bâtiment ne soit pas une passoire de chaleur (argent mieux investi dans l'isolation)
 - ✓ pour le chauffage, la pente et l'orientation soient adéquates (sinon faire en façade ou dans le terrain !)
 - ✓ la place en chaufferie soit suffisante
 - ✓ les besoins soient suffisamment diminués pour que l'appoint hivernal soit réduit (pas d'importation électrique, 0.5 stères/personne an de bois etc...)
- Épargne ainsi l'électricité pour les usages où l'électricité est nécessaire ...
- Prendre garde aux points suivants :
 - × Se renseigner sur les sociétés. Investiguer leur histoire. Ne pas prendre celles qui font ça à côté de leur cœur de métier. Demander à visiter des réalisations.
 - × Ne pas surdimensionner. Le ST demande très peu de place en toiture ! Dimensionner autant que possible en fonction des besoins diminués futurs (isolation, ...).
 - × Vu le peu d'électricité consommée par le ST et le bois, les batteries ne sont utiles que comme système de sécurité en cas de blackout => pas besoin de grosses batteries ni de high-tech !

1974 **50** 2024
sses



SEBASOL

**«L'énergie le meilleur marché est
celle que l'on ne consomme pas ...!»**

A VOUS DE JOUER !

Documentation



Brochure «Entretien minimal des installations solaires» à télécharger sur le site de la SSES :

<http://www.sses.ch/fr/?s=entretien+minimal>



La présentation de ce soir sera sur le site:

<https://www.sses.ch/fr/regional-und-fachgruppen/rso/>

