



TRANSFORMATEURS SOLAIRES THERMIQUES

Bernard Lachal,

Université de Genève

25^{ème} journée du Cuepe, 19 mai 2017

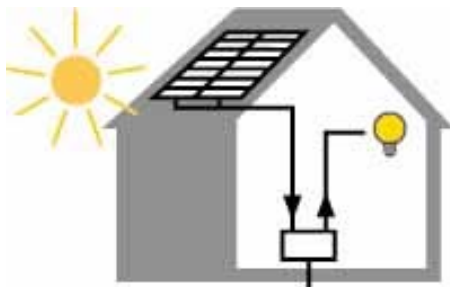
Transformations vers la chaleur et l'électricité



Solaire passif
captage par le bâtiment, sous
forme de chaleur basse
température ($\sim 20^{\circ}\text{C}$)



Solaire thermique
captage par un circuit d'eau,
sous forme de chaleur moyenne
température ($20\text{-}60^{\circ}\text{C}$)



Solaire photovoltaïque :
captage par cellules solaires,
sous forme d'électricité

Source: Swissolar



immeubles minergie



Tous

Images

Actualités

Maps

Vidéos

Plus

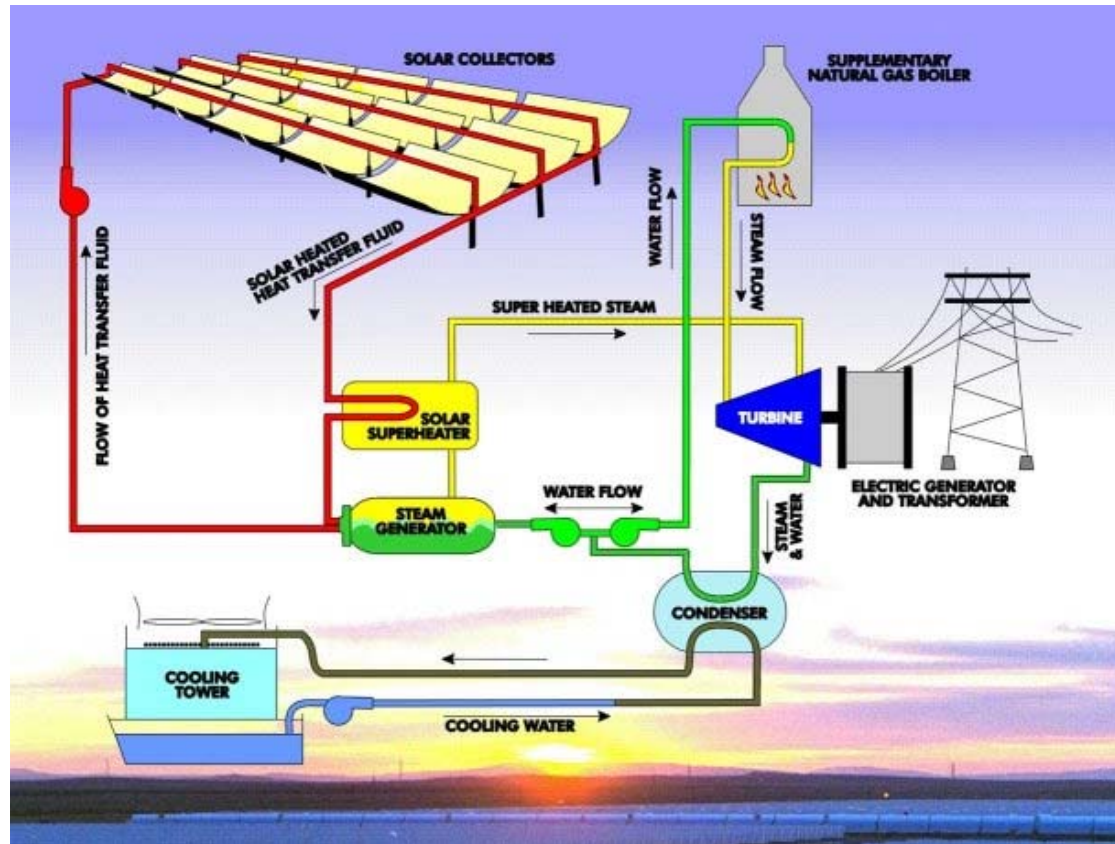
Paramètres

Outils



Electricité solaire thermique

Exemple : Solar Energy Generating Systems (SEGS) in California's Mojave Desert

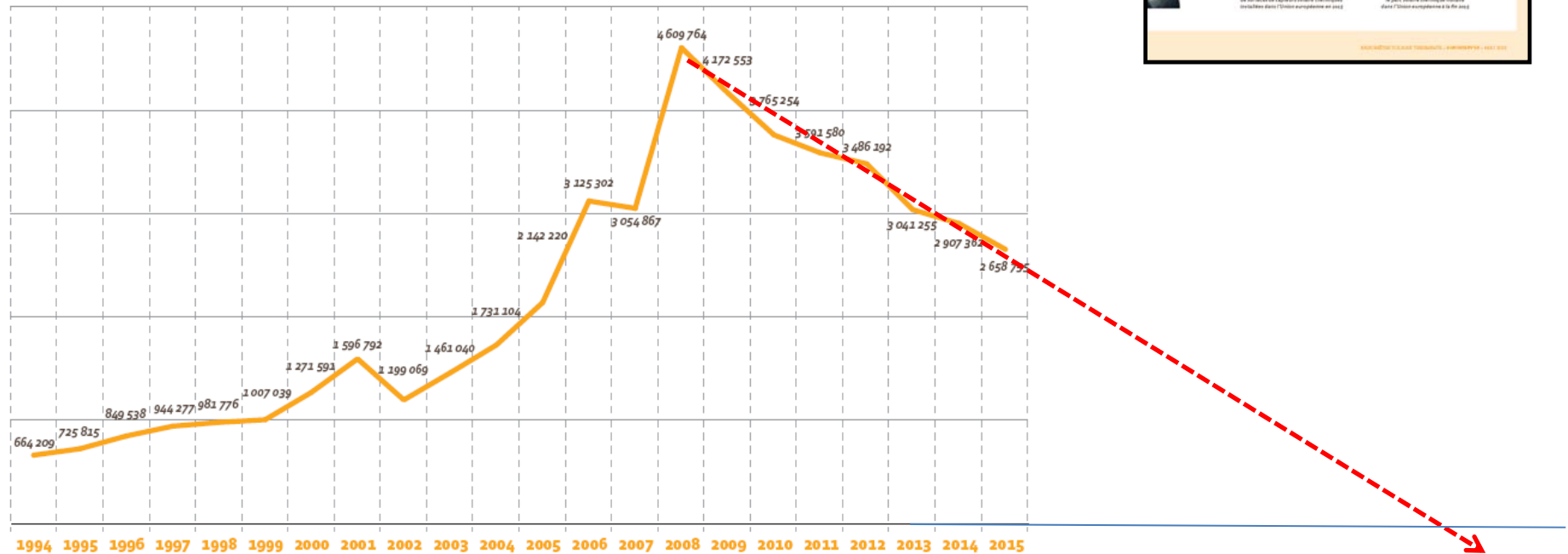


Solaire thermique européen

<https://www.eurobserv-er.org/category/barometers-in-french/>

Graph. n° 1

Évolution des surfaces installées dans l'Union européenne depuis 1994 (en m²)



Pays membres inclus à la date de leur adhésion. Source : EurObserv'ER 2016.

- 8,6 %
la baisse du marché solaire thermique de l'Union européenne en 2015

BAROMÈTRE SOLAIRE THERMIQUE

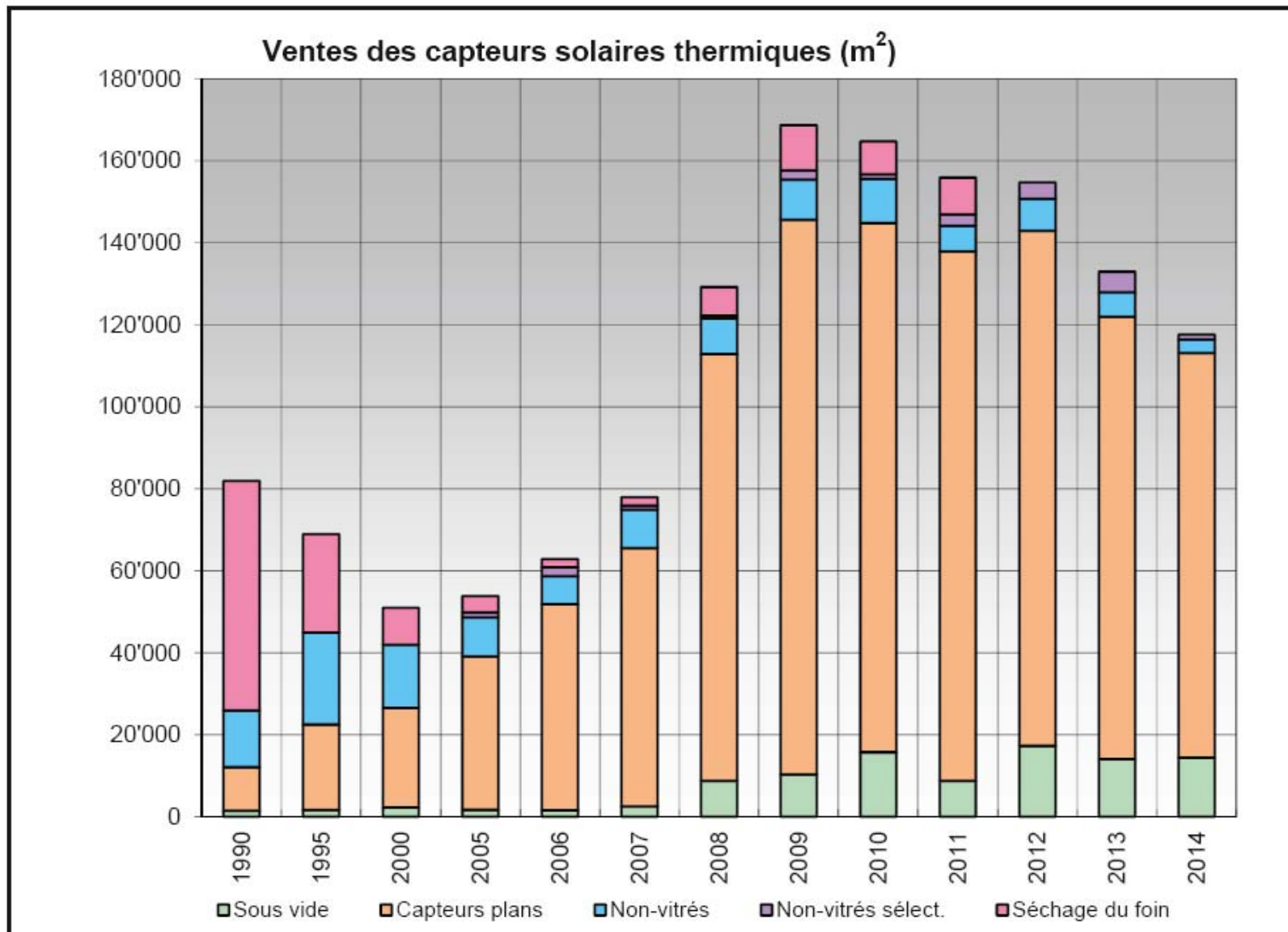
En 2015, le marché solaire thermique de l'Union européenne est en baisse pour la septième année consécutive. Selon EurObserv'ER, la puissance additionnelle des installations solaires thermiques dédiées au marché de la chaleur (eau chaude et chauffage) a atteint 1 361 MWh, soit une surface de capteurs de 2,7 millions de m². Cela représente une déclin de 8,6 % par rapport aux capteurs installés l'an passé. La puissance cumulée des installations solaires thermiques atteint désormais 34,3 GWth, soit 45 millions de m² de capteurs.

2,7 millions de m²
de surfaces de capteurs solaires thermiques installées dans l'Union européenne en 2015

34 332 MWh
de puissance solaire thermique installée dans l'Union européenne à la fin 2015

2025

Solaire thermique suisse



Les raisons évoquées

Dans le baromètre solaire 2016 (pour l'année 2015), on cite les raisons suivantes :

- Bas prix du gaz et du mazout
- Concurrence d'autres technologies moins chères à l'investissement et plus simples (chaudières à condensation, pompes à chaleur air-air ou chauffe eaux thermodynamique) mais tout autant subventionnées
- Diminution des subventions
- Concurrence « fratricide » du photovoltaïque
- Plus grave, déficit d'image et de communication.

Quelques observations

Dans ce même baromètre solaire 2016 (pour l'année 2015), on note que trois marchés résistent :

- Pologne (2^{ème} marché européen, après l'Allemagne) nouvelle organisation de l'aide, suppression de l'obligation de poser du PV pour avoir des subventions pour le thermique (!),
- Grèce, marché de remplacement + relance du tourisme
- Danemark : 95% pour réseaux thermiques (grands champs, souvent > 1'000m²) , 5 % pour individuels (10'000m²).

La messe est-elle dite ou y-a-t-il des opportunités pour le solaire thermique?

Retour vers le passé

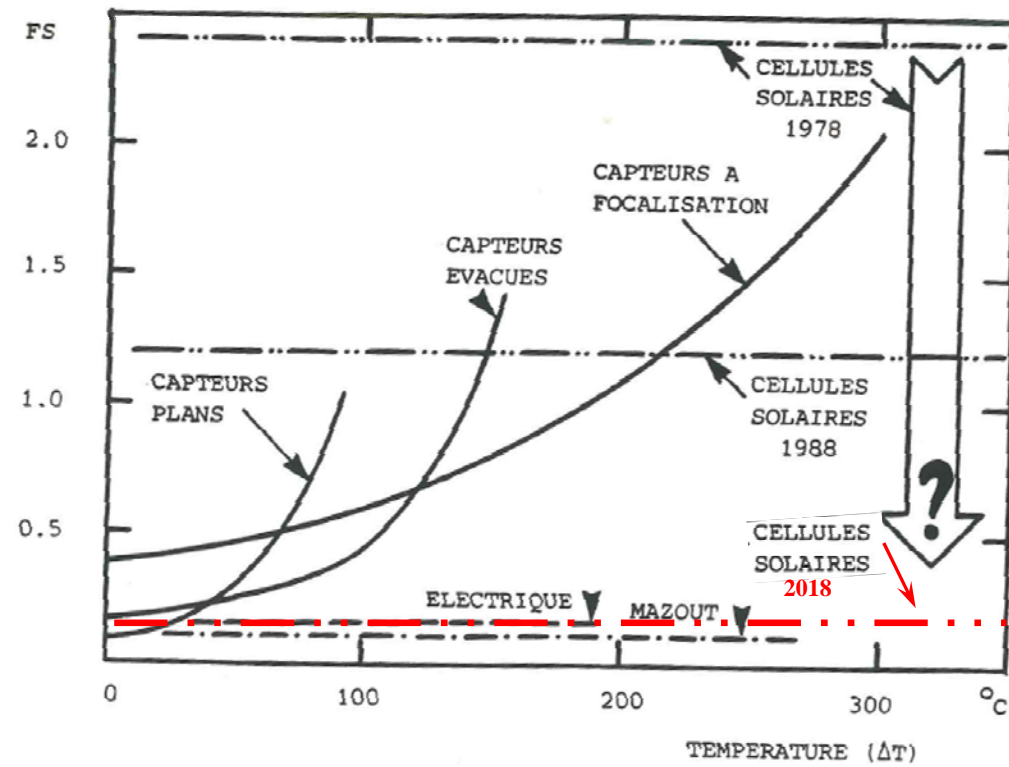


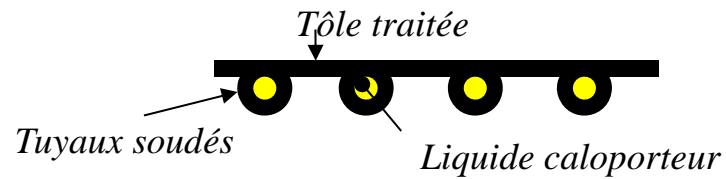
Figure 7

Prix du kWh solaire thermique (eau chaude) – Genève (moyenne annuelle).

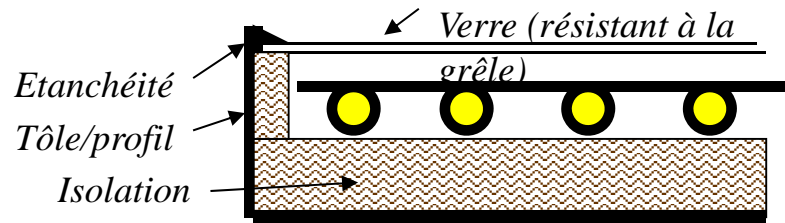
Les types de capteurs

Technologies

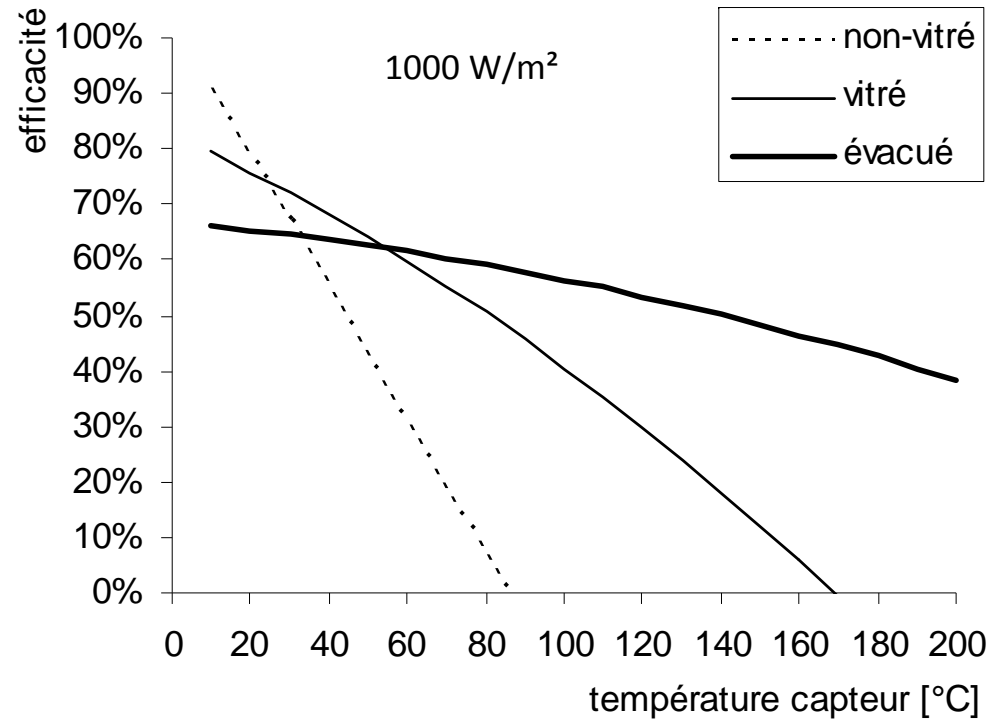
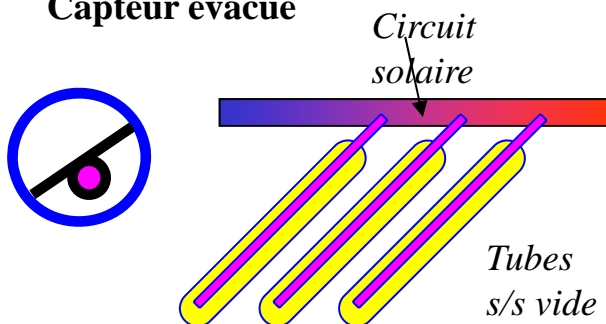
Capteur plan non vitré



Capteur plan vitré



Capteur évacué



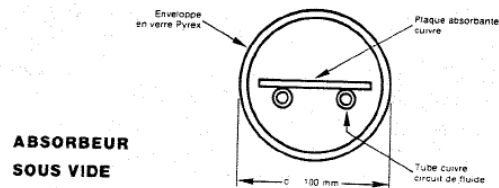
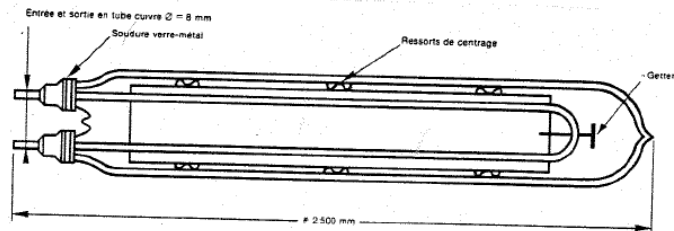
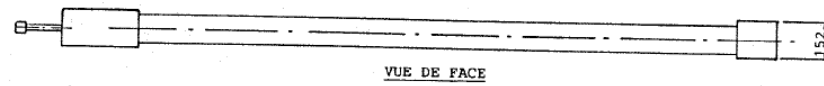
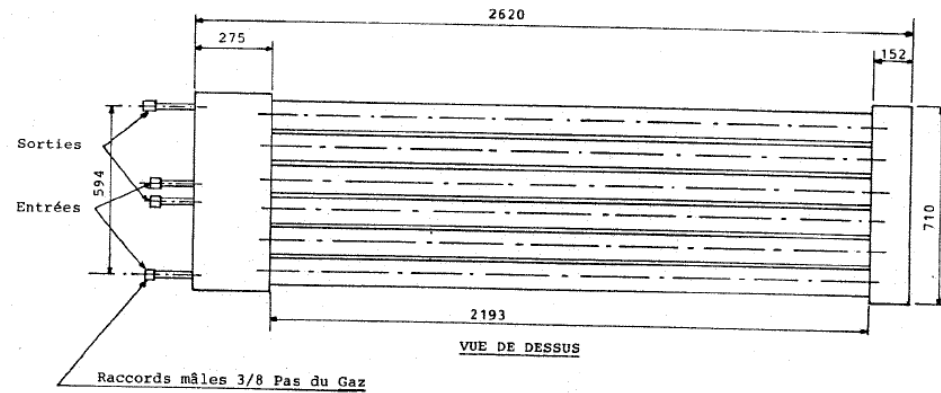
Les années 1980 : capteurs évacués

Dans le cadre de l'AIE, d'intenses recherches pour les applications à hautes températures (CAD, industries) :

- 1980 : Solarcad test, 2 fois 20 m² pour apprentissage
- 1985 : Solarcad 1000, 1'000 m², Genève
- 1983 : Solarin, 400 m², Hallau (SH), usine Rimuss
- 1990 : Solarin II, 330 m², Huttwil (Be), Usine alimentaire

Les années 1980 : capteurs évacués

Capteurs évacués Corning (1975 - ?)



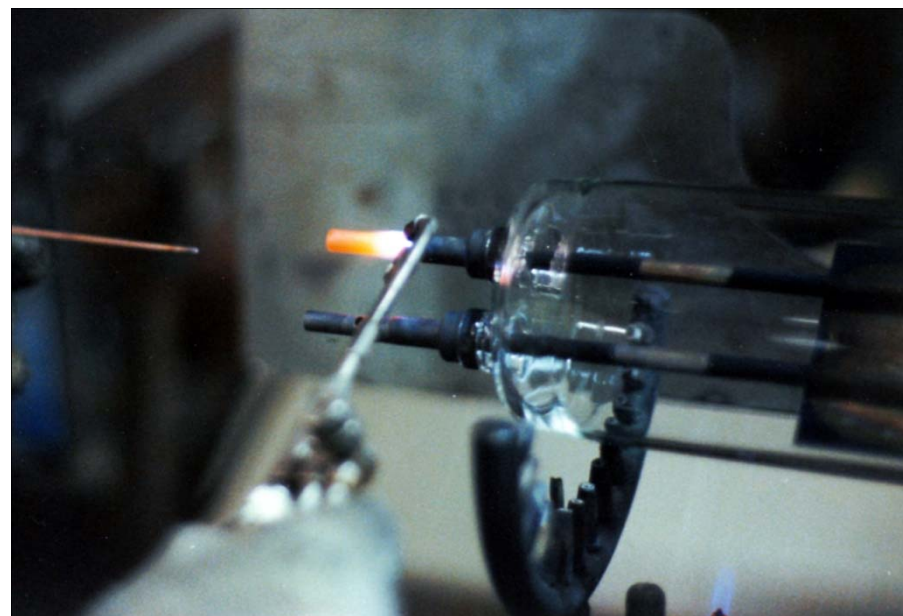
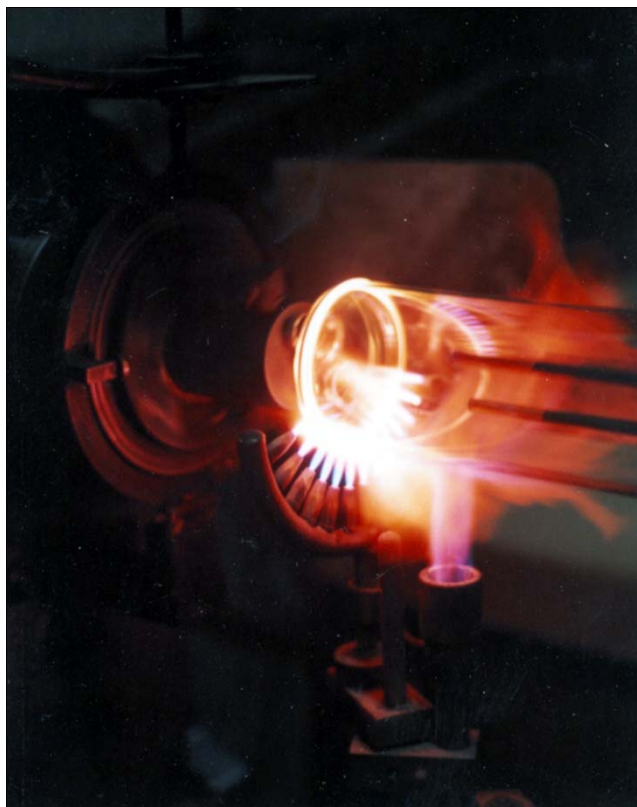
Les années 1980 : capteurs évacués

Capteurs évacués Corning (1975 - ?)



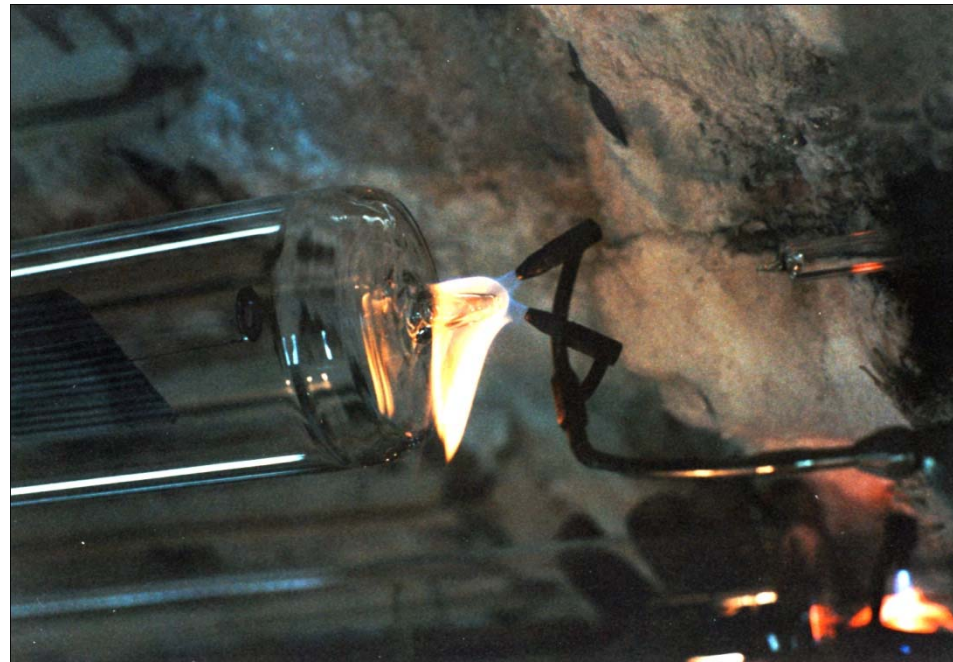
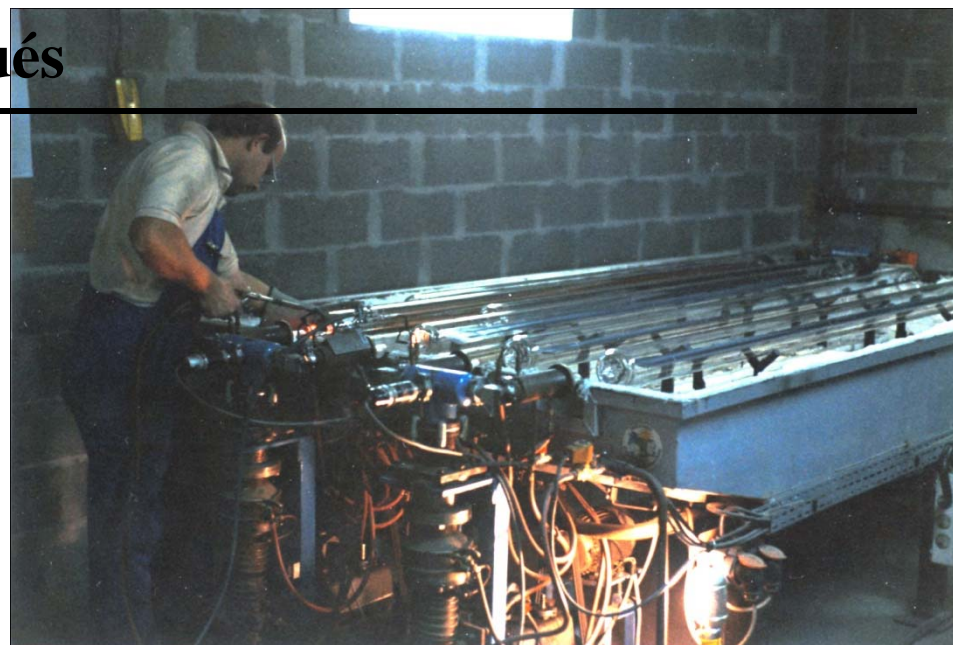
Les années 1980 : capteurs évacués

Capteurs évacués Corning (1975 - ?)



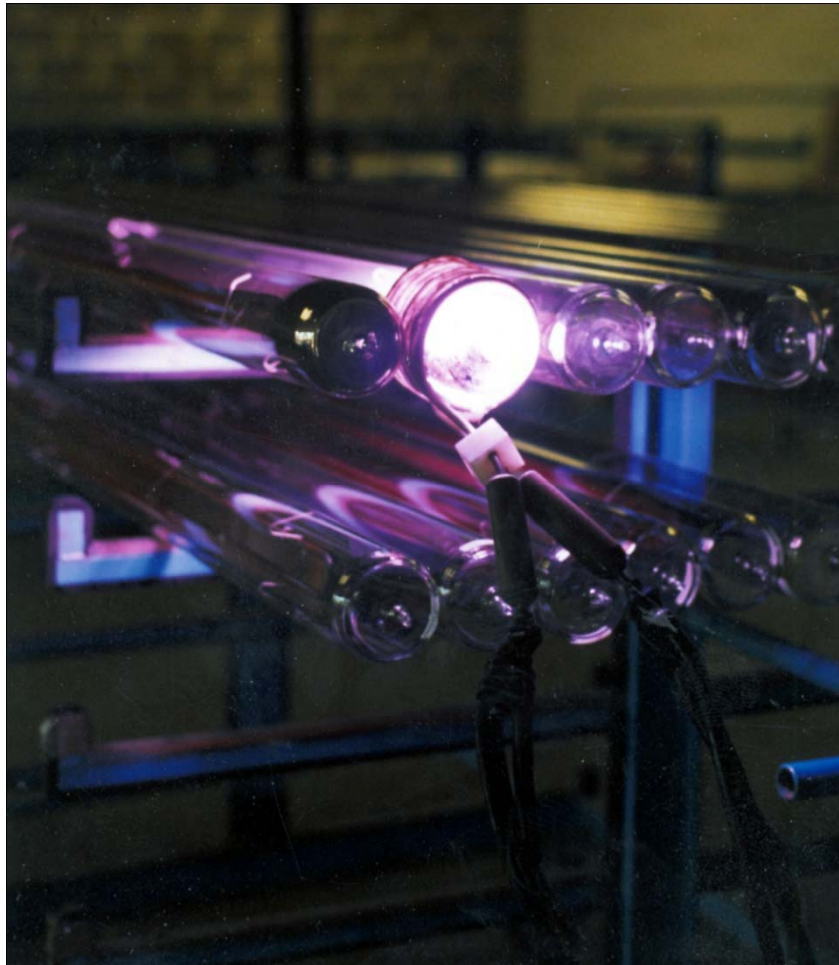
Les années 1980 : capteurs évacués

Capteurs évacués Corning (1975 - ?)

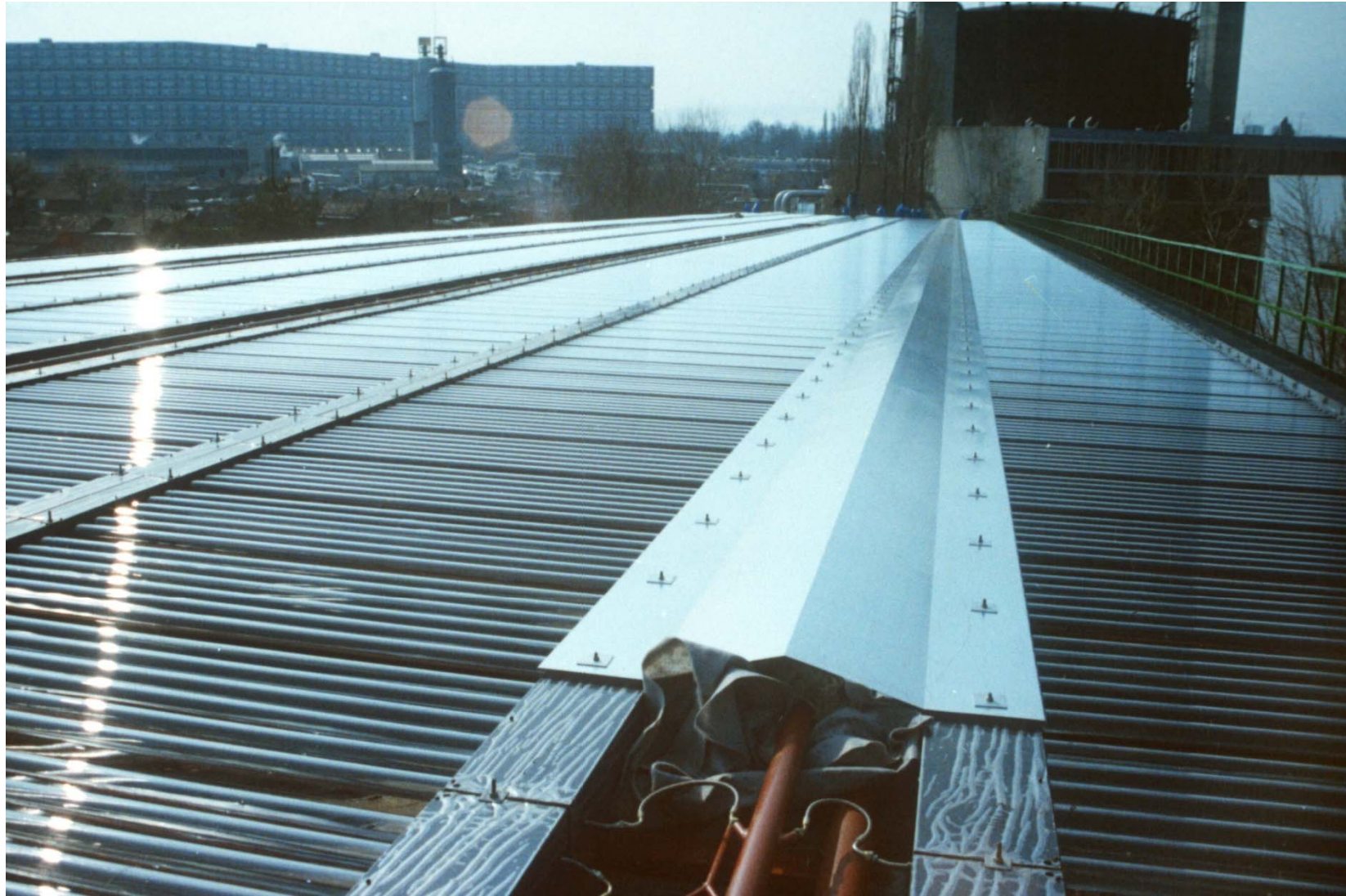


Les années 1980 : capteurs évacués

Capteurs évacués Corning (1975 - ?)



Solarcad 1000, 1985



1980 : Solarcad test, 2 fois 20 m² pour apprentissage

1980 : 14.4 % à 84 °C

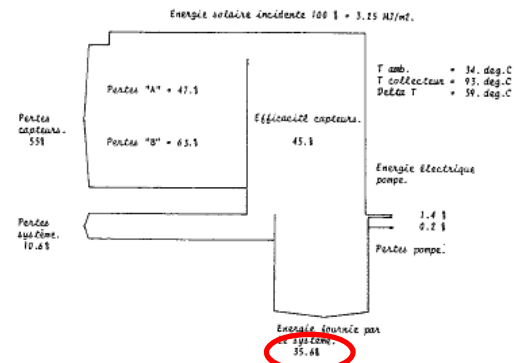


Diagramme fléché pour l'installation Corning sur une heure, le 12 juillet 1983.

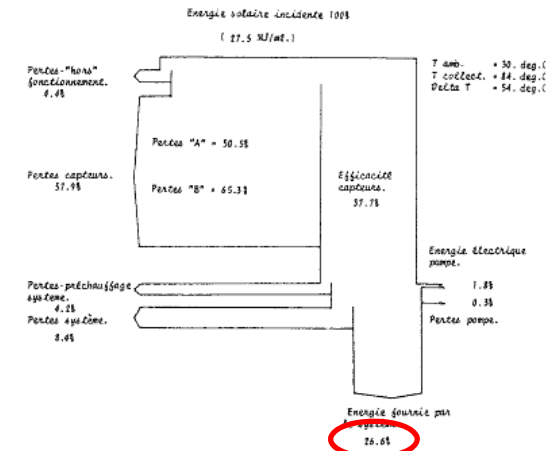


Diagramme fléché pour l'installation Corning sur un jour, le 12 juillet 1983.

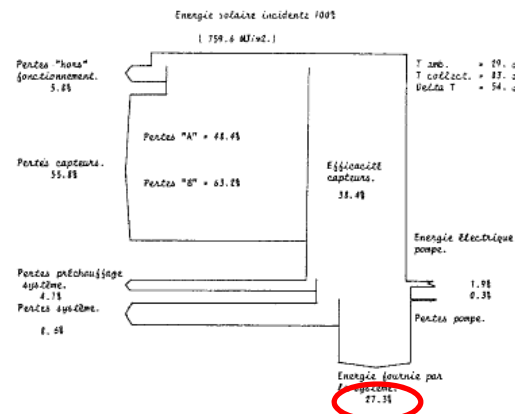


Diagramme fléché pour l'installation Corning sur le mois de juillet 1983.

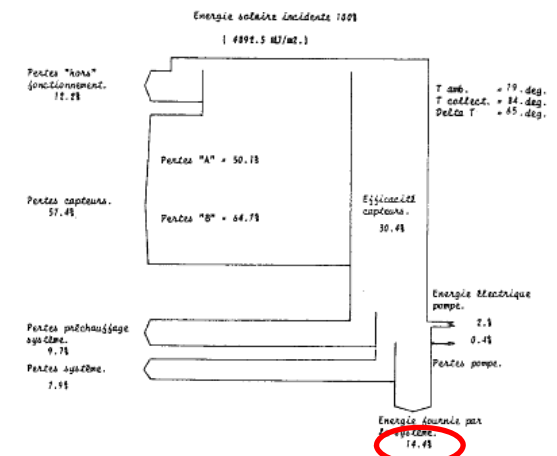


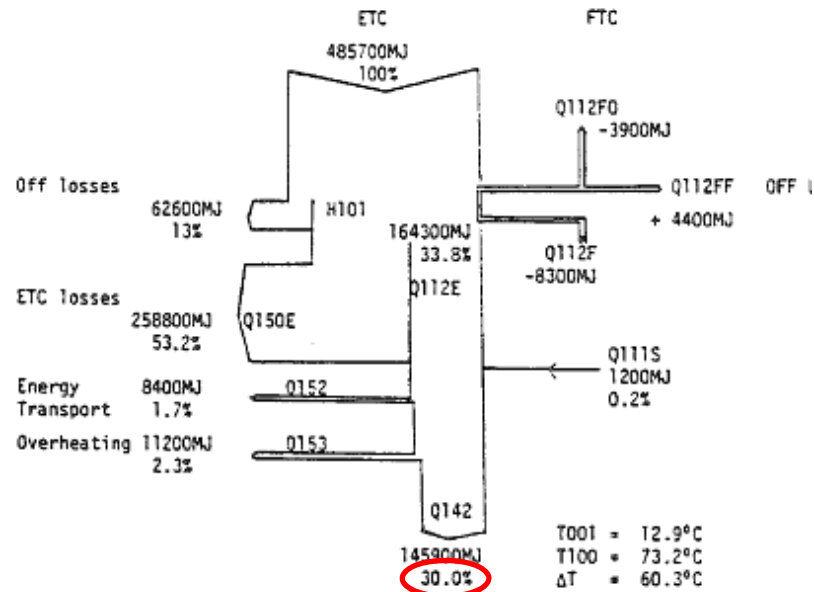
Diagramme fléché pour l'installation Corning sur un an, d'avril 83 à mars 1984.

Diagrammes fléchés pour l'installation Corning.
Figure 53.

Solarin, 400 m², Hallau (SH), usine Rimuss, 1985

1982 : 23 % à 90 °C
 30 % à 73 °C

Energy flow arrow diagram
 6.3 - 31.5 : "Heating"



Energy flow arrow diagram
 1.6 - 31.8 : "Process"

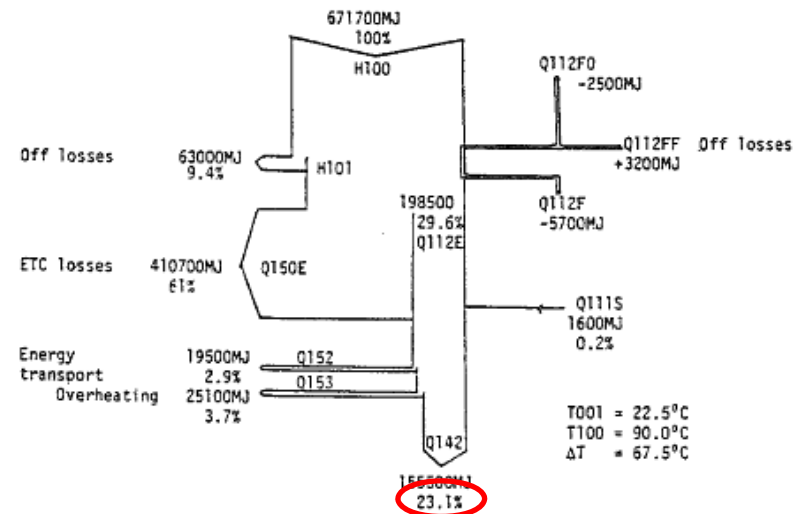


Fig.105

Energy flow diagram of the solar cycle, summarizing the inputs and outputs including all losses in two different periods and under different average operating conditions

1985 : Solarcad 1000, 1'000 m², Genève

1984 : 30 % à 88 °C

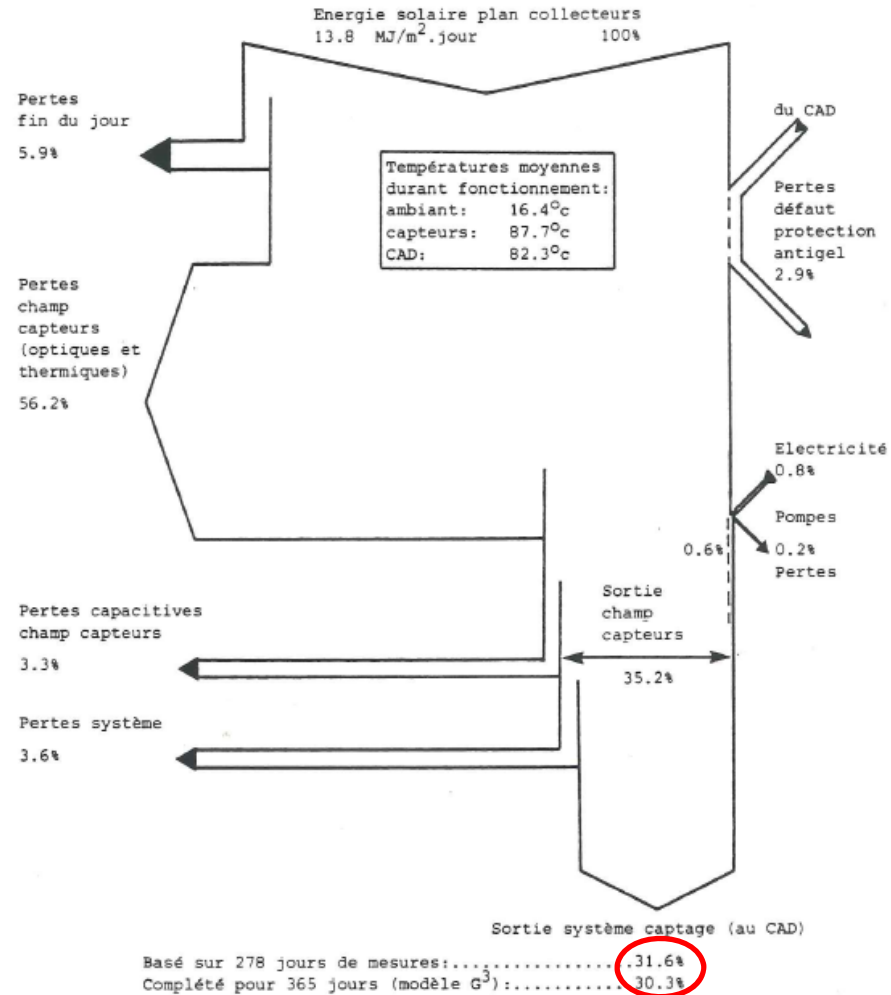


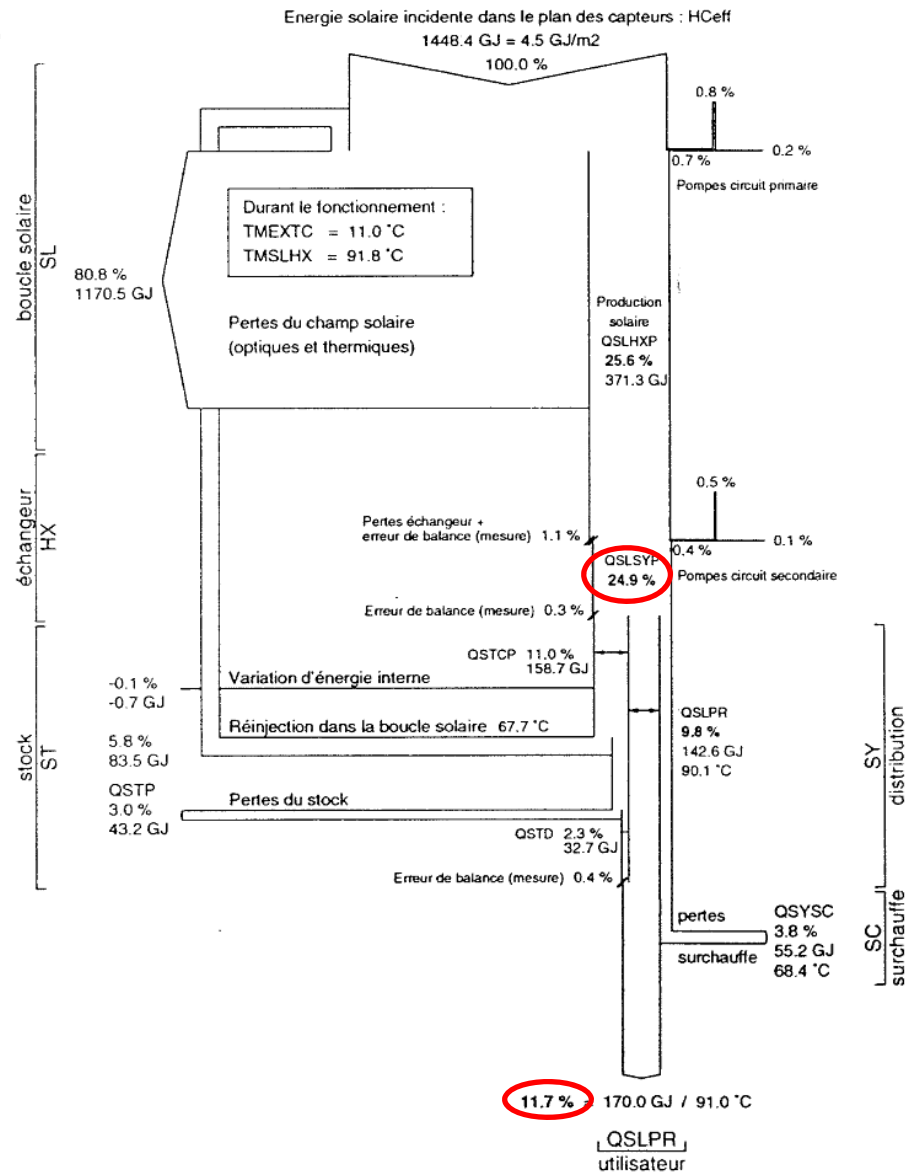
Figure 3

Flux énergétiques et efficacités en moyenne annuelle SOLARCAD. Juin 1986 - Mai 1987.

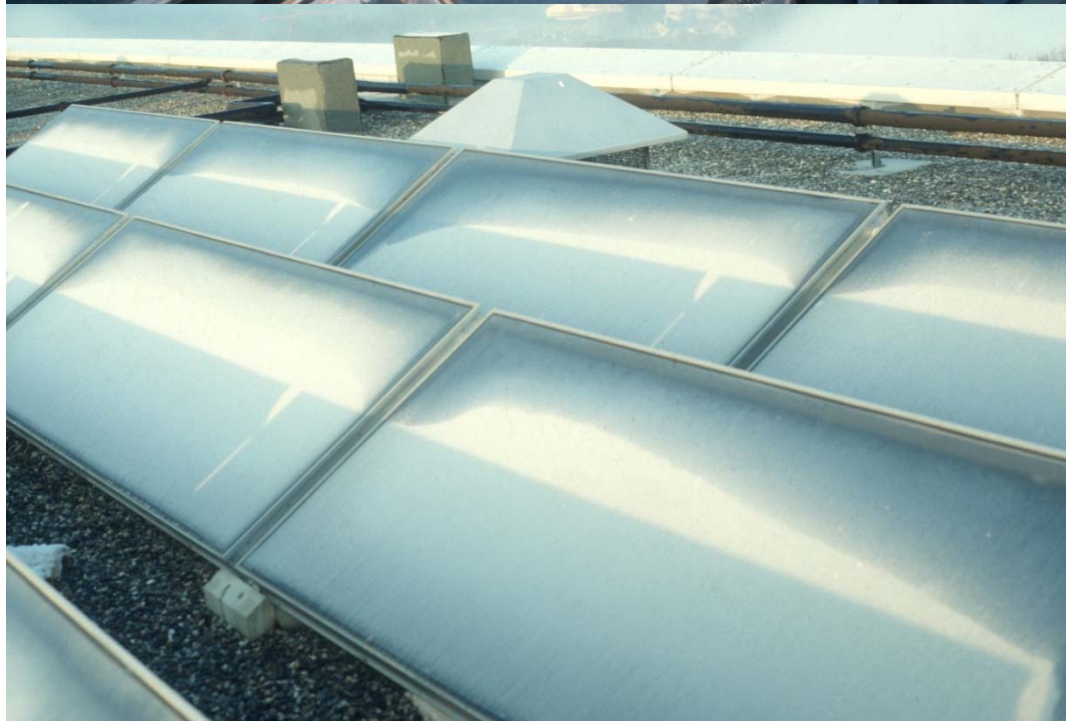
1990 : Solarin II, 330 m², Huttwil (Be), Usine alimentaire

1990 : 25 % en fonctionnement à 92 °C

1990 : 12 % en usage !!



Les années 1990 : capteurs vitrés

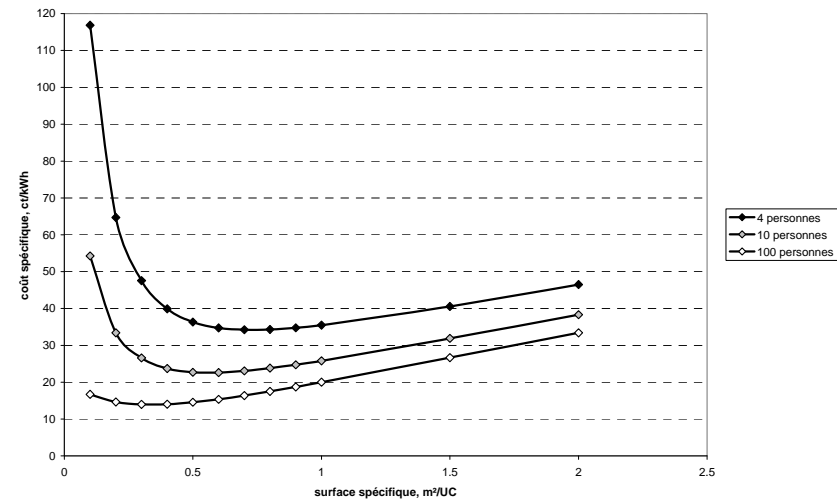
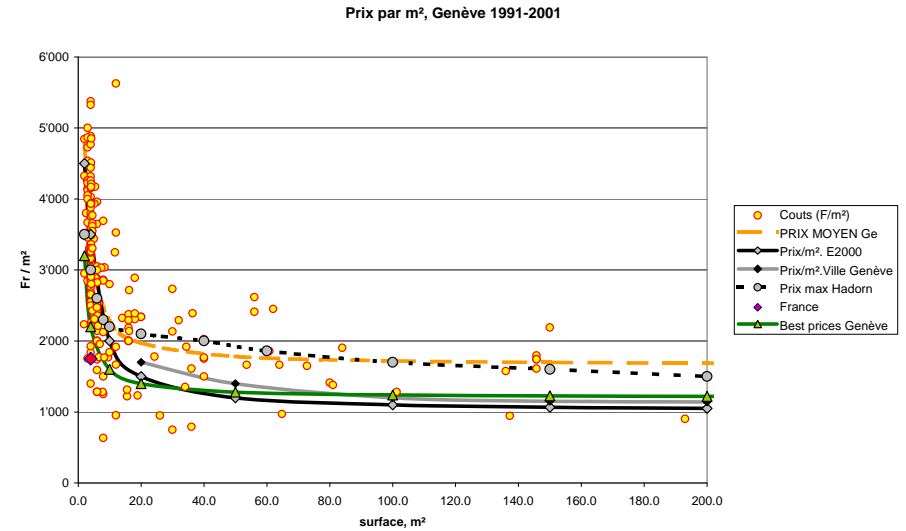
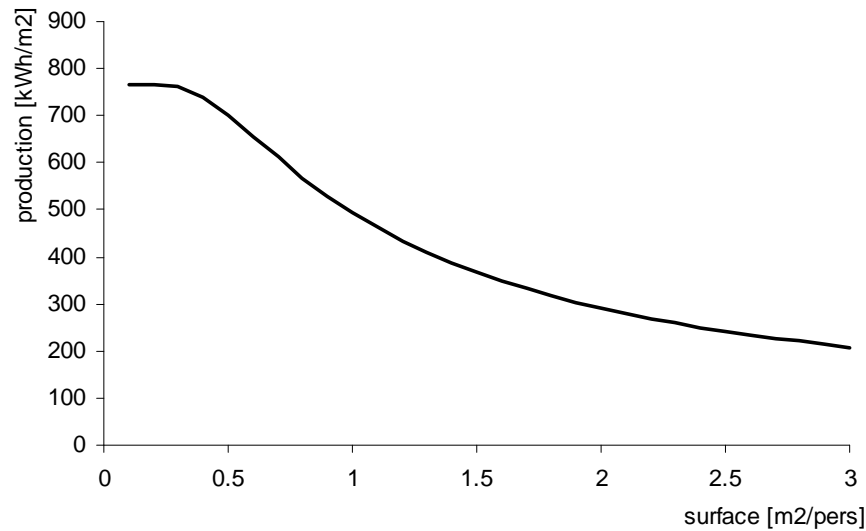
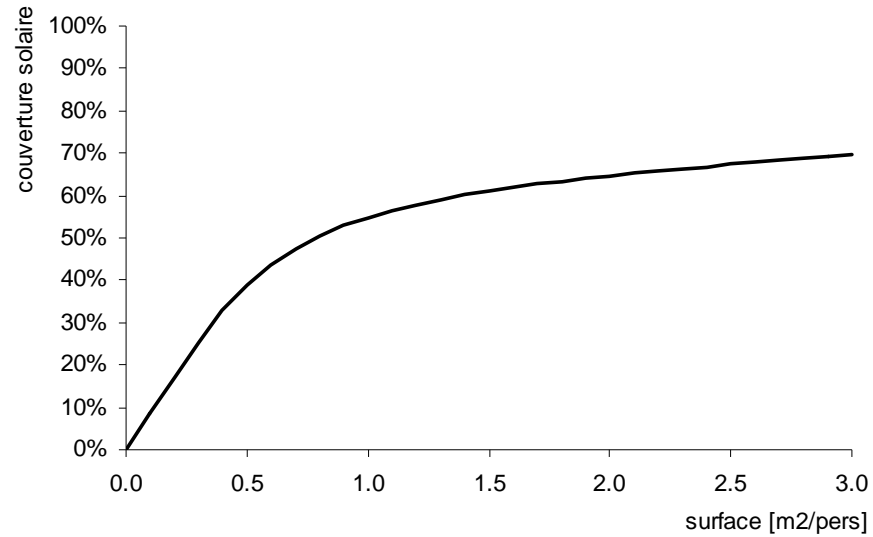


Les années 1990 : capteurs vitrés

A la suite, les recherches se dirigent vers les capteurs vitrés :

- 1988 : stockage saisonnier Marcinhès
- 1990 : préchauffage solaire Comte Geraud
- 1990 : Renova, stockage saisonnier

Les années 1990 : capteurs vitrés pour préchauffage ECS



Source: B. Lachal, Etude sur le subventionnement des capteurs solaires thermiques à Genève (2002)

Les années 2000 : capteurs non vitrés



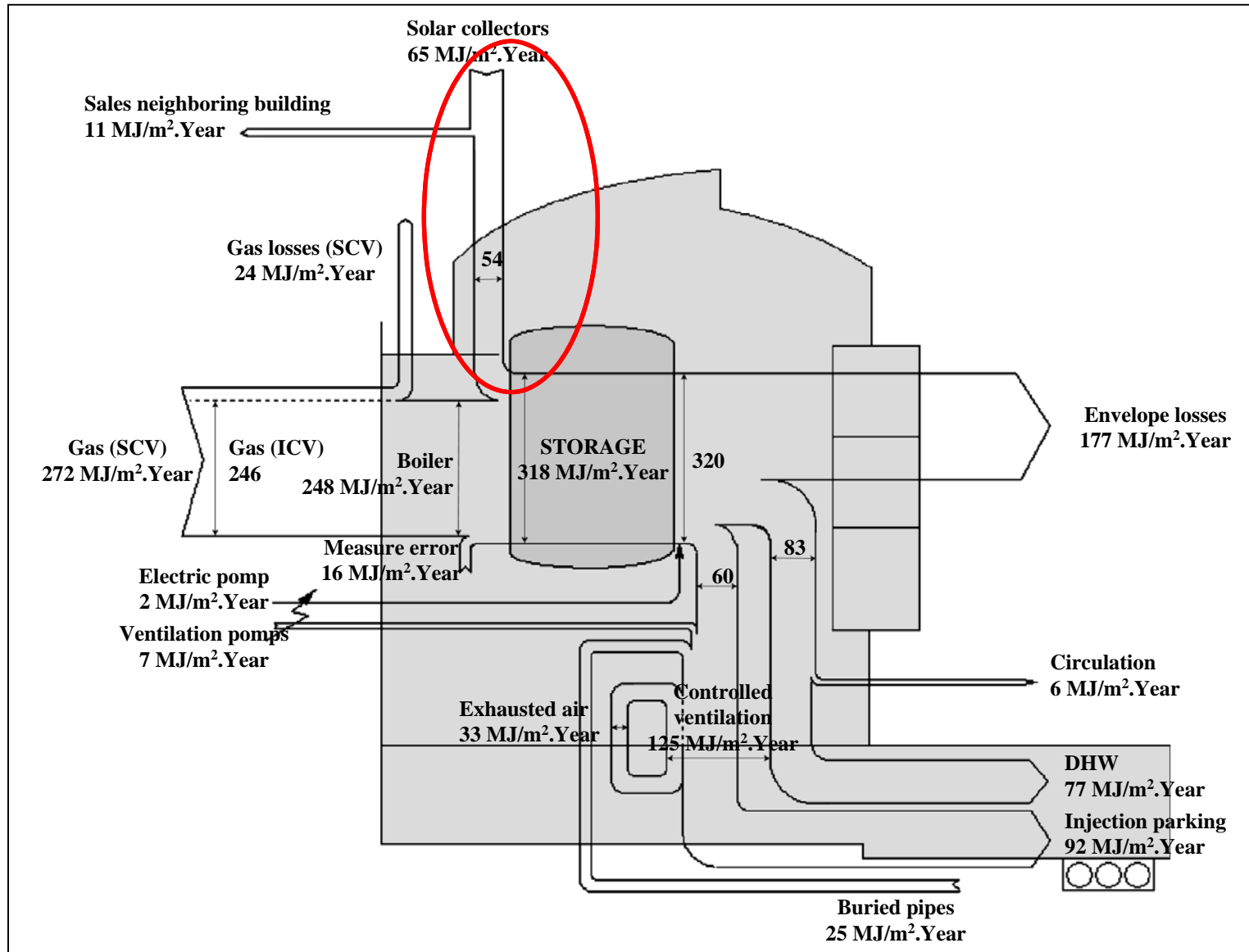
Les années 2000 : capteurs non vitrés

Etude de l'utilisation de capteurs non vitrés pour le chauffage .

- 1998 : Cité solaire de Plan les Ouates, sans pompe à chaleur
- 2010 : Solarcity, avec PaC
- 2015 : La Cigale, avec PaC et stock à glace

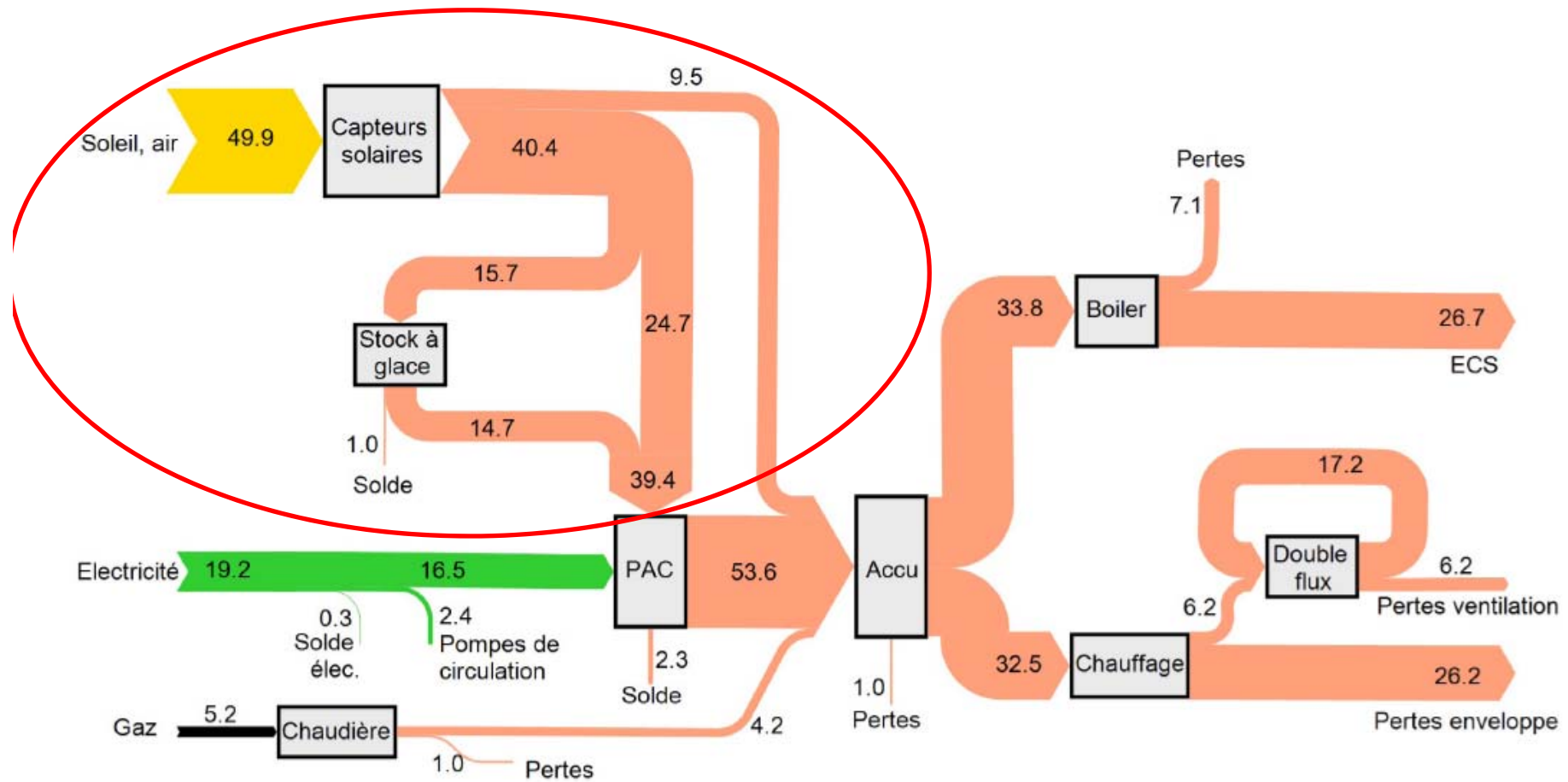
1998 : Cité Solaire de Plan-les-Ouates

Productivité : 143 kWh /m² cap.



2016 : La Cigale, Genève

Productivité : 550 kWh /m² cap. (COP moyen de 3)



Production et demande de chaleur du bâtiment Vermont, juin 2015 – mai 2016 (en kWh/m²)

Récapitulatif état 2017

Type de capteurs	Usage	Productivité, kWh /m ²	Coût chaleur produite
Evacués	Retour CAD actuel (Tretour 80°C)	350 kWh/m ²	>30 ct/kWh
	Retour CAD optimisé (Tretour < 60°C)	>500 kWh/m ² ?	~< 20ct/kWh ?
Plan vitrés	Préchauffage ECS	700 kWh/m ²	~15 ct / kWh
	Retour CAD optimisé (Tretour < 60°C)	300 kWh/m ² ??	~20 ct / kWh ?
Non vitrés	Source froide PaC + direct	500 kWh/m ²	~20 ct / kWh (avec elec. verte)
PV	Tous	150-200 kWh/m ² ?	~20 ct / kWh 2017 ? 2035

Prospective marché de la chaleur 2035 – un avenir possible

