

# Projet Combisol

- **Aperçu du marché**
- **Technologies disponibles**
- **Points clés de réalisation**
- **Outils de dimensionnement**
- **Perspectives de développement**

Xavier Cholin – Thomas Letz



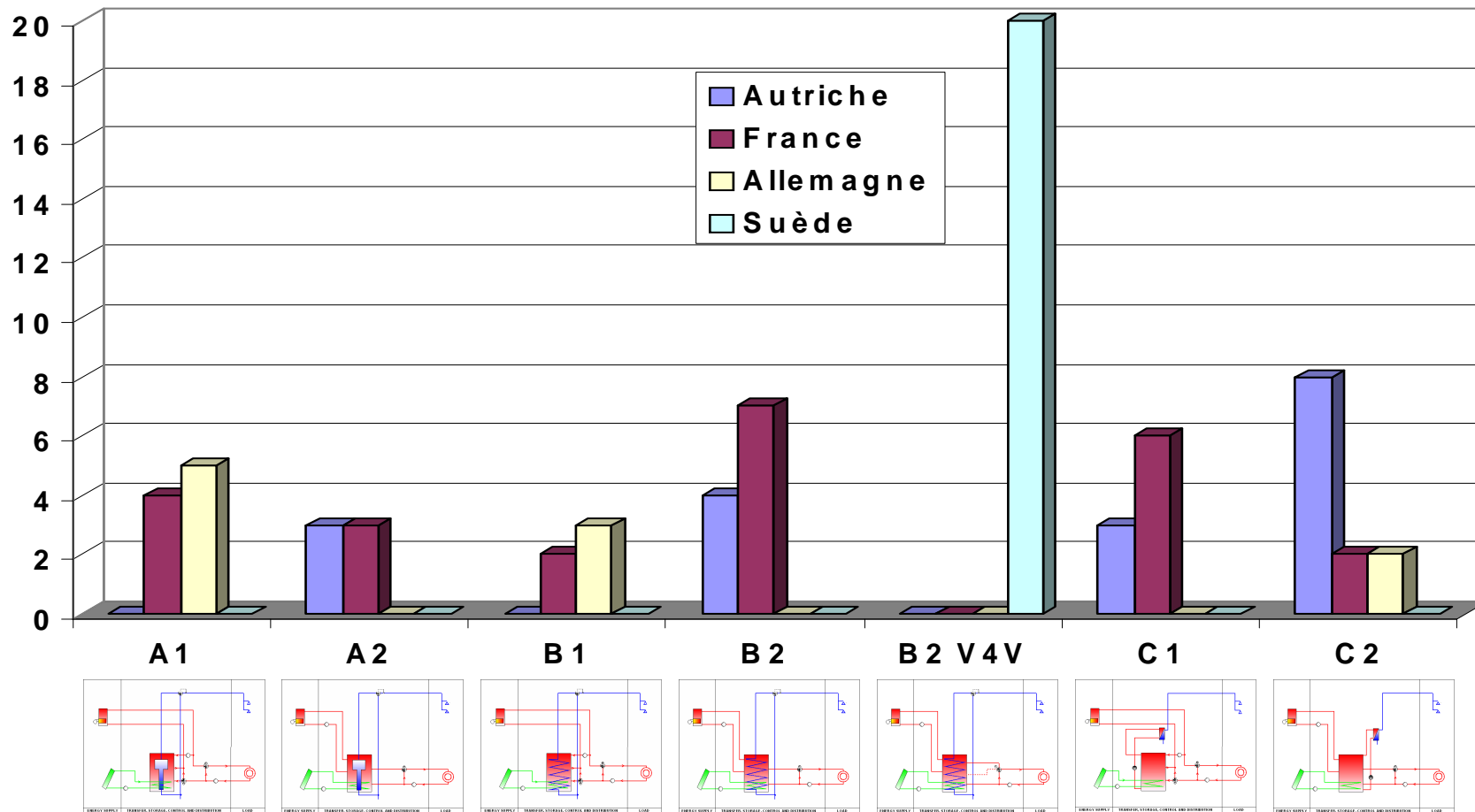
Avec l'aide de Mickael Albaric



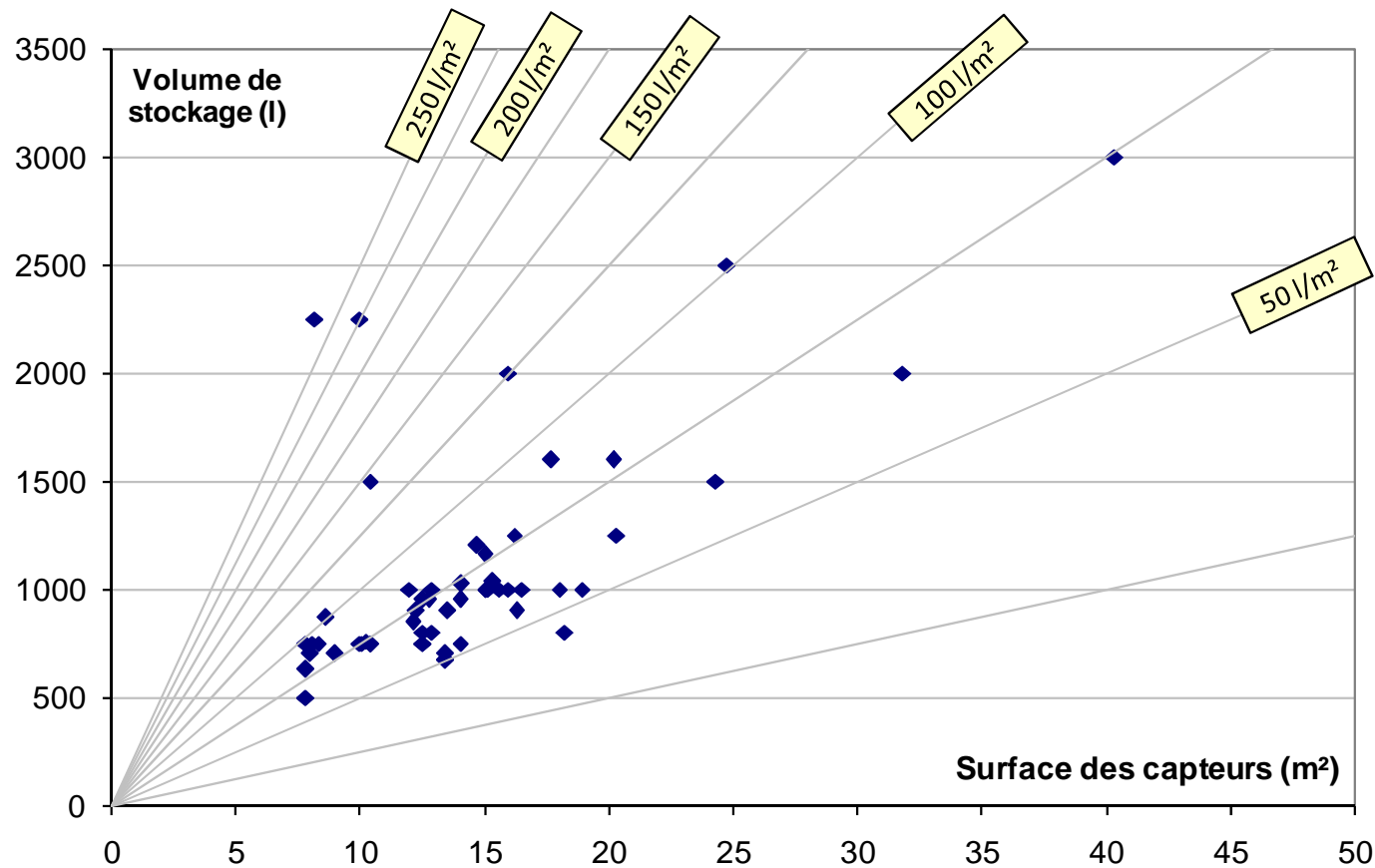
## Systemes « audités » dont une partie équipées pour un suivi détaillé

|                  | <b>Audités</b> | <b>Instrumentées</b> |
|------------------|----------------|----------------------|
| <b>Autriche</b>  | 20             | 10                   |
| <b>France</b>    | 20             | 15                   |
| <b>Allemagne</b> | 10             | 10                   |
| <b>Suède</b>     | 20             | 10                   |
| <b>Total</b>     | 70             | 45                   |

# Schémas des installations auditées



## Dimensions des installations auditées



**En général, entre 50 et 100 l/m² de capteur**

# Europe

 mesurées

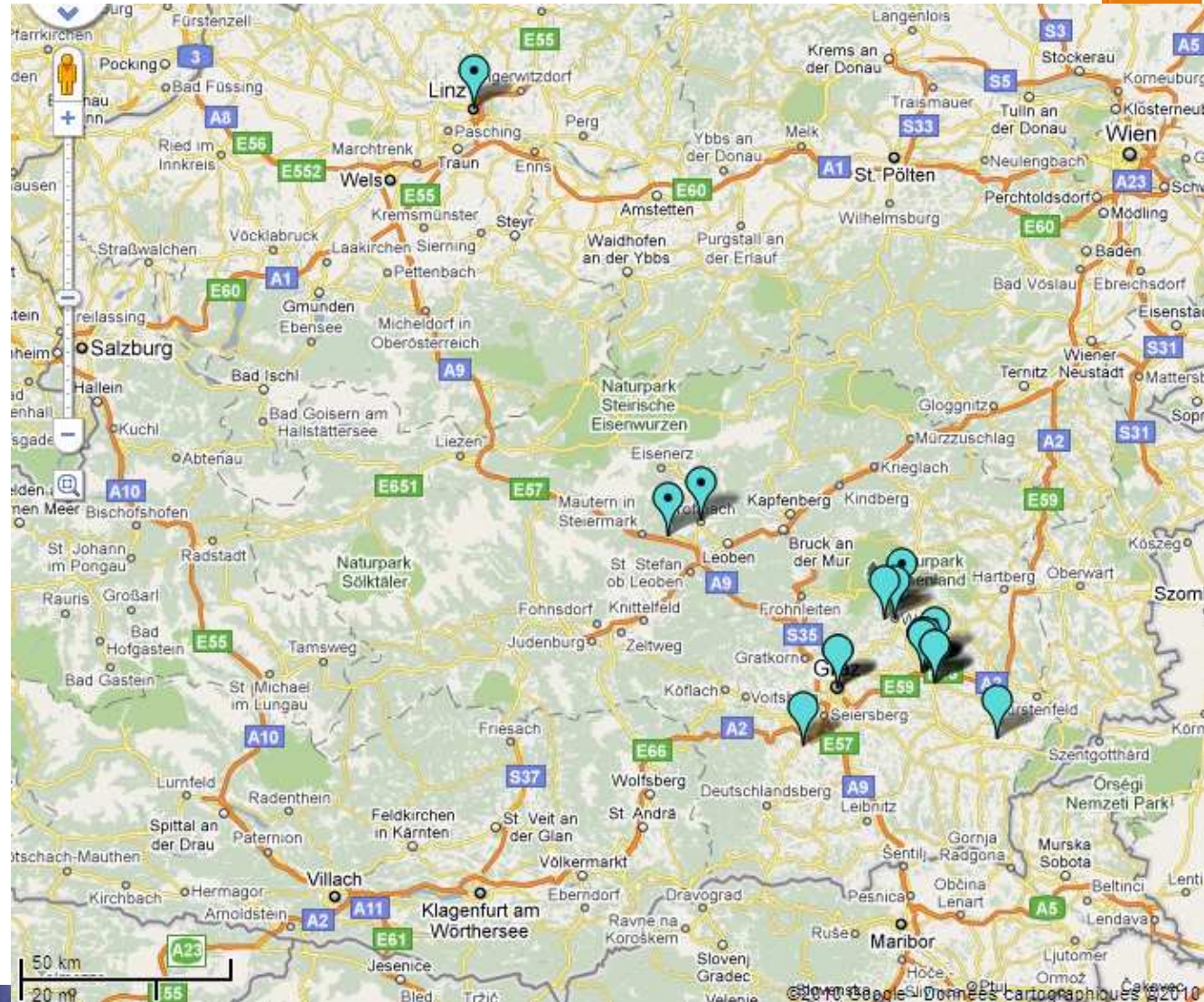
 inspectées



# Autriche

 mesurées

 inspectées



# France

 mesurées

 inspectées



# Allemagne





- 📍 mesurées
- Bietigheim-Bissingen/Sachsenheim (1)
- Bitz/Schwäbische Alp (1)
- Esslingen/Nellingen (1)
- Göppingen (1)
- Neckarsulm/Untereisesheim (2)
- Neckartenzlingen (1)

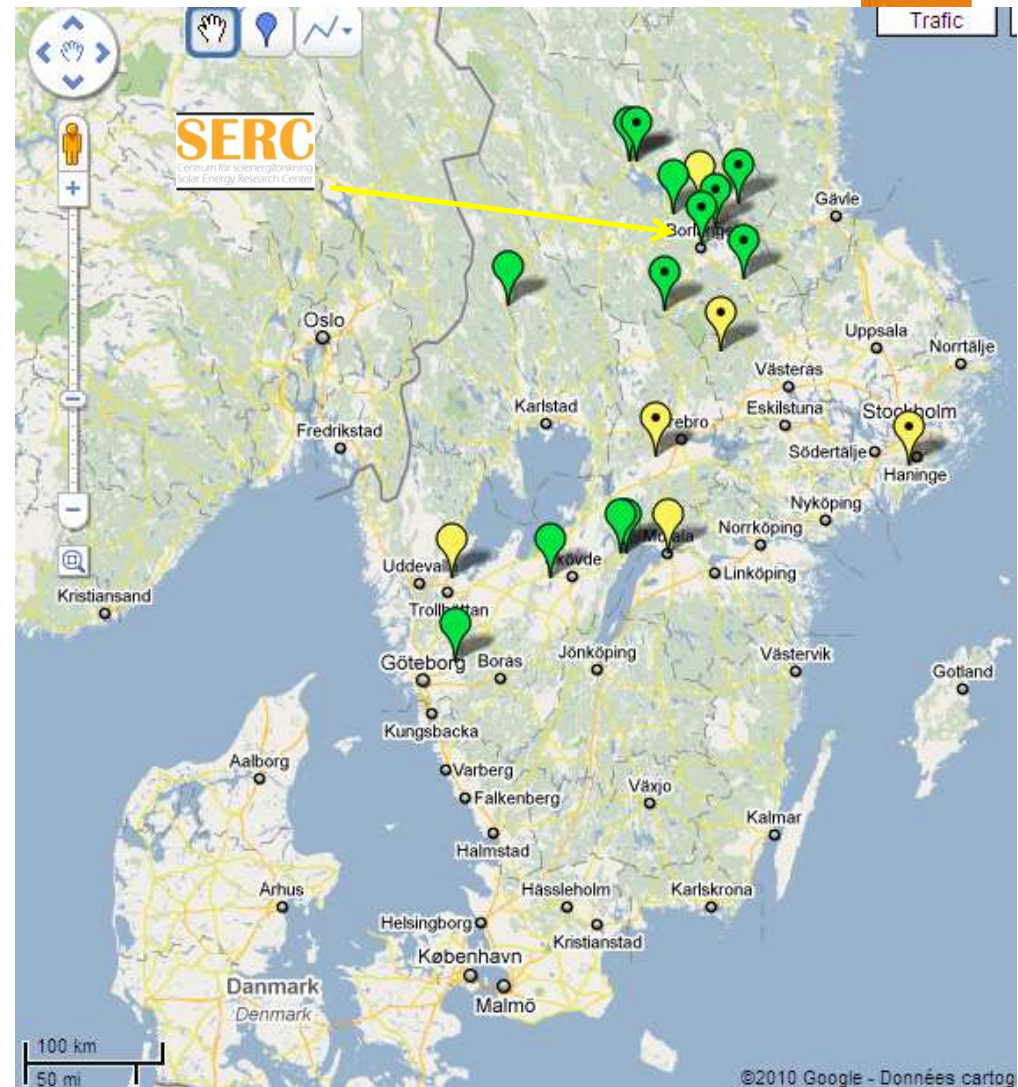


source: <http://www.google.com>

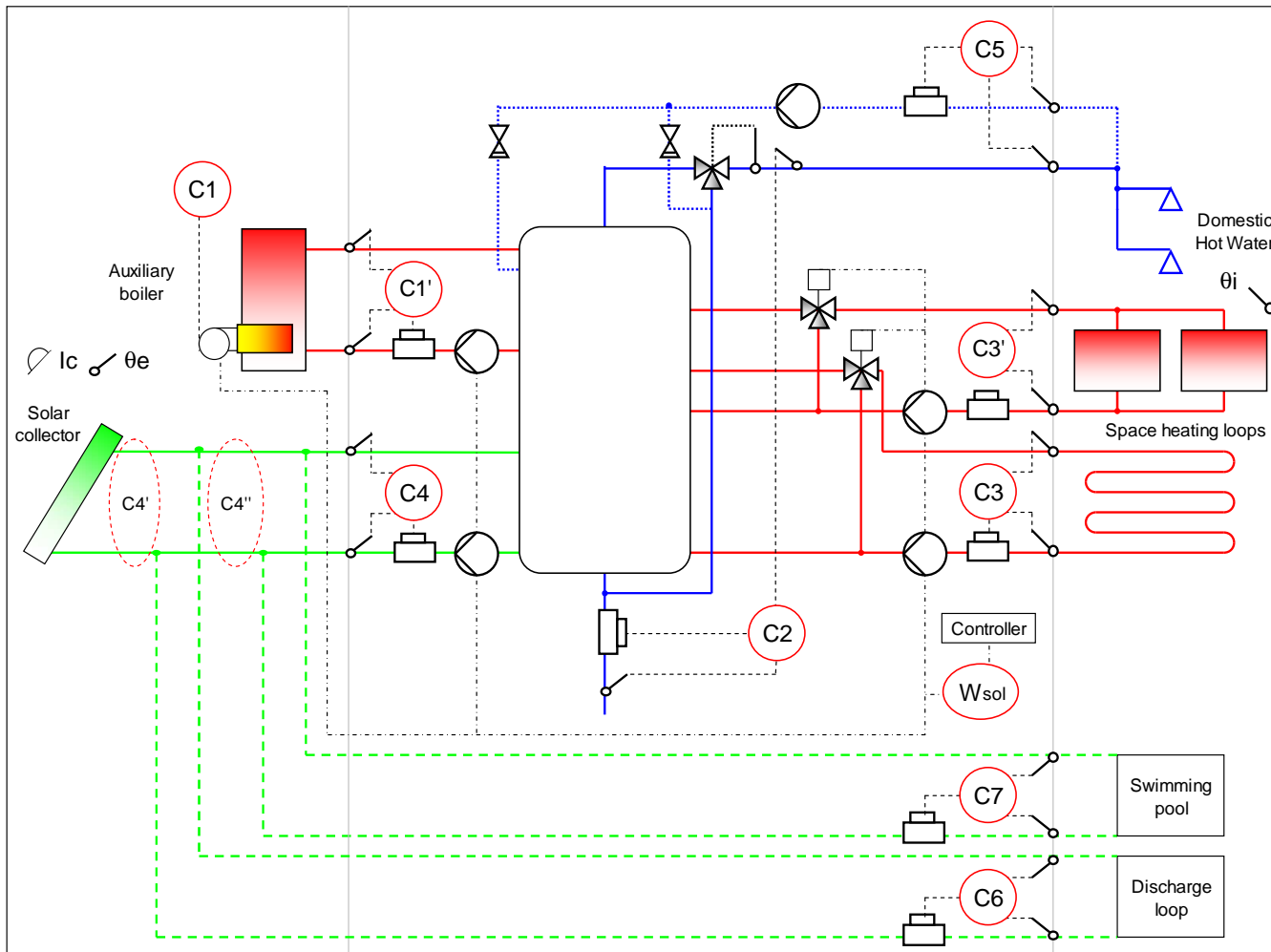


# Suède

-  Solentek, monitored
-  Solentek, inspected
-  Solgruppen, monitored
-  Solgruppen, inspected

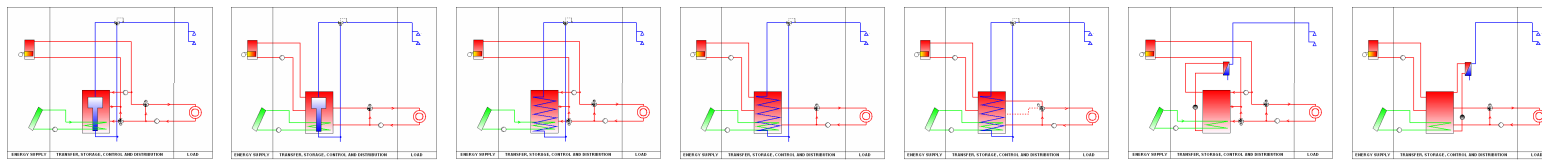
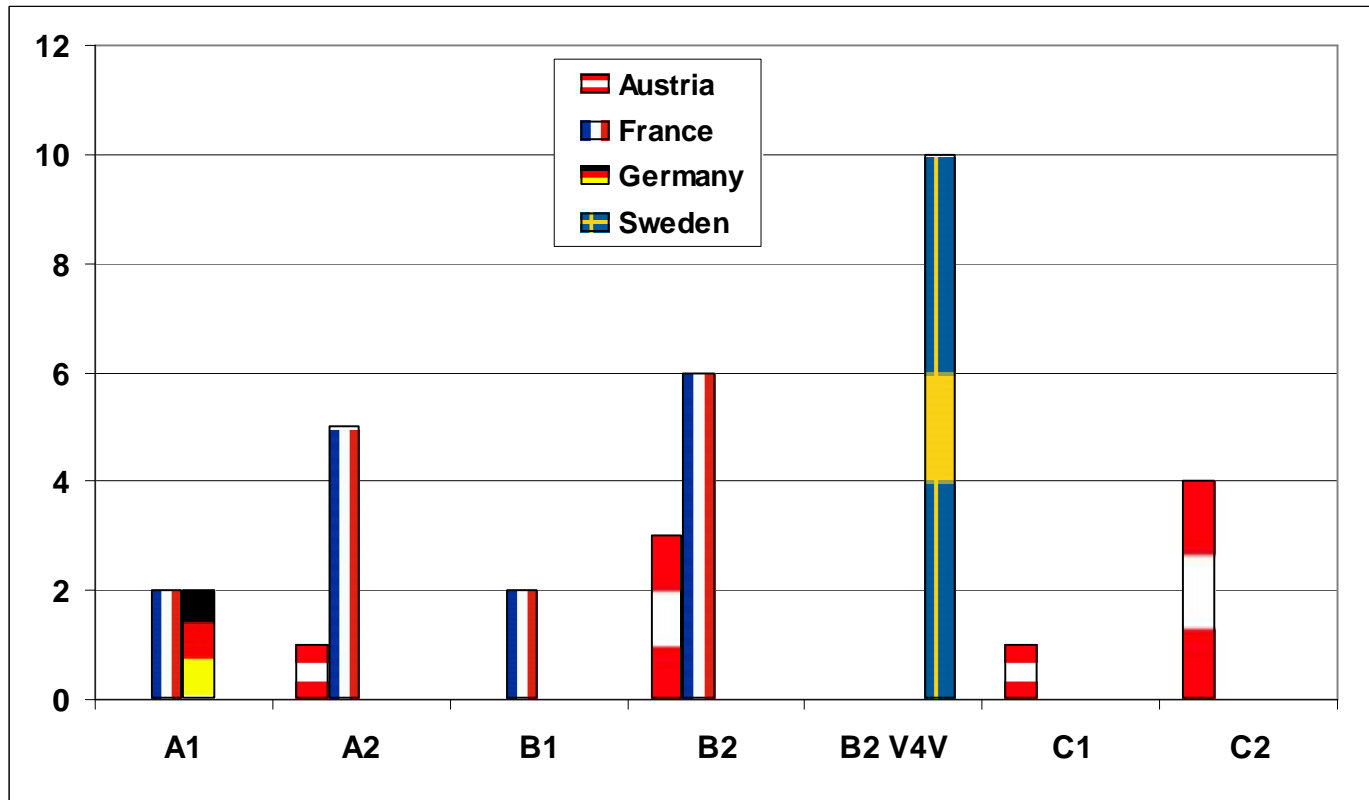


## Systeme d'acquisition de donnees, avec :

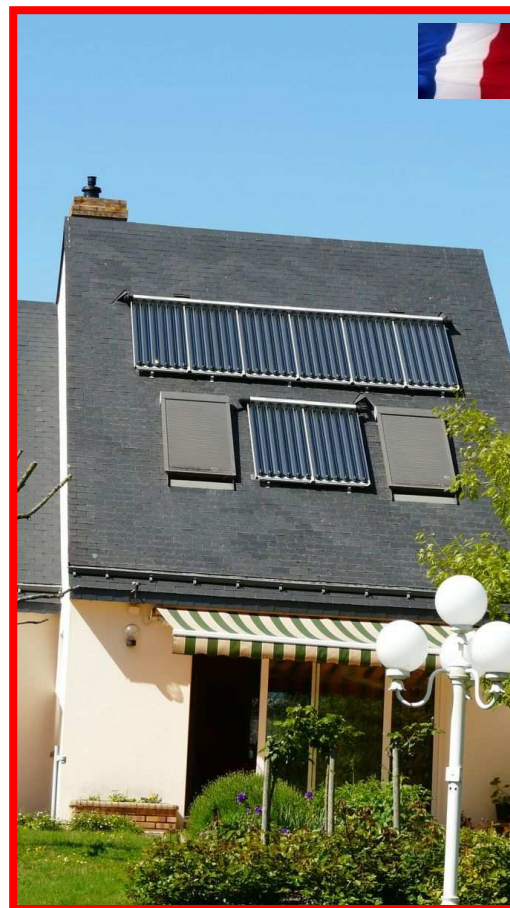


- $C_n$  : compteur électrique, gaz ou fioul
- $C2$  à  $7$  : compteurs d'énergie
- $I_c$  : irradiation
- $\theta_i$  : température intérieure
- $\theta_e$  : température extérieure
- $W_{sol}$  : électricité pour les auxiliaires

## Schémas des installations mesurées



## Deux champs séparés (coût ???, connection ???)



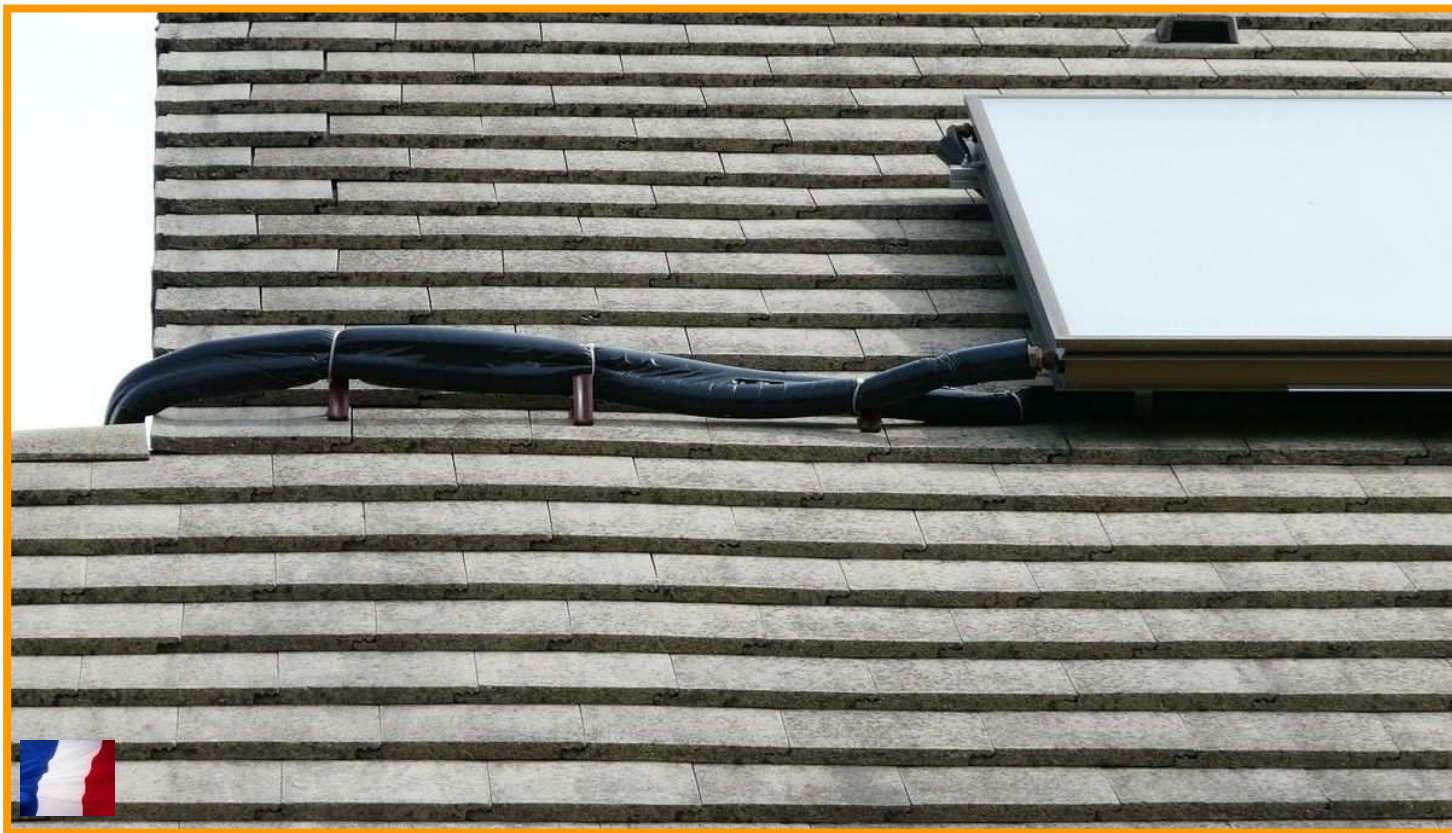
## Vitrage cassé



## Pente faible



## Intégration ???



## Bonnes intégrations





## Bonnes intégrations



1<sup>er</sup> constat, dans tous les pays :

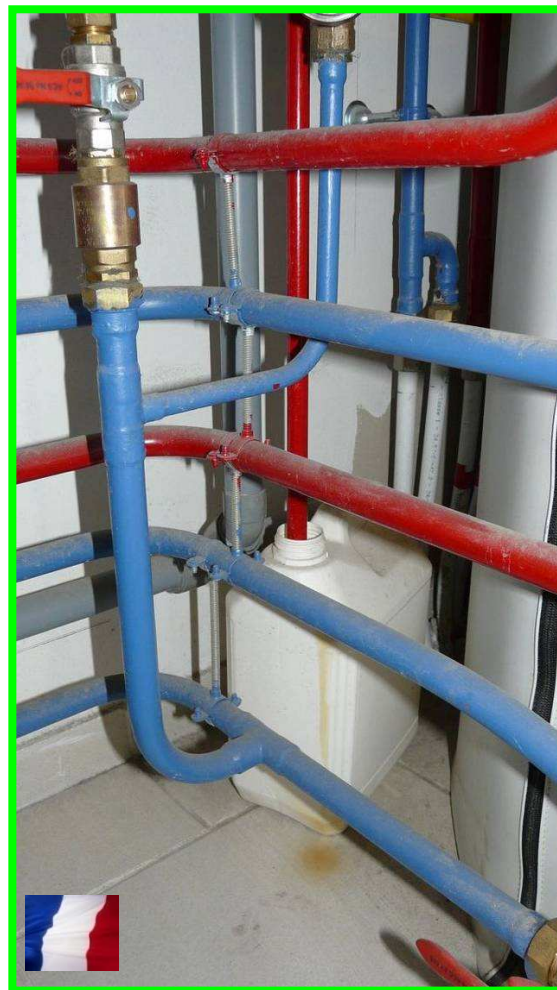
Niveau d'isolation très variable



## Niveau d'isolation très variable 2



## Niveau d'isolation très variable 3



## Niveau d'isolation très variable 4



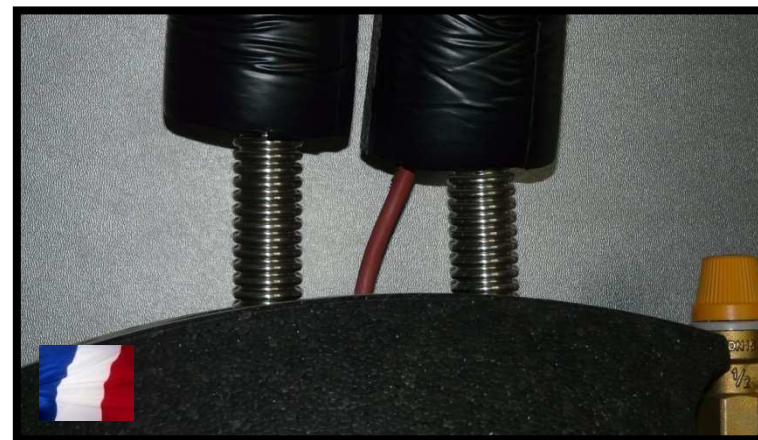
## Niveau d'isolation très variable 5



## Niveau d'isolation très variable 6



## Niveau d'isolation très variable 7



Attention au choix des matériaux





## Niveau d'isolation très variable 8



**2<sup>ème</sup> constat, dans tous les pays :**  
**Quelques schémas hydrauliques compliqués**  
**(souvent installateurs pour eux-mêmes)**  
**et/ou des longueurs et coudes inutiles**

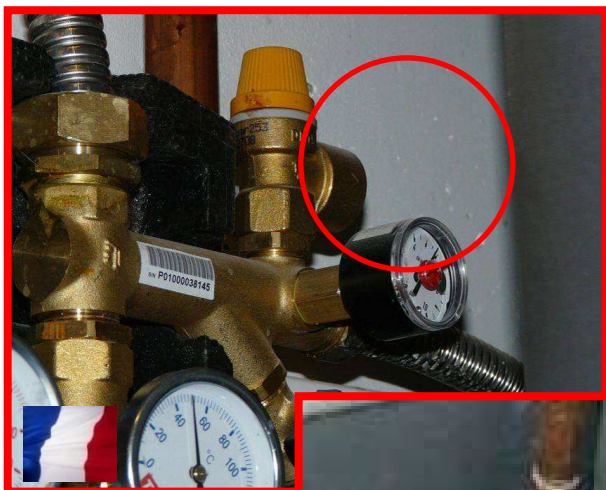


## Schémas hydrauliques compliqués et/ou longueurs et coudes inutiles



## 3<sup>ème</sup> constat : soupape de sécurité

### 1 – Nécessité de la raccorder à un récipient

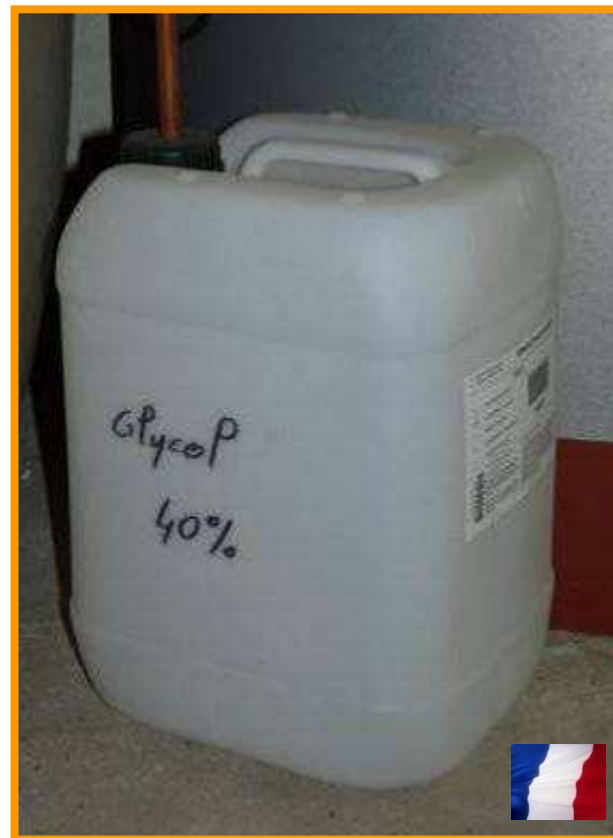


## 3<sup>ème</sup> constat : soupape de sécurité

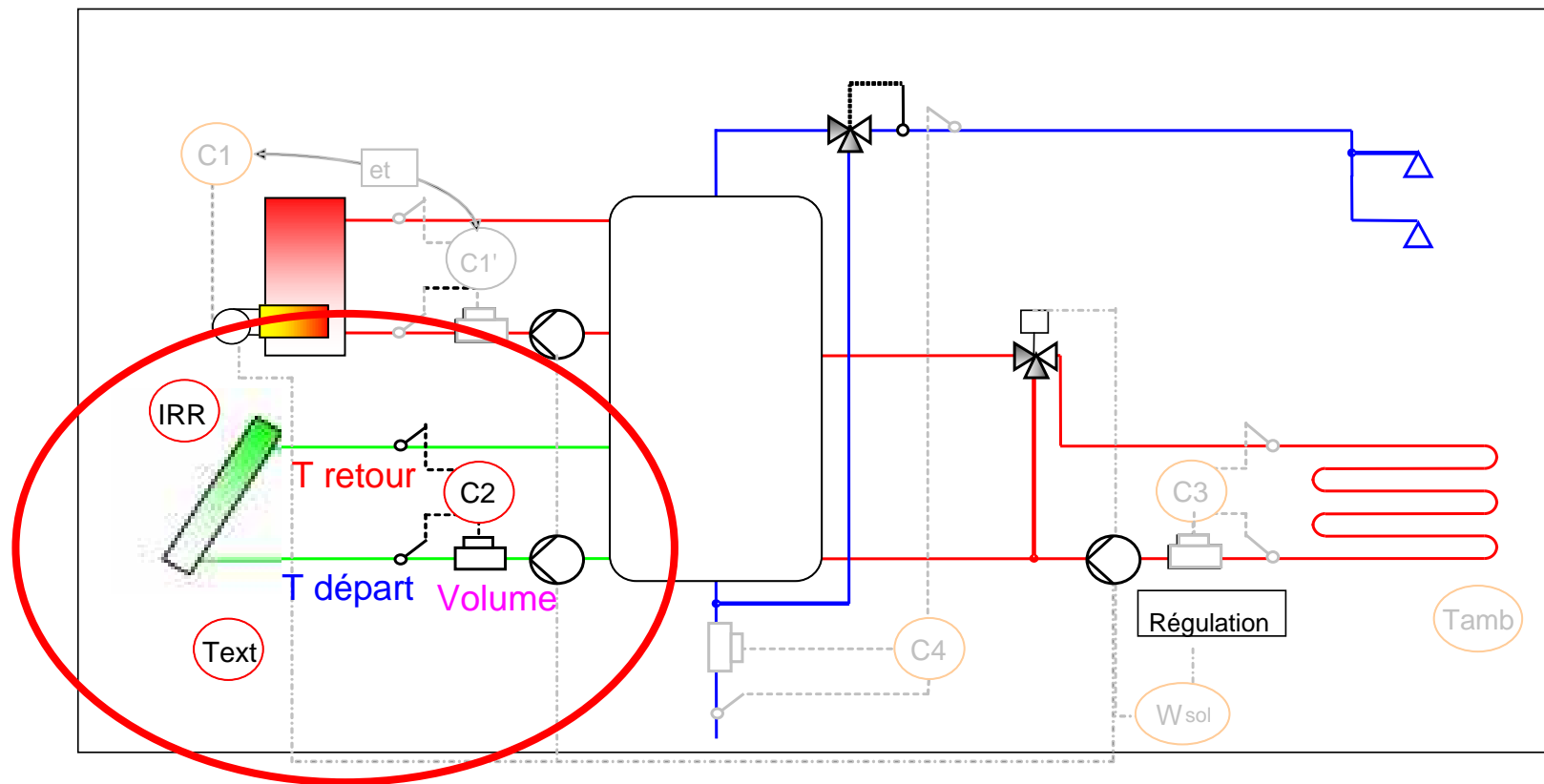
### 2 – Attention aux matériaux utilisés : résistance à la T°



## 4<sup>ème</sup> constat : peu de signalisation Rares exemples d'indications claires

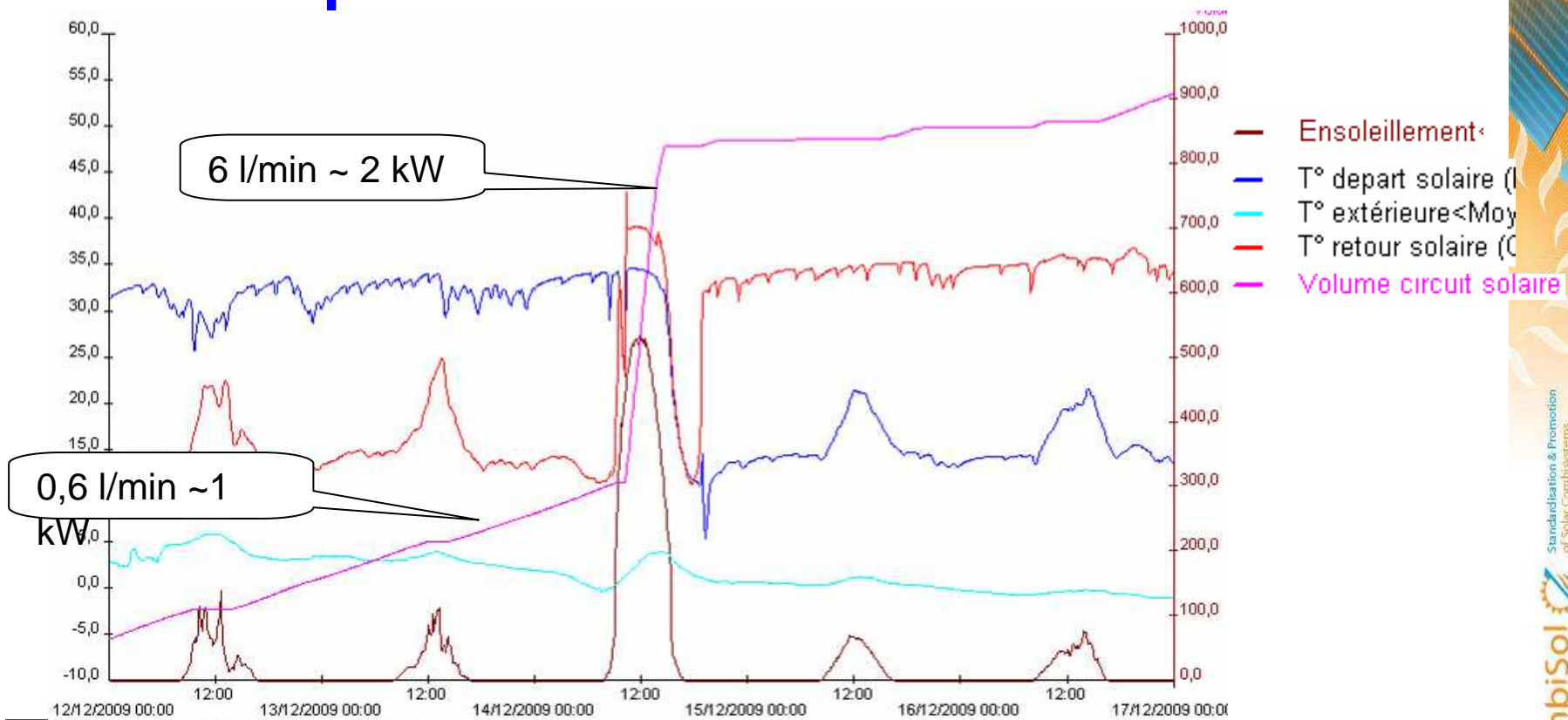


# 5<sup>ème</sup> constat : le risque de thermosiphon n'est pas toujours pris en compte



# 5<sup>ème</sup> constat : le risque de thermosiphon n'est pas toujours pris en compte

## 1 – Exemples de mesure

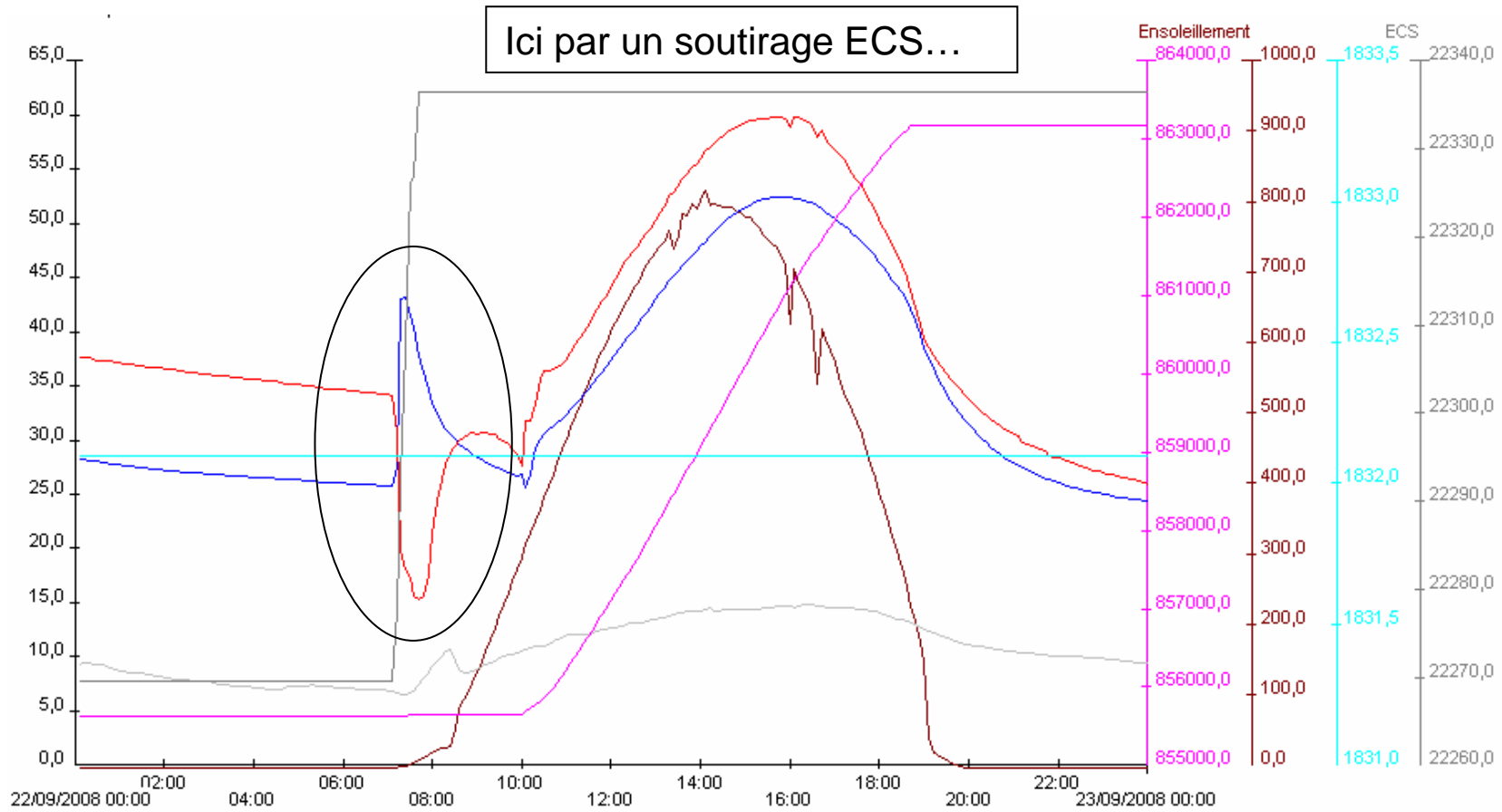






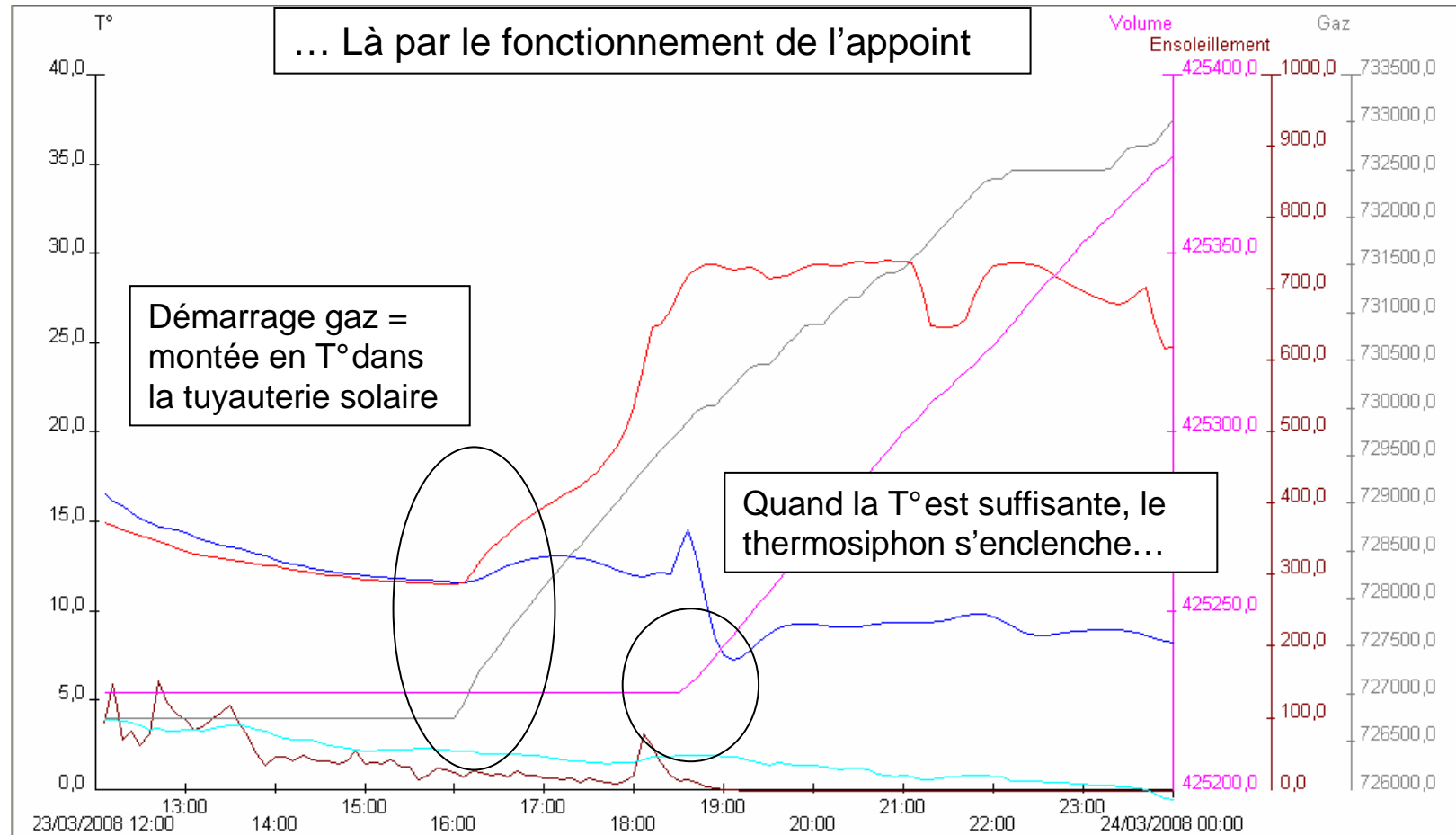
# Thermosiphon

## Exemples de mesure : il est parfois “aidé”



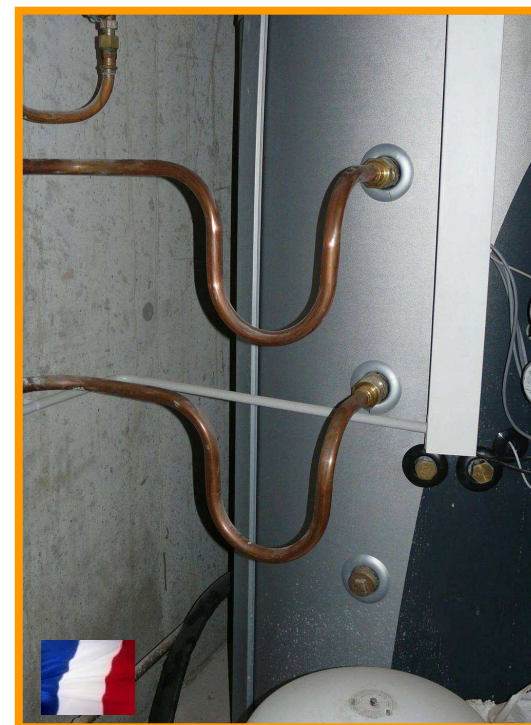
# Thermosiphon

## Exemples de mesure : il est parfois "aidé"



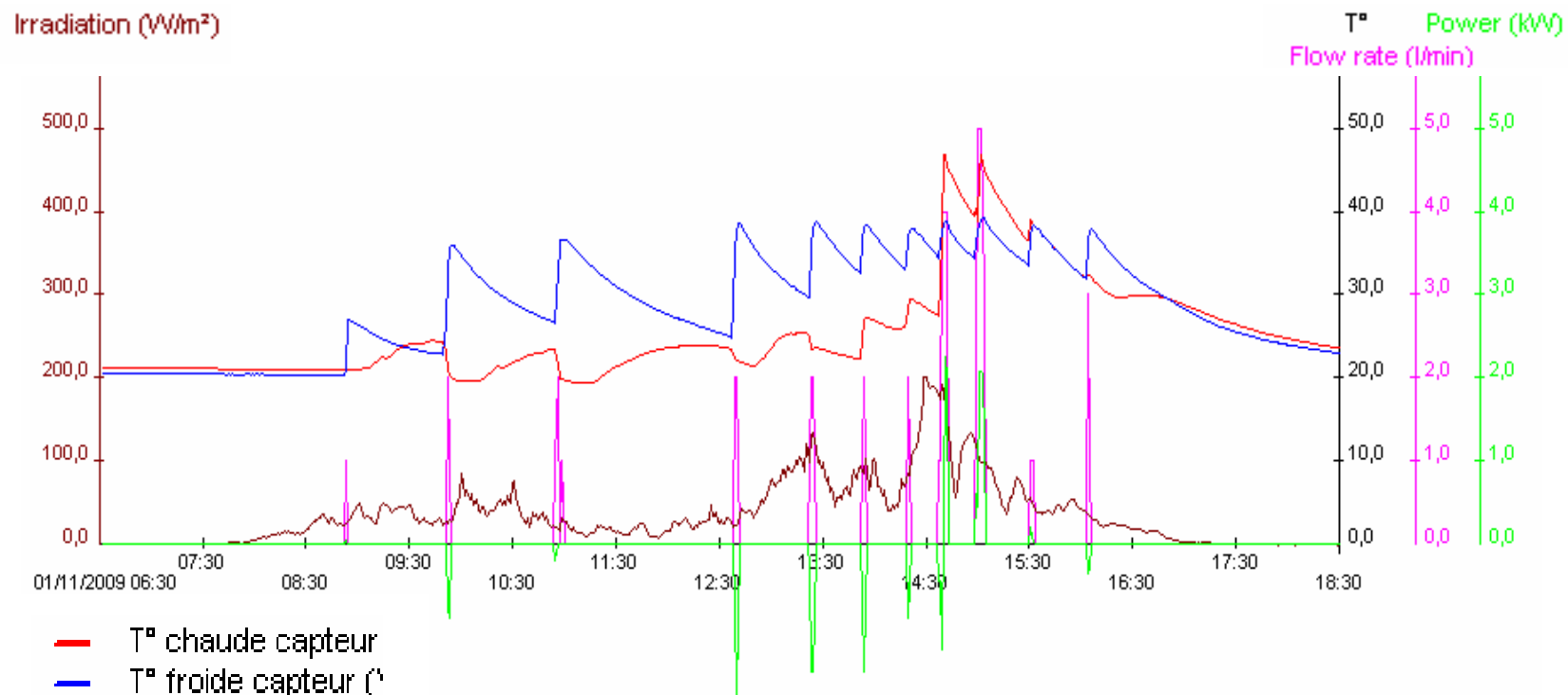
# Risque de thermosiphon

## 2 – Des dispositifs simples pour le limiter



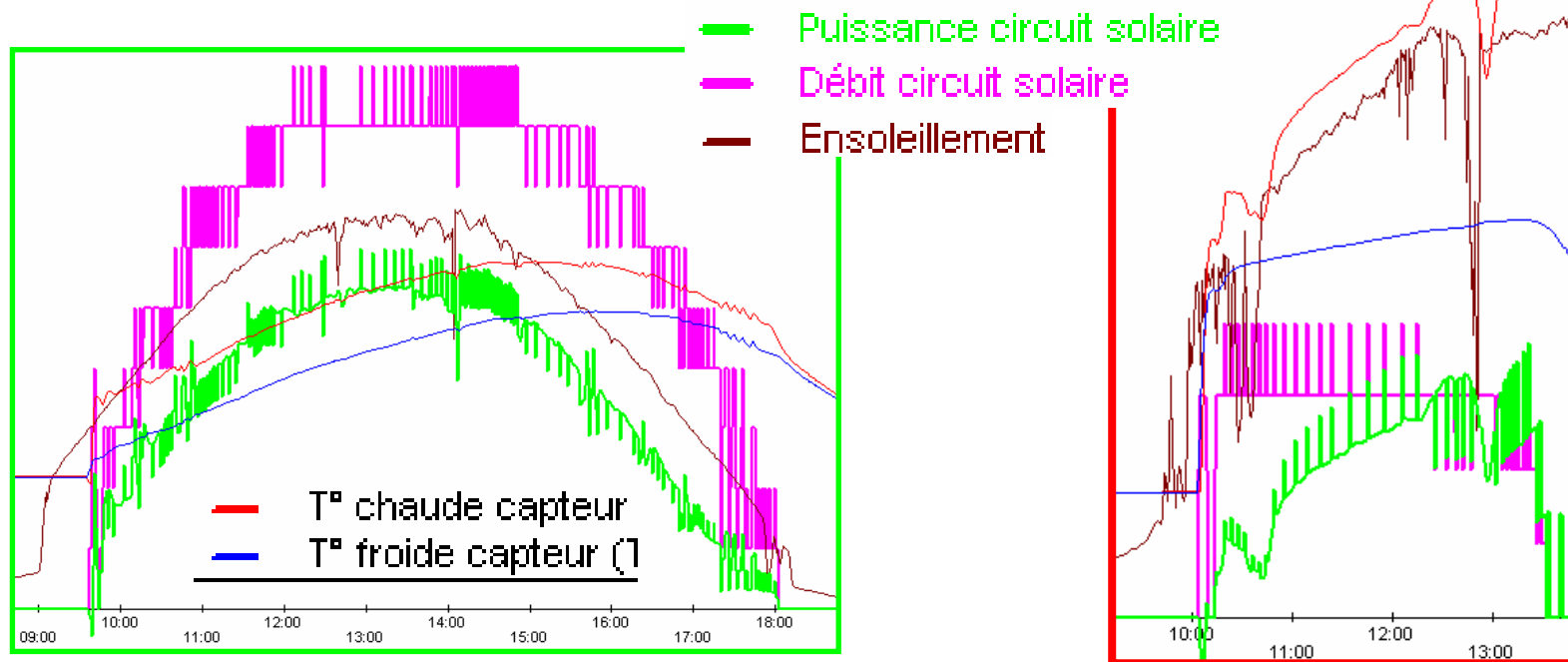
# 6<sup>ème</sup> constat : les régulations pas toujours mises au point

## 1<sup>er</sup> Exemple : comportement par faible soleil

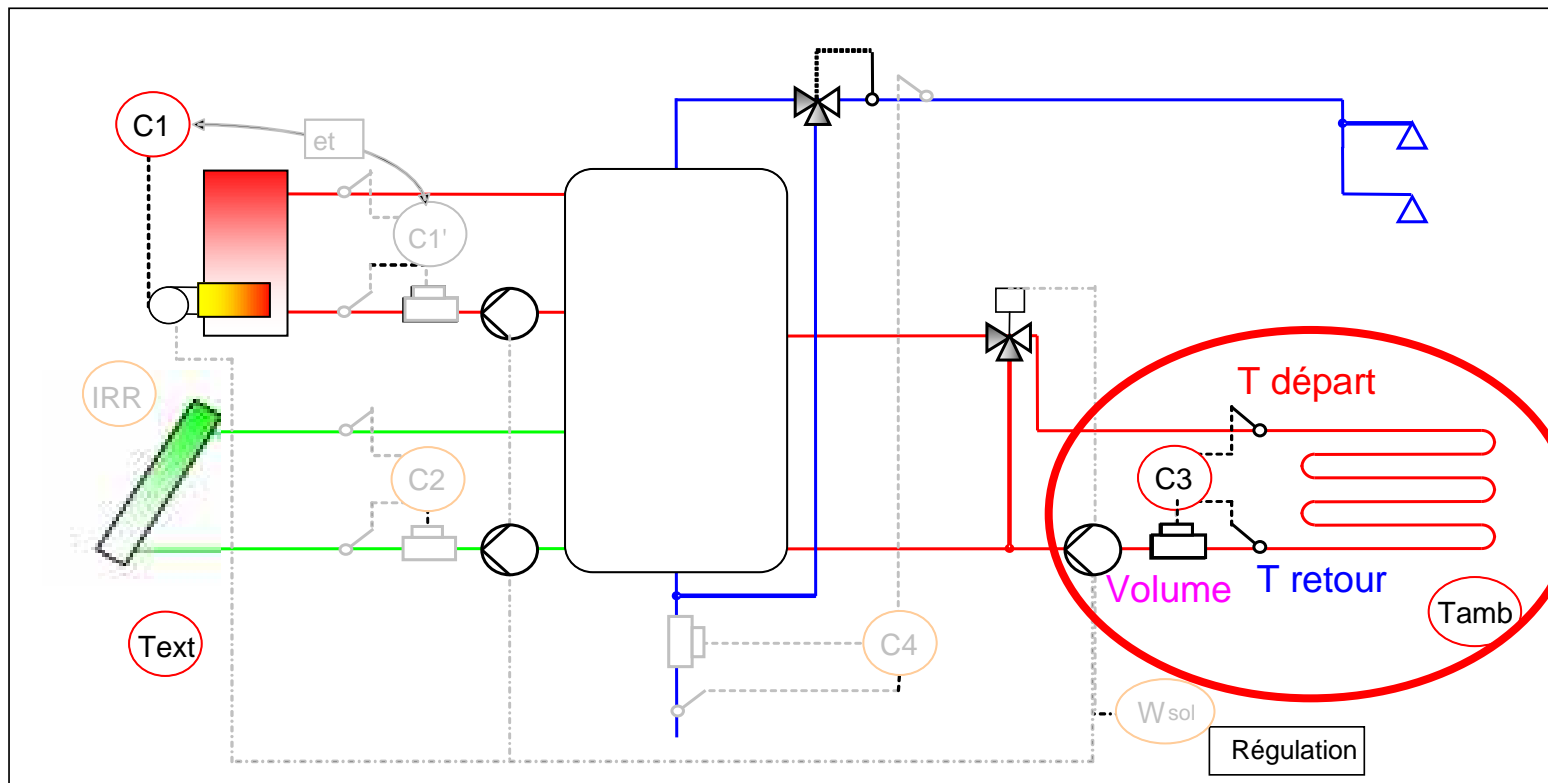


# 6<sup>ème</sup> constat : les régulations pas toujours mises au point

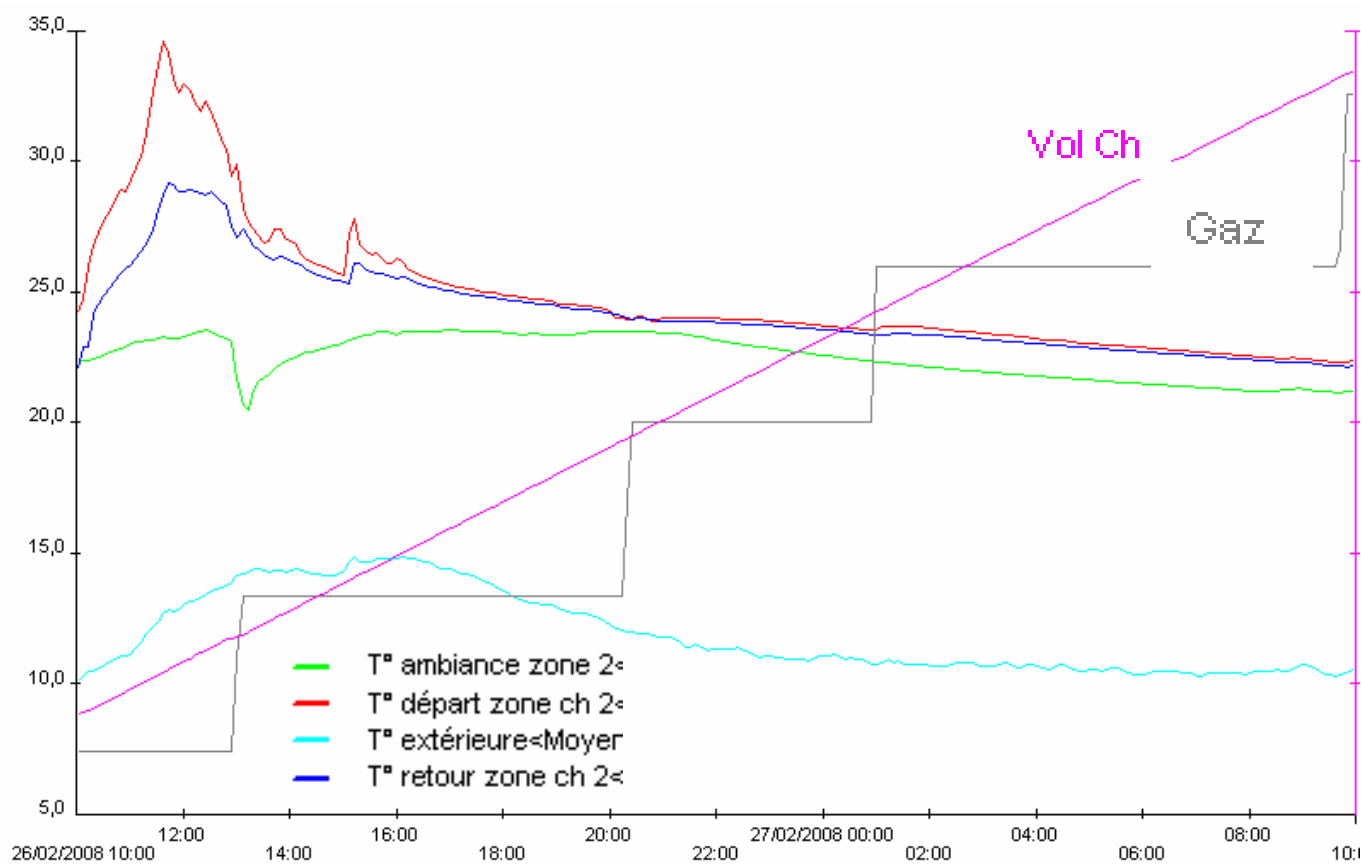
## 2<sup>ème</sup> Exemple : variation de débit



# 7<sup>ème</sup> constat : les chauffages consomment parfois de l'électricité pour rien



## 7<sup>ème</sup> constat : les chauffages consomment parfois de l'électricité pour rien



# Limiter le risque ou les effets de la stagnation

## 1 – Ce qui est bien connu... mais pas forcément appliqué

- Systèmes autovidangeables
- Forte inclinaison des capteurs
- Boucle de décharge
- Refroidissement nocturne
- Utilisation de fluides adaptés



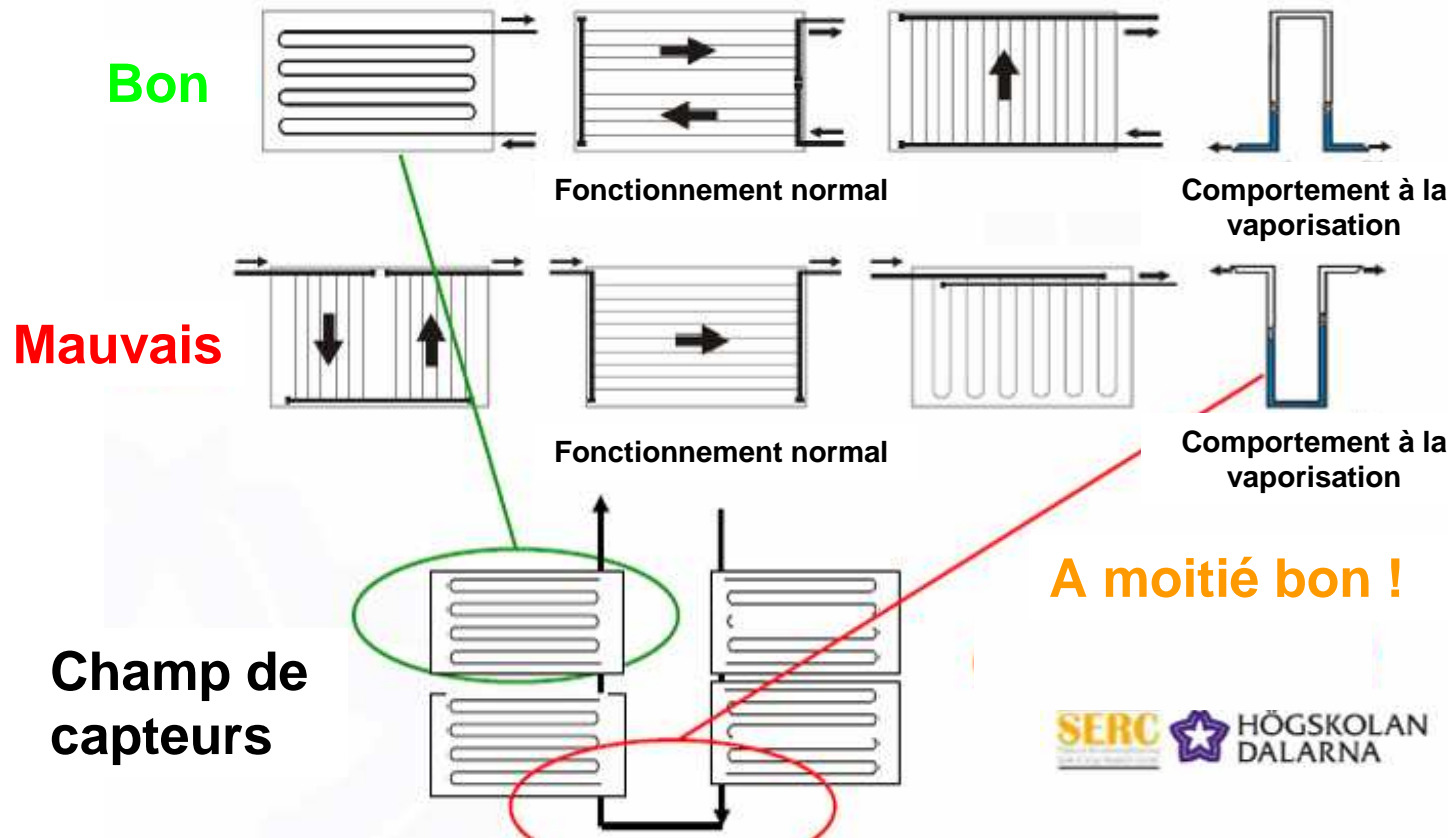
*Fluide solaire vieilli*  
Source : tyfocor



# Limiter le risque ou les effets de la stagnation

## 2 – Ce qui l'est moins...

### a) Comportement des capteurs en stagnation



# Limiter le risque ou les effets de la stagnation

## 2 – Ce qui l'est moins...

### b) Protection du vase d'expansion

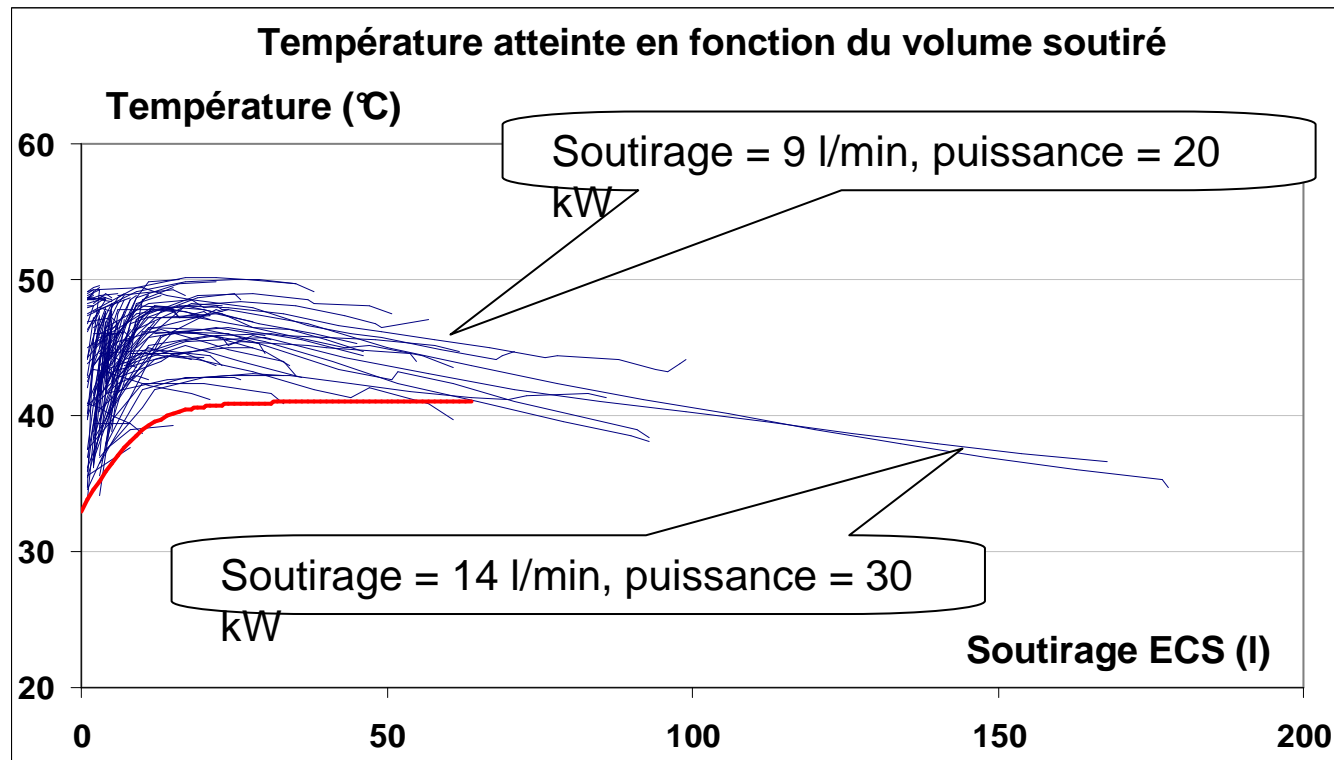


# Confort en eau chaude sanitaire (pour différentes méthodes de préparation)

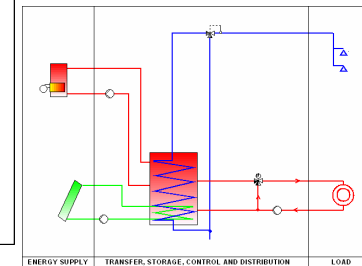
## Echangeur immergé : puissance limitée



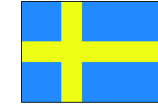
- Exemple : énergie d'appoint apportée par une PAC avec une puissance maximale  $\cong 20$  kW



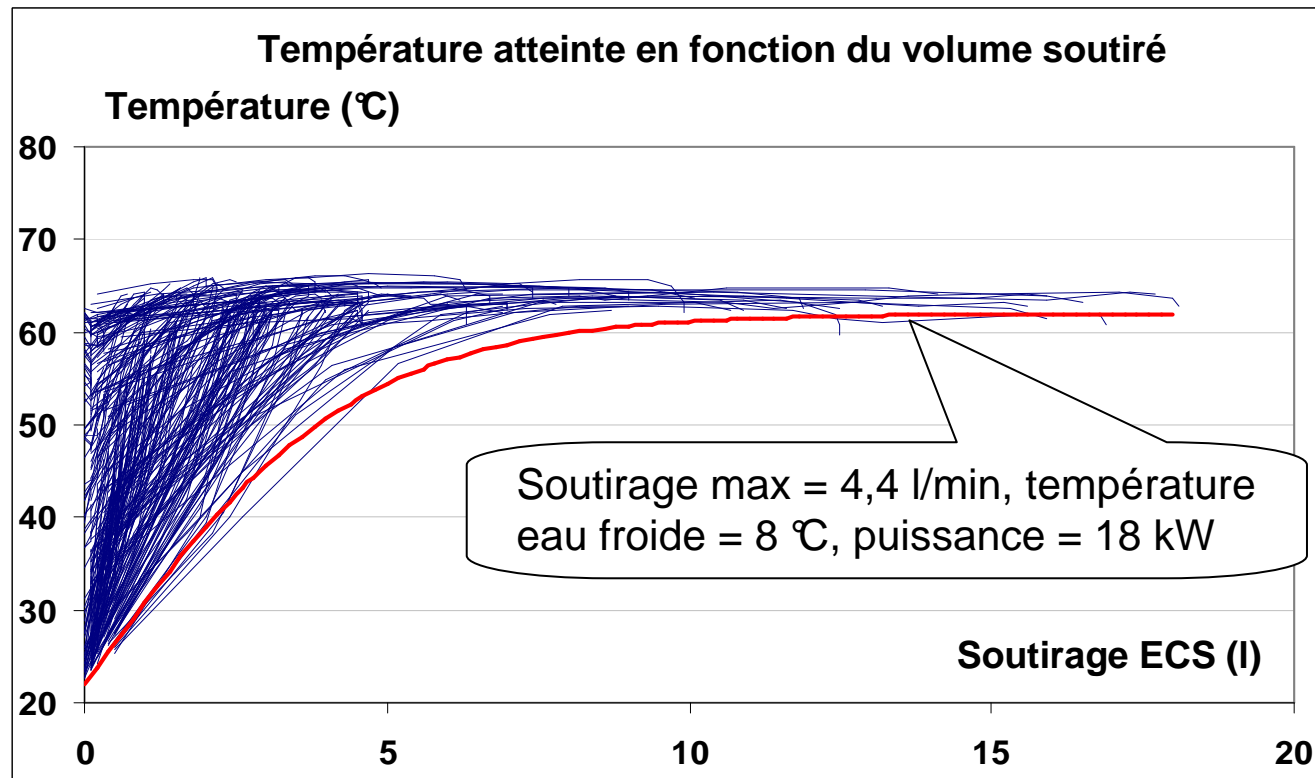
- Lors de soutirage importants, la température ECS décroît



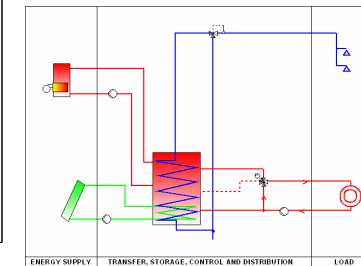
## Echangeur immergé : puissance limitée



- Exemple : Avec des soutirages réduits, pas de problèmes

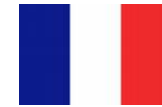


- Température ECS stable

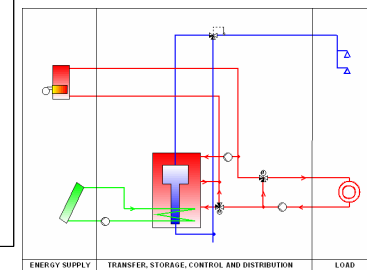
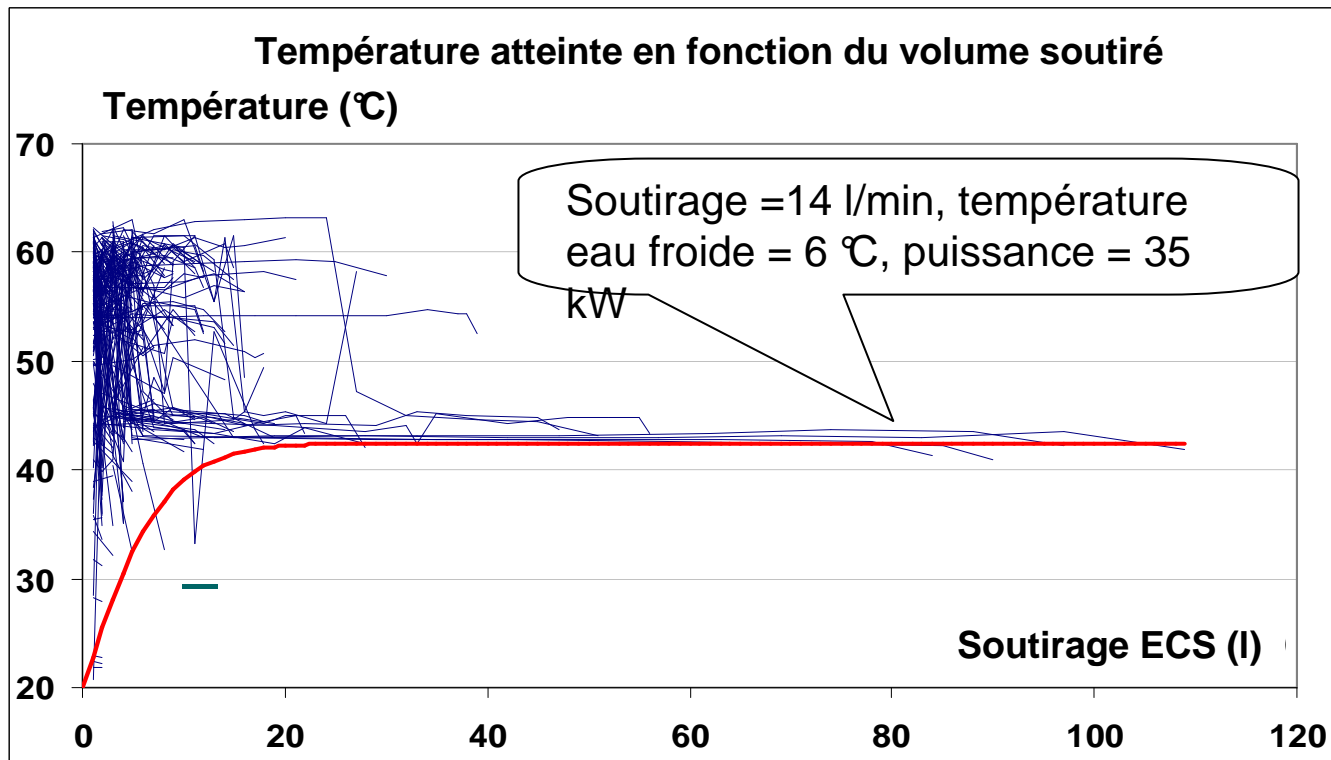


- **Systeme "tank in tank"**

- Le volume du réservoir ECS est de 180 l



- Même lors de soutirages importants et avec une puissance appelée élevée, la température ECS reste stable





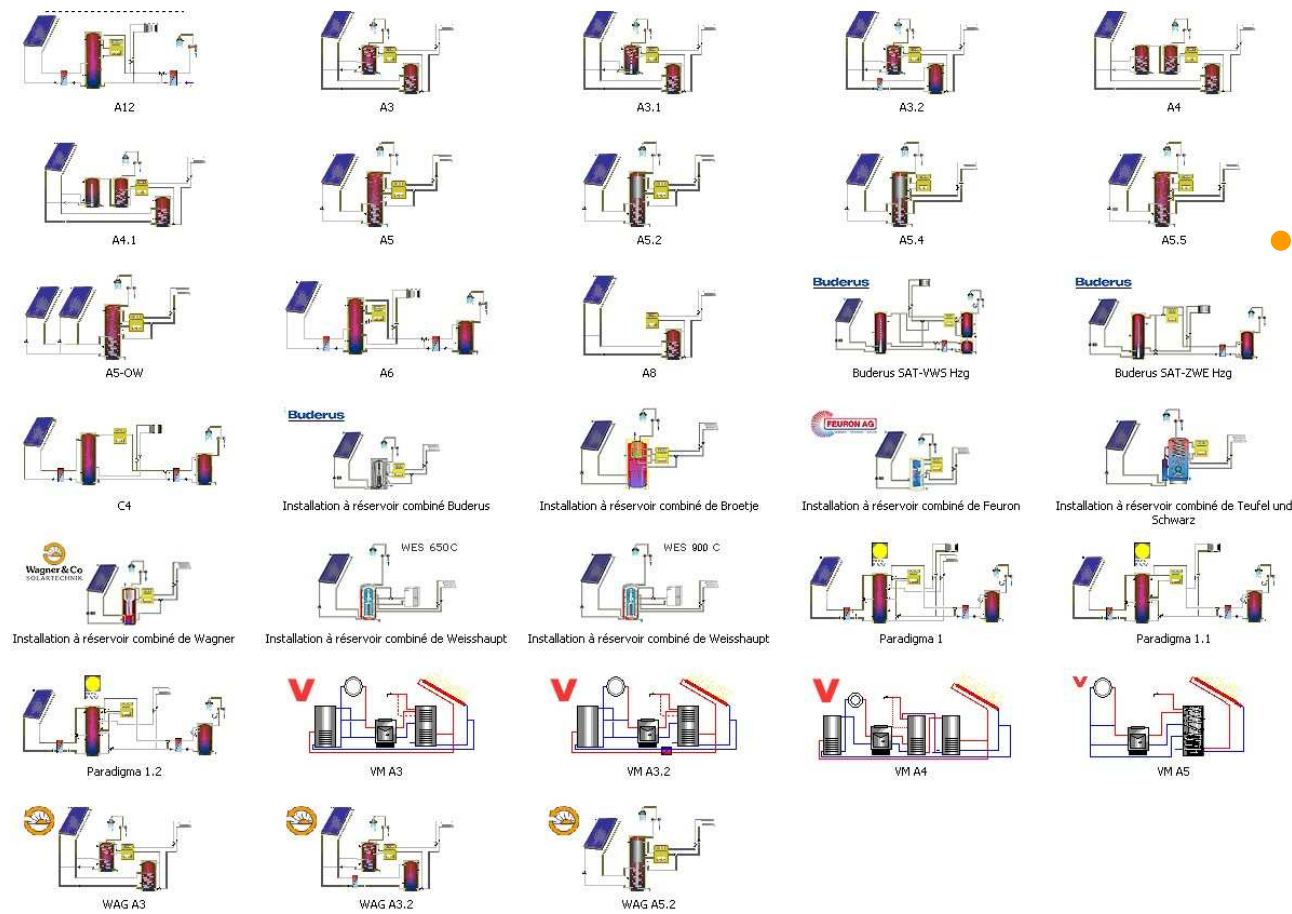
- **Logiciels traitant les SSC**
  - TSOL (Pro, Expert)
  - Polysun (Light, Pro, Designer)
  - Combisun
  - CASSSC
  - SOLEN
  - TRANSOL Pro
  - PSDMI
  - SHWwin
  - GetSolar
- **Outils pour la recherche:**
  - TRNSYS
  - Matlab / SIMULINK
  - Fchart
  - Modelica



|                 | Nom                   | TSOL  |        | Polysun |       |          | Combisun | CASSSC | SOLEN | TRANSOL | PSDMI | SHWwin      | GetSolar |
|-----------------|-----------------------|-------|--------|---------|-------|----------|----------|--------|-------|---------|-------|-------------|----------|
|                 | Version               | Pro   | Expert | Light   | Pro   | Designer |          |        |       |         |       | En allemand |          |
| Utilisateurs    | Installateurs         | XXX   | X      | XXX     | X     | -        | -        | XXX    | X     | X       | XX    | -           | XX       |
|                 | Fabricants            | -     | XXX    | -       | XXX   | XXX      | -        | -      | -     | XX      | X     | -           | XX       |
|                 | Concepteurs           | X     | XX     | X       | XX    | XXX      | -        | -      | -     | XXX     | -     | -           | -        |
|                 | Formateurs            | X     | X      | X       | X     | XX       | XXX      | XXX    | XX    | X       | X     | X           | X        |
| Types de SSC    | Hydro-accumulation    | X     | X      | X       | X     | X        | X        | -      | X     | X       | -     | X           | X        |
|                 | PSD                   | -     | -      | -       | -     | -/X      | X        | -      | -     | -       | X     | -           | -        |
|                 | Schémas personnalisés | -     | -      | -       | -     | X        | -        | -      | -     | -       | -     | -           | -        |
| Saisie bâtiment | Coefficient UA        | -     | -      | -       | -     | -        |          | -      | -     | -       | X     | -           | -        |
|                 | Simplifiée            | X     | X      | X       | X     | X        |          | -      | -     | X       | X     | -           | -        |
|                 | Détaillée             | -     | -      | -       | -     | -        | 3        | X      | -     | -       | X     | -           | -        |
| Bibliothèques   | Climats               | Liste | Liste  | Liste   | Liste | Liste    | Liste    | Liste  | Liste | Liste   | Liste | Liste       | Liste    |
|                 | Capteurs solaires     | Liste | Liste  | Liste   | Liste | Liste    | -        | -      | Liste | Liste   | Liste | X           | -        |
|                 | Chaudières            | Liste | Liste  | Liste   | Liste | Liste    | -        | -      | -     | Liste   | -     | -           | -        |
|                 | Ballons               | Liste | Liste  | -       | Liste | Liste    | -        | -      | -     | Liste   | -     | X           | -        |



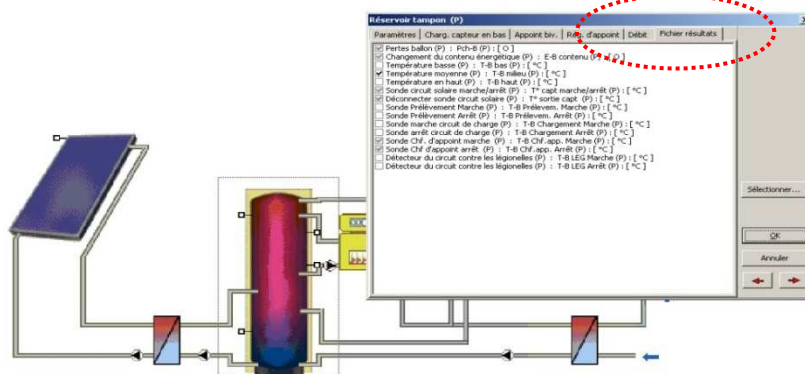
# T-SOL : schémas disponibles:



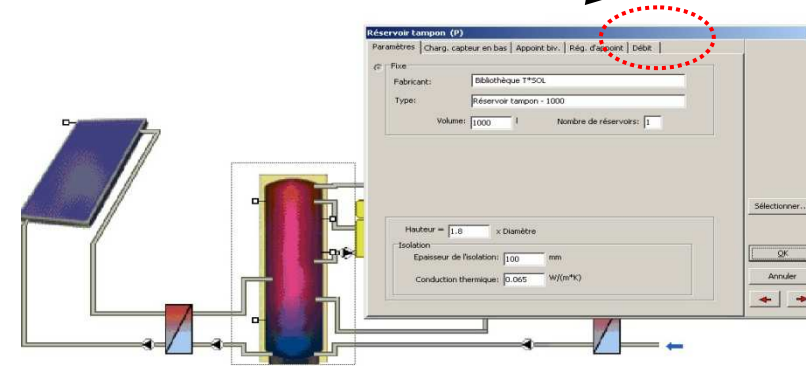
- **Fabricants:**
  - Viessmann
  - Buderus
  - Feuron AG
  - Wagner
  - Paradigma
  - ....

# T-SOL : Différences entre les versions "expert" et "professionnel"

- Nombre de composants dans les bibliothèques
- Quantité de résultats de calcul disponibles



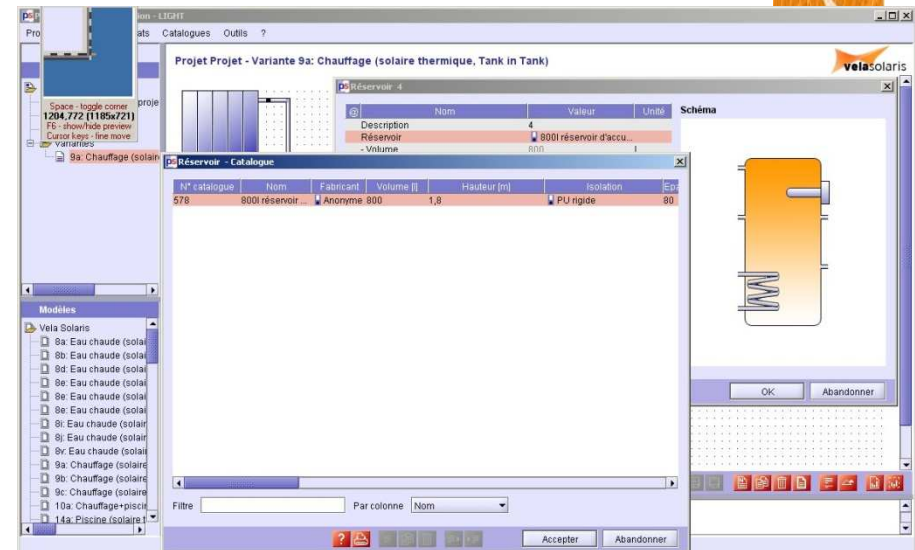
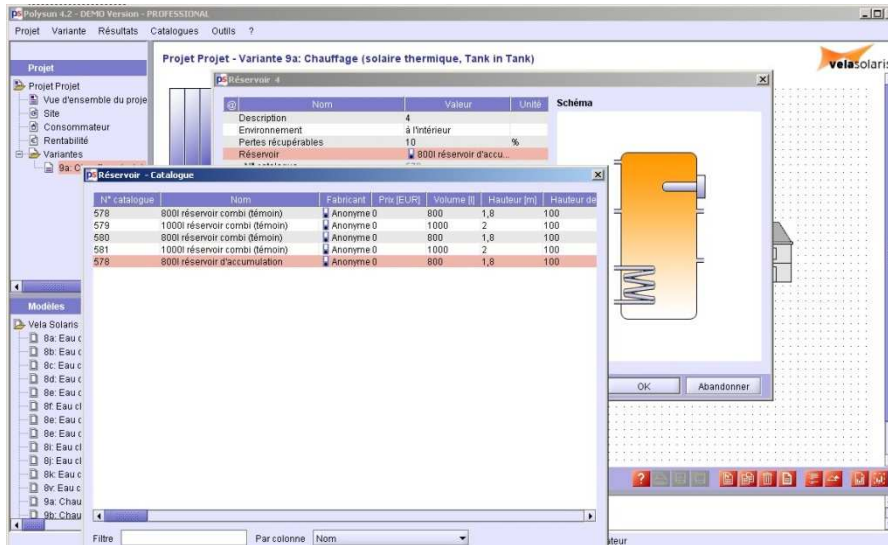
• EXPERT



• Professional

Possibilité de définir la position des raccordements sur le ballon

# Polysun

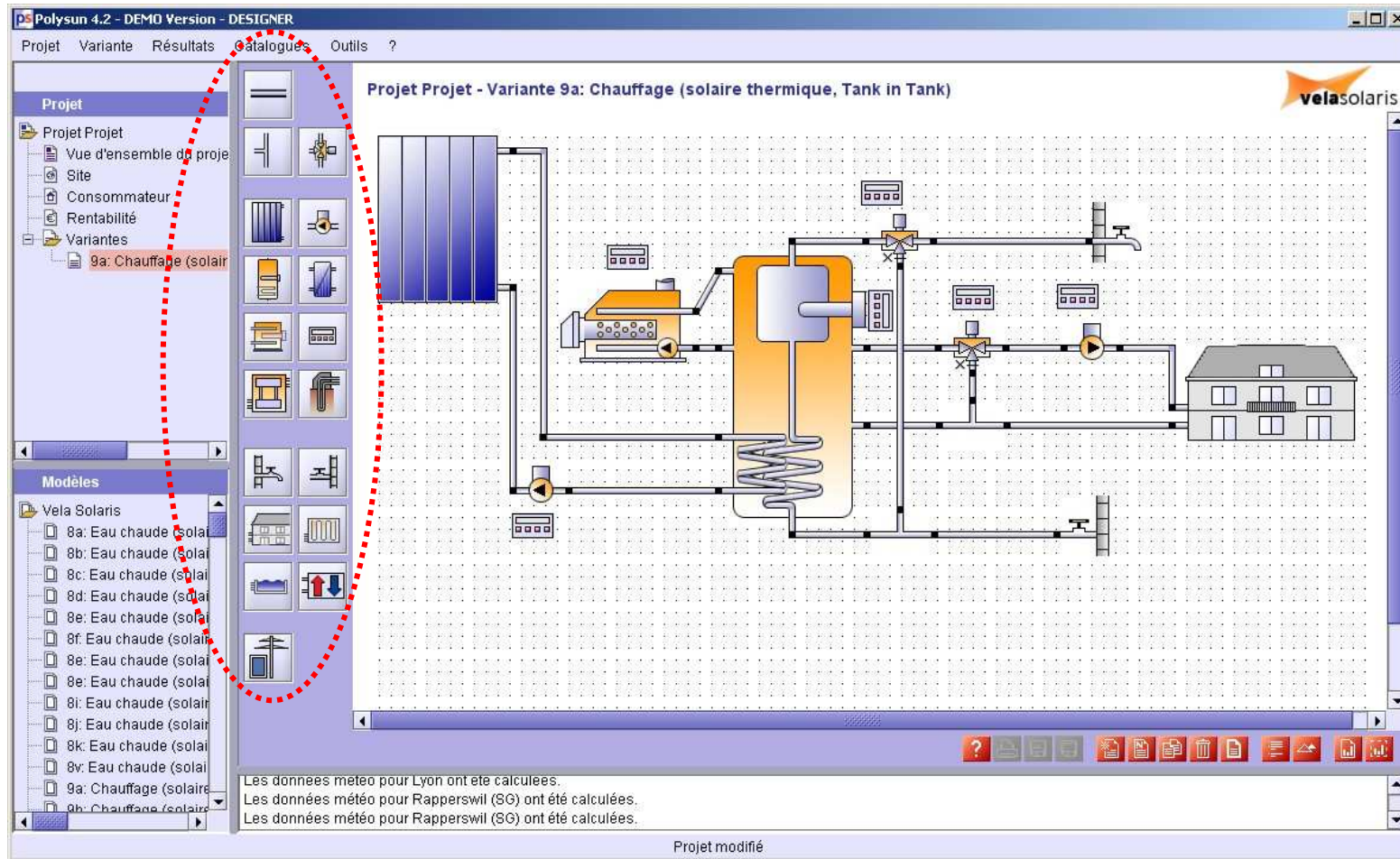


- Polysun Pro

- Fabricants
  - Rotex
  - ProSolar
  - Sonnenkraft
  - ....

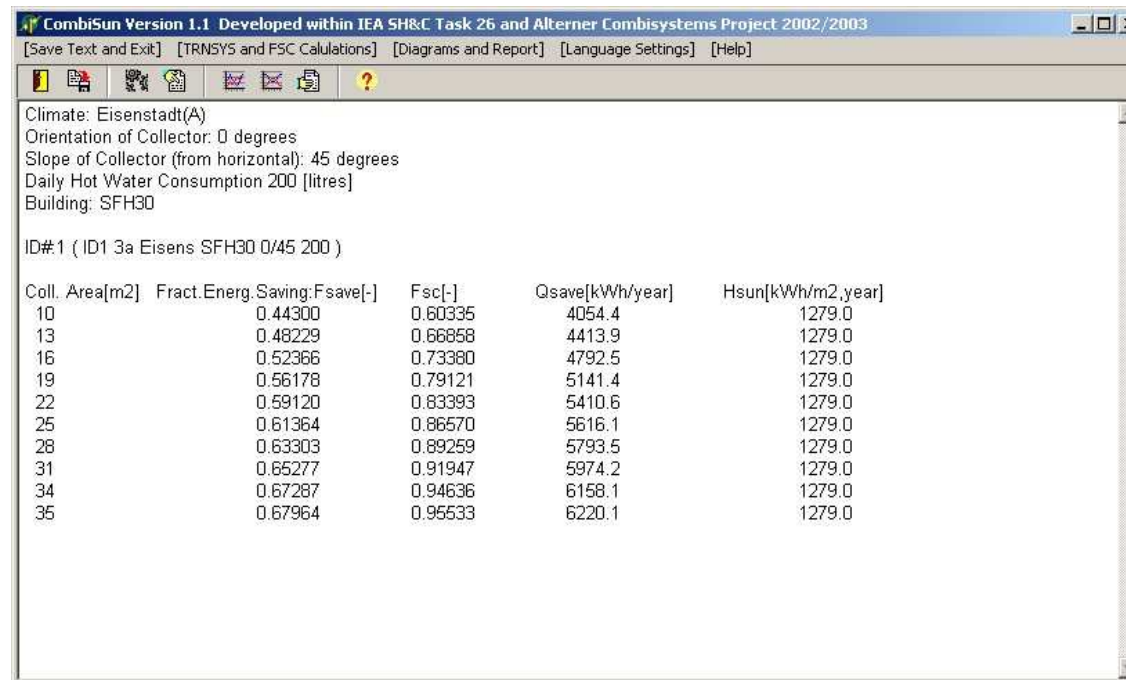
- Polysun light

# Polysun designer



## Combisun

- **Résultat de la tâche 26 de IEA-SHC**
  - 9 schémas de SSC disponibles
  - 3 maisons : SFH30, SFH60 & SFH100 (kWh/m<sup>2</sup>.an)
  - Résultats issus de simulations réalisées dans la tâche 26
- **TRNSYS**



CombiSun Version 1.1 Developed within IEA SH&C Task 26 and Alternator Combinations Project 2002/2003

[Save Text and Exit] [TRNSYS and FSC Calculations] [Diagrams and Report] [Language Settings] [Help]

Climate: Eisenstadt(A)  
 Orientation of Collector: 0 degrees  
 Slope of Collector (from horizontal): 45 degrees  
 Daily Hot Water Consumption 200 [litres]  
 Building: SFH30

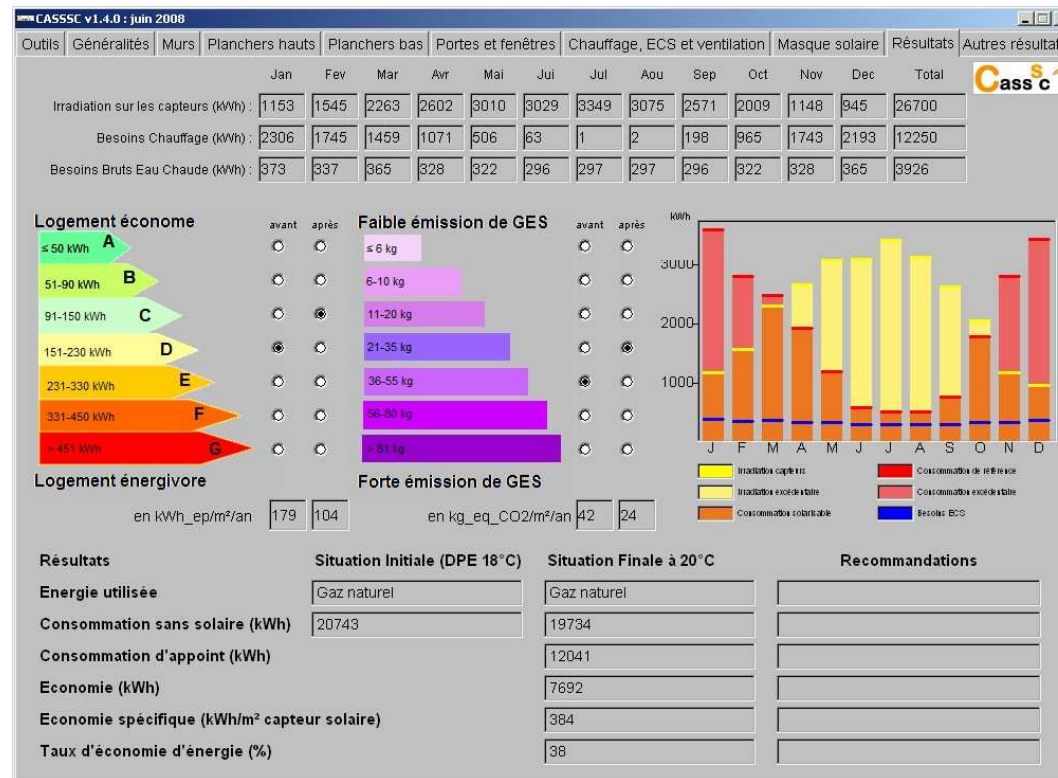
ID#1 ( ID1 3a Eisens SFH30 0/45 200 )

| Coll. Area[m2] | Fract.Energ.Saving:Fsave[-] | Fsc[-]  | Qsave[kWh/year] | Hsun[kWh/m2_year] |
|----------------|-----------------------------|---------|-----------------|-------------------|
| 10             | 0.44300                     | 0.60335 | 4054.4          | 1279.0            |
| 13             | 0.48229                     | 0.66858 | 4413.9          | 1279.0            |
| 16             | 0.52366                     | 0.73380 | 4792.5          | 1279.0            |
| 19             | 0.56178                     | 0.79121 | 5141.4          | 1279.0            |
| 22             | 0.59120                     | 0.83393 | 5410.6          | 1279.0            |
| 25             | 0.61364                     | 0.86570 | 5616.1          | 1279.0            |
| 28             | 0.63303                     | 0.89259 | 5793.5          | 1279.0            |
| 31             | 0.65277                     | 0.91947 | 5974.2          | 1279.0            |
| 34             | 0.67287                     | 0.94636 | 6158.1          | 1279.0            |
| 35             | 0.67964                     | 0.95533 | 6220.1          | 1279.0            |

# CASSSC

- DPE pour le besoin de chauffage et l'évaluation des consommations
- Méthode FSC pour calculer l'économie solaire

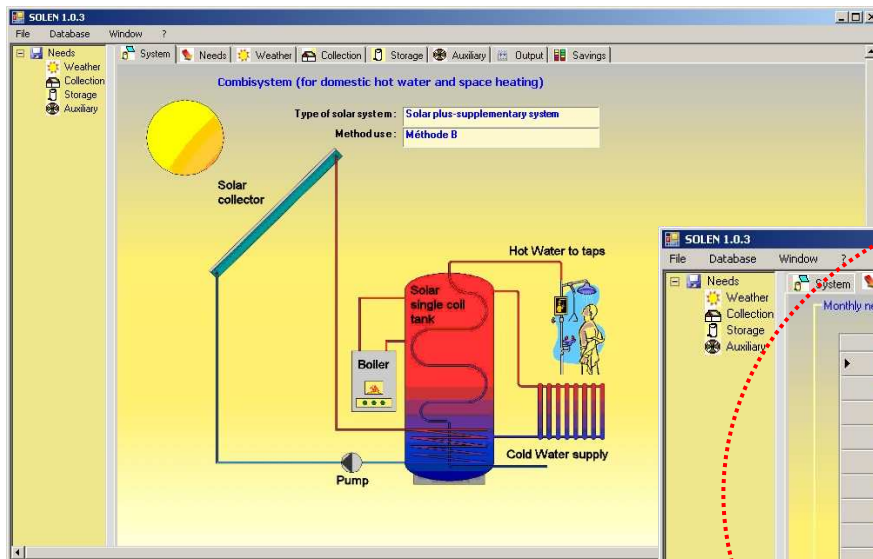
- Utilisé dans les formation Qualisol Combi



# Solen

- Basé sur norme EN 15316

- Le besoin de chauffage de la maison est une donnée d'entrée

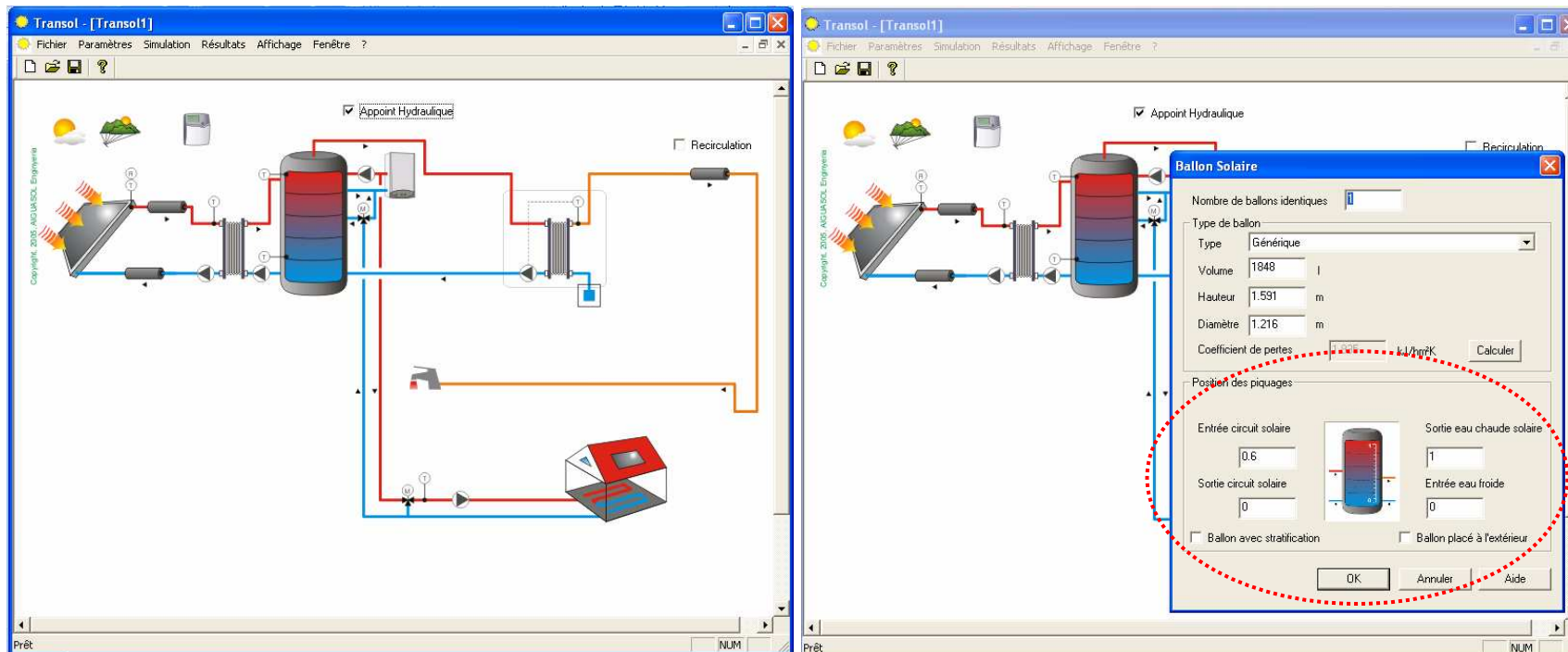


- Vue générale

| Month   | QW_sol_use | QH_sol_use |
|---------|------------|------------|
| 1       | 101        | 2943       |
| 2       | 91         | 2357       |
| 3       | 101        | 1748       |
| 4       | 97         | 993        |
| 5       | 101        | 260        |
| 6       | 97         | 0          |
| 7       | 101        | 0          |
| 8       | 101        | 0          |
| 9       | 97         | 118        |
| 10      | 101        | 969        |
| 11      | 97         | 2167       |
| 12      | 101        | 2686       |
| Total : | 1186       | 14241      |

Redefine hot water use  
 Daily hot water demand:  litres  
 Set point temperature of domestic hot water:  °C  
 Add 10% distribution losses

# Transol Pro



- **TRNSYS**
- **Possibilité de définir la position des raccords sur le ballon**



# PSDMI

**Calcul BV**

Mode de calcul du BV

BV et GV connus     Calcul simplifié     Calcul détaillé

Surface habitable :  m<sup>2</sup>

Surface de la toiture :  m<sup>2</sup> Kt :  W/m<sup>2</sup>.K

Surface du plancher bas :  m<sup>2</sup> Kpb :  W/m<sup>2</sup>.K

Surface des murs :  m<sup>2</sup> Km :  W/m<sup>2</sup>.K

Surface des portes :  m<sup>2</sup> Kp :  W/m<sup>2</sup>.K

Surface des fenêtres :  m<sup>2</sup> Kf :  W/m<sup>2</sup>.K

Nb. pièces principales :

Nb. salles d'eau :

Nb. de WC :

Temp. int. de consigne :  °C

Façades abritées :  Oui     Non

Planchers et murs lourds :  Forte     Moyenne

Véranda sud-est :  Oui     Non

Fenêtres :

- Saisie de la maison

- Vue générale

**Calcul BV**

Localisation : 73 Savoie  
Station météo : Chambéry  
Altitude du site : 260 m

Calcul BV

Surface habitable : 120.0 m<sup>2</sup>  
Inertie : Moy.  
Calcul détaillé :  
GV : 394 W/K

Appoint : Plancher solaire direct appoint intégré  
Chaudière fioul ou gaz

Circuit capteur : Type : Clipsol Modèle Clipsol  
TGD  
Surface : 6.48 m<sup>2</sup>

Plancher

Surface utile : 80.0 m<sup>2</sup>

ECS : Besoin ECS : 140 l/jour à 50 °C  
Volume du ballon solaire : 400 l

Énergie consommée (kWh)

|           | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | Total |
|-----------|------|------|------|-------|-----|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Esu (kWh) | 123  | 178  | 278  | 323   | 342 | 231  | 232   | 233  | 174  | 253  | 134  | 101  | 2 603 |
| Ch (kWh)  | 63   | 115  | 212  | 276   | 340 | 0    | 0     | 0    | 117  | 211  | 77   | 46   | 1 459 |
| Ecs (kWh) | 109  | 130  | 173  | 178   | 150 | 396  | 402   | 402  | 218  | 141  | 110  | 105  | 2 513 |

PSD - Maison individuelle V 1.0 Janvier 2002    17-11-2008    12:18:41

# SHWwin / GetSolar

SHWwin

Projekt: Mehrfamilienhaus BW-ber  
 Mehrfamilienhaus Brauchwasserbereitung  
 Grazhour.dat  
 17/11/1999  
 Solare Brauchwasserbereitung mit Warmwasserspeicher

Simulation | Kollektor | W/W-Speicher | PU-Speicher | Steuerung | Warmwasserverbrauch | Gebäude + Heizung | Kessel | Protokoll

Simulationsprogramm "SHW" zur Simulation von Systemen zur solaren Raumheizung und Warmwasserbereitung mit Zusatzheizung

Erstellt von: W. Streicher, K. Schmedl, A. Thuer, A. Vilicos (c) Institut fuer Waermetechnik, TU Graz

Datum: 19.11.1999 Uhrzeit: 12:44

BERECHNUNGSERGEBNIS:

| GESAMTANLAGE: | Global   | BeDeuKol | NutzKol | ZirkVer | SolSpei | KolWiGr | KolNuGr | DeckGr |
|---------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Monat         | [kWh]    | [h]      | [kWh]   | [kWh]   | [kWh]   | [%]     | [%]     | [%]    |
| JAN           | 5050.9   | 61.1     | 1354.1  | 18.3    | 1335.8  | 51.10   | 26.81   | 6.26   |
| FEB           | 6521.1   | 75.4     | 1823.7  | 21.8    | 1801.9  | 52.57   | 27.97   | 11.48  |
| MAR           | 10020.0  | 96.5     | 2433.6  | 25.2    | 2408.5  | 53.72   | 24.29   | 19.31  |
| APR           | 11268.6  | 106.3    | 2772.0  | 22.8    | 2749.3  | 55.38   | 24.60   | 28.07  |
| MAI           | 12761.2  | 112.9    | 2801.0  | 18.8    | 2782.2  | 56.37   | 21.95   | 39.22  |
| JUN           | 13377.2  | 105.9    | 2991.9  | 19.5    | 2972.4  | 57.23   | 22.37   | 65.08  |
| JUL           | 14284.8  | 114.7    | 3262.4  | 20.8    | 3241.6  | 57.66   | 22.84   | 71.40  |
| AUG           | 13412.2  | 107.9    | 3152.7  | 21.4    | 3131.2  | 57.75   | 23.51   | 67.68  |
| SEP           | 11041.0  | 106.6    | 2684.2  | 22.7    | 2661.5  | 55.43   | 24.31   | 37.52  |
| OKT           | 7880.8   | 89.8     | 1993.2  | 22.2    | 1971.0  | 52.66   | 25.29   | 15.72  |
| NOV           | 4826.9   | 58.7     | 1326.8  | 15.0    | 1311.7  | 53.28   | 27.49   | 8.78   |
| DEZ           | 4061.4   | 55.9     | 1037.4  | 13.8    | 1023.6  | 51.34   | 25.54   | 4.03   |
| Jahr          | 114506.1 | 1091.7   | 27633.1 | 242.3   | 27390.7 | 55.15   | 24.13   | 21.18  |

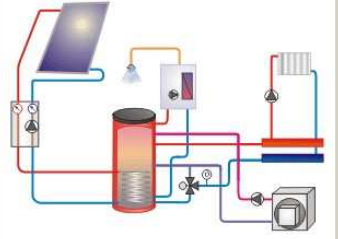
• SHWwin

• GetSolar

GetSolar - Demoversion

HOTTGENROTH SOFTWARE | ETU | GETSOLAR

Assistent | Ort | Anlage | Kollektor | Moment | Simulation



Projekt: Standard-Solaranlage

Standort: Solar geogr. Breite: 49,3°

Kollektor: Flachkollektor, selektiv beschichtet  
 Fläche: 12,00 m²  
 Kennlinie:  $c_0 = 0,770$   $c_1 = 3,500 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   $c_2 = 0,0200 \text{ W/(m}^2\text{K}^2)$   
 Neigung: 35,0° Südabweichung: -10,0°

Anlagentyp: Pufferspeicher + FWE (Z)  
 Pufferspeicher: 1200 Liter Temperatur: max. 85°C / min. 65°C  
 Frischwassermodul: 20 Liter/Min bei 10 -> 45°C und 55°C Vorlauftemperatur

Wärmebedarf: 8,16 kWh/Tag = 156 Liter/Tag von 10°C auf 55°C  
 20000 kWh/Jahr Heizwärmebedarf  
 Solares Heizen: bei T außen < 16°C  
 Heizkreis: 55/40°C, 8 kW bei -16°C

## Conclusion sur la mise en œuvre

- **Préférer les système standardisés préfabriqués**
- **Faire un plan de pose des tuyauteries, simplifier**
- **Bien soigner l'isolation**
- **Soigner le couplage hydraulique si réseaux de chauffage à température différente**
- **Eviter les "moutons à 5 pattes" ....**
- **Ne pas surdimensionner :**
  - **Bien évaluer les besoins de chauffage**
  - **Conseiller une rénovation thermique du bâti avant la réalisation d'un SSC**
  - **Attention à l'évaluation des besoins en eau chaude**
  - ...

## Conclusion sur les logiciels

- Pas d'outil unique et universel
- En général, les bâtiments sont décrits trop sommairement (bâtiments-type (isolation, inertie, surface vitrée) ou puissance de déperditions)
- Donc le dimensionnement est fait sans connaître précisément le besoin de chauffage
- Résultats calculés disparates
  - Energie économisée
  - Taux de couverture (à l'entrée ou à la sortie du stockage)
  - ...
- Utilisation généralement délicate pour les installateurs