

Efficacité énergétique des bâtiments  
Vers des bâtiments autonomes en énergie

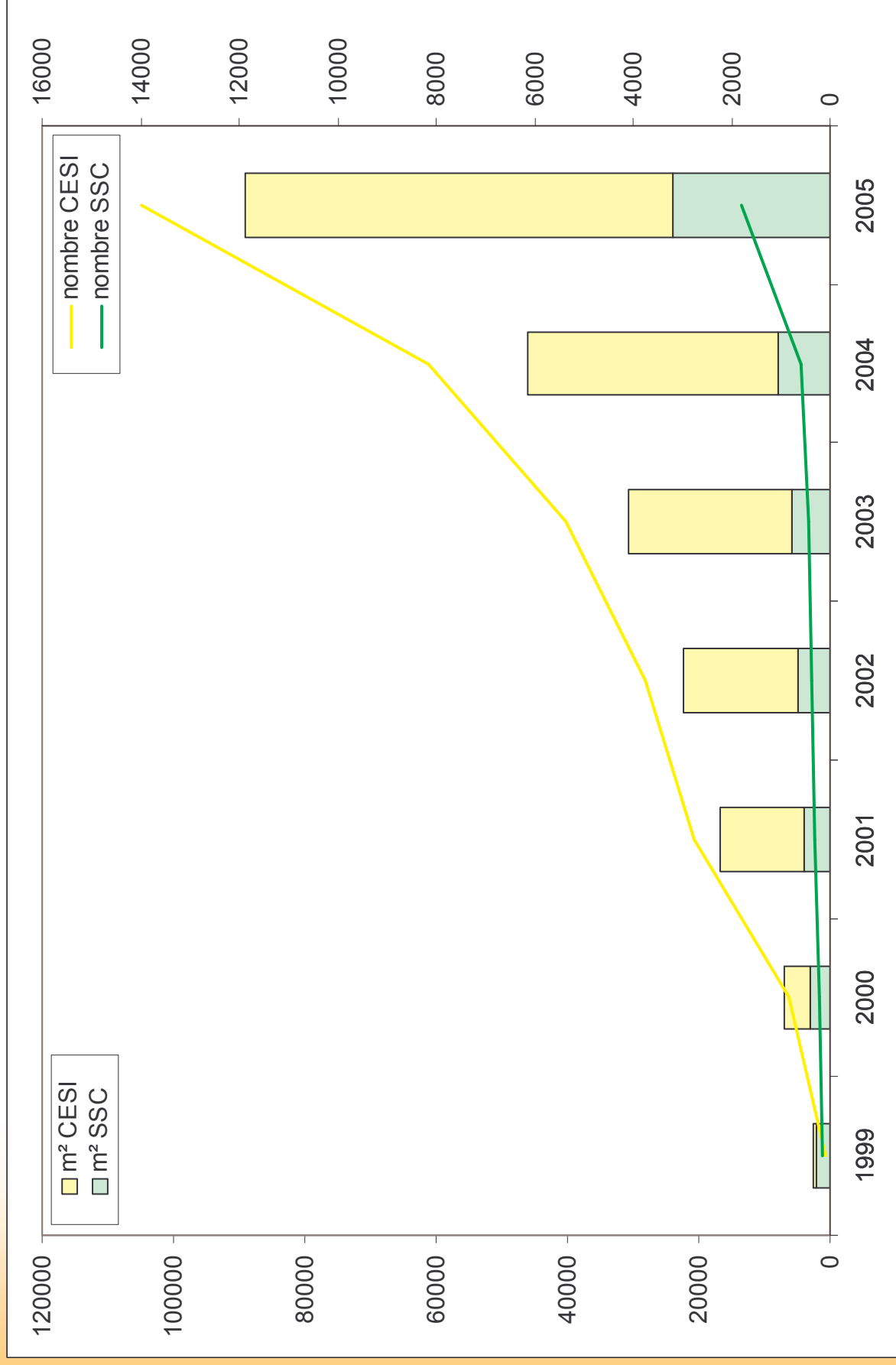
# Systèmes solaires combinés (SSC)

Quel bilan et quel avenir ?

21 mars 2006

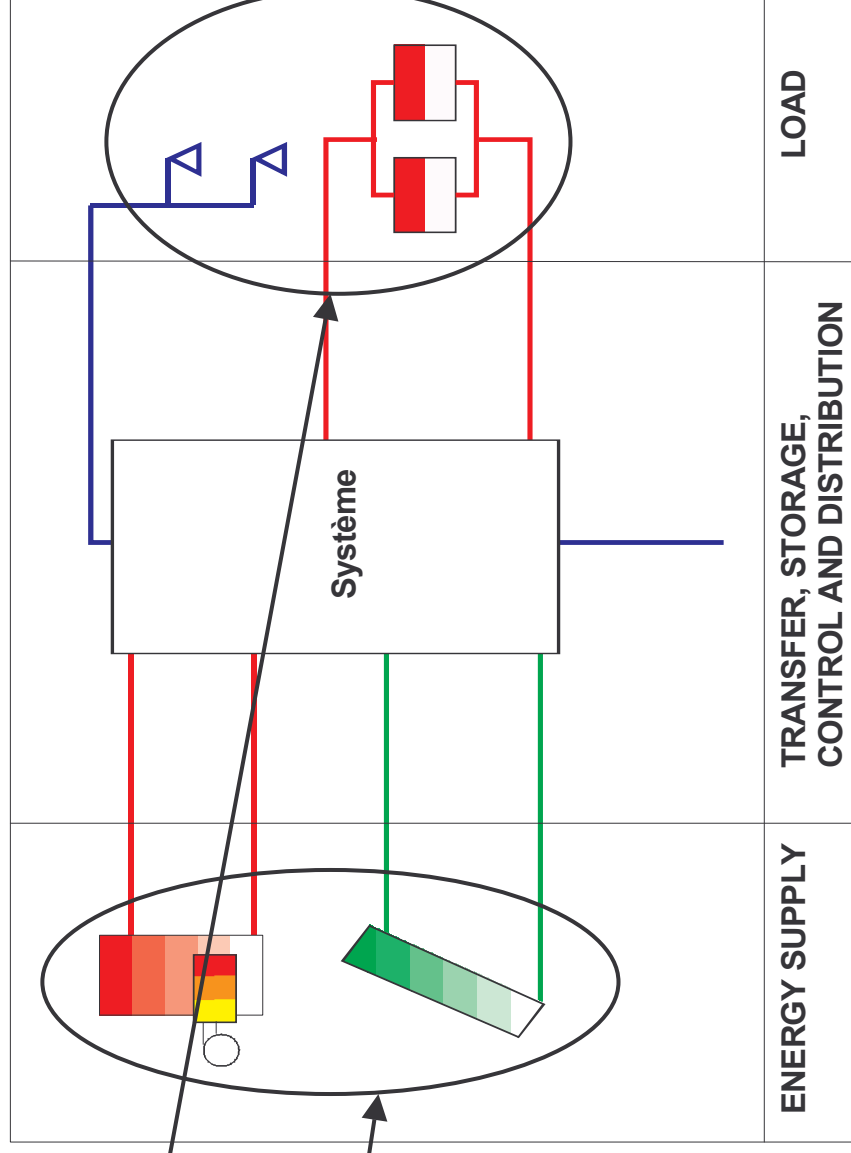
Thomas Letz

# Évolution du marché des SSC en France



## Système Solaire Combiné (SSC)

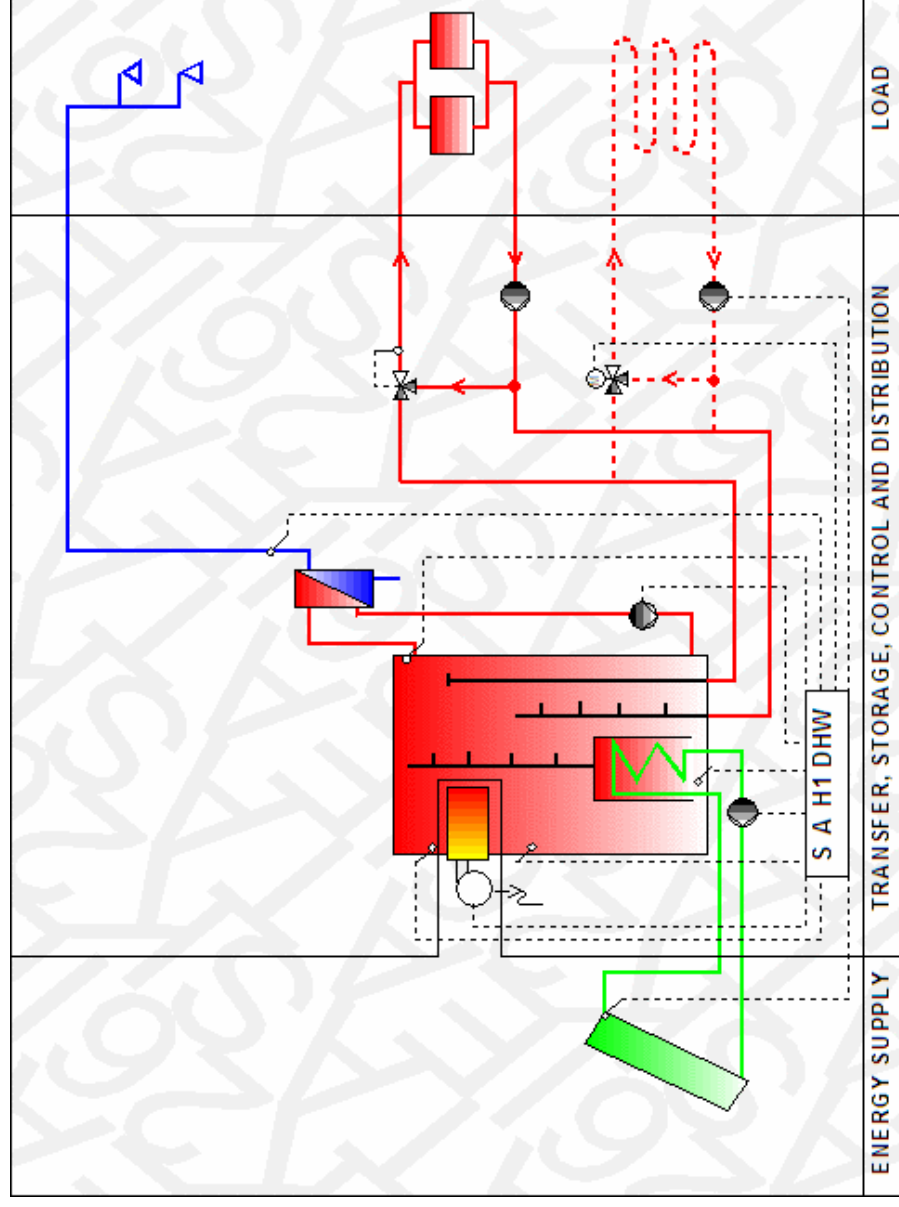
- 2 usages : chauffage et eau chaude
- 2 énergies : solaire et appoint



## Deux grandes catégories de SSC

### Systèmes à hydro-accumulation

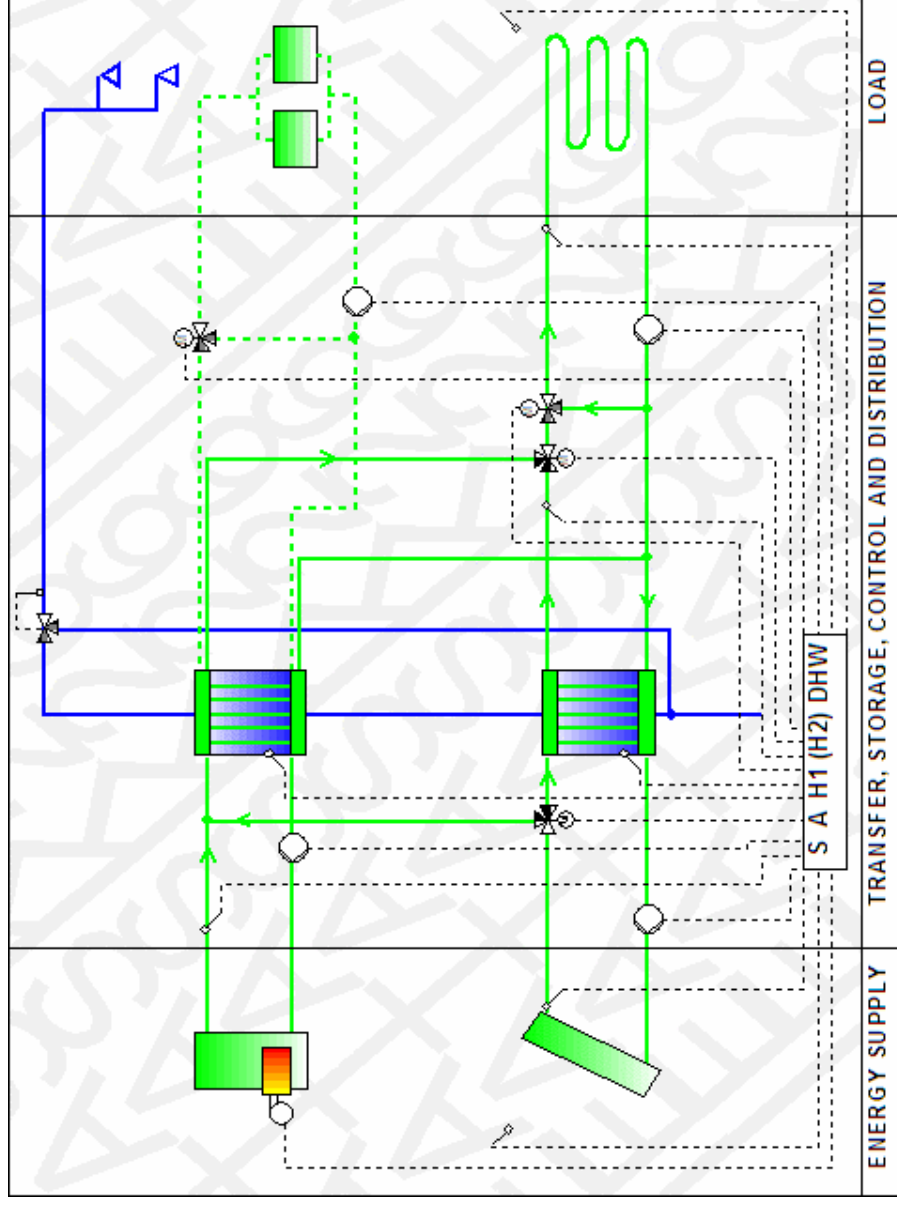
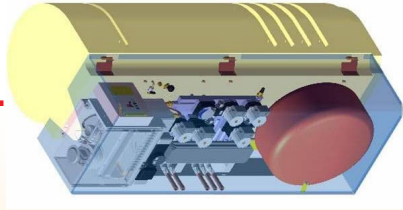
- 2 usages : chauffage et eau chaude
- 2 énergies : solaire et appoint
- Stockage énergie solaire pour le chauffage dans un ballon



## Deux grandes catégories de SSC

### Planchers solaires directs

- 2 usages : chauffage et eau chaude
- 2 énergies : solaire et appoint
- Stockage énergie solaire pour le chauffage dans une dalle épaisse



# Nécessité de l'évaluation des systèmes

## 3 niveaux possibles

- **connaissance** +
- Simulation : vérification du bon fonctionnement théorique d'un système
  - Mesure en laboratoire : permet de prendre en compte réellement les interactions entre composants
  - Mesure sur site : résultat de 3 facteurs
    - **qualité intrinsèque du système** : schéma hydraulique, stratification des stockages, niveau d'isolation des composants, intégration et pilotage de l'appoint (= résultat des mesures en laboratoire)
    - **qualité de l'installation** : respect du schéma préconisé, isolation des canalisations de liaison, etc....
    - **"robustesse" du système** : influence du comportement de l'utilisateur et des réglages réalisés

## Une grande complexité

- Pas facile de s'y retrouver entre les différentes dénominations des produits utilisées par les constructeurs.
- Pour les SSC suivis dans le cadre du programme d'évaluation, variantes de schémas qui ne sont pas forcément identifiées de manière explicite dans les ATEX (cas de VIESSMANN)
- De même, le SSC Wagner dénommé "Solarpaket SH 950\_AR COMPACT" correspond à l'ATEX SC 960 TERMO.

## L'Avis Technique Expérimental

**Délivré par le CSTB. Il donne un avis sur :**

- **satisfaction aux règlements et lois en vigueur,**
- **sécurité,**
- **faisabilité**
- **risque de désordres**
- **indications sur la durabilité et la fiabilité,**
- **appréciation de l'aptitude à l'emploi.**

**Rien sur les performances**



## Les Laboratoires semi-virtuels

### **CSTB**

- Construction terminée
- En phase de validation
- Premiers tests de SSC : ???

### **SPF**

- opérationnel
- une dizaine de SSC déjà testés
- mais un seul commercialisé en France (Wagner)

### **INES-RDI**

- en construction

## Caractérisation des SSC

Un SSC de marque **A**, avec **20 m<sup>2</sup>** de capteurs, qui couvre **25 %** des besoins de chauffage et d'eau chaude d'une maison de **180 m<sup>2</sup>** peu isolée située à **Strasbourg** est-il plus ou moins performant qu'un SSC de marque **B**, avec **12 m<sup>2</sup>** de capteurs qui couvre **40 %** des besoins de chauffage et d'eau chaude d'une maison de **120 m<sup>2</sup>** bien isolée située à **Chambéry** ?

## Niveau de performances

Impossible de caractériser un SSC par un seul chiffre :

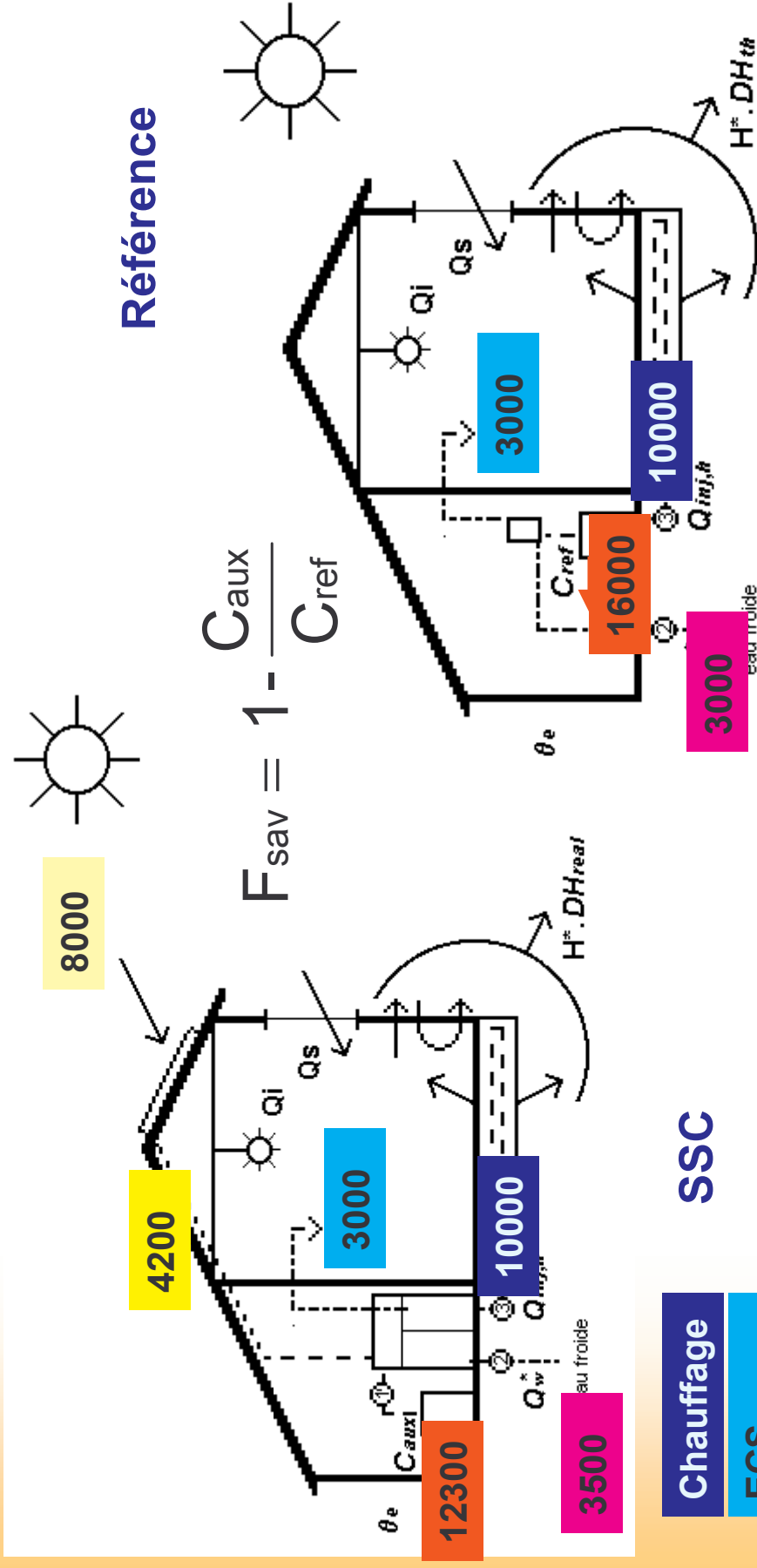
- Fraction solaire
- Productivité
- Taux d'économie d'énergie (thermique) ou (étendu)

car ces indicateurs dépendent des besoins, des conditions météorologiques, du dimensionnement (surface des capteurs)

Méthode FSC : permet une visualisation graphique du niveau de performances

**FSC : Fraction Solarisable des Consommations**

# Calcul du taux d'économie



$$F_{sav} = 1 - \frac{C_{aux}}{C_{ref}}$$

$$F_{sav} = 1 - 12300/16000 = 23 \%$$

$$FSC = 8000/16000 = 0,50$$

Energie solaire utilisable

# Définition de la Fraction Solarisable des Consommations

■ Consommation de référence

■ Irradiation sur la surface des capteurs

▨ Consommation en excès

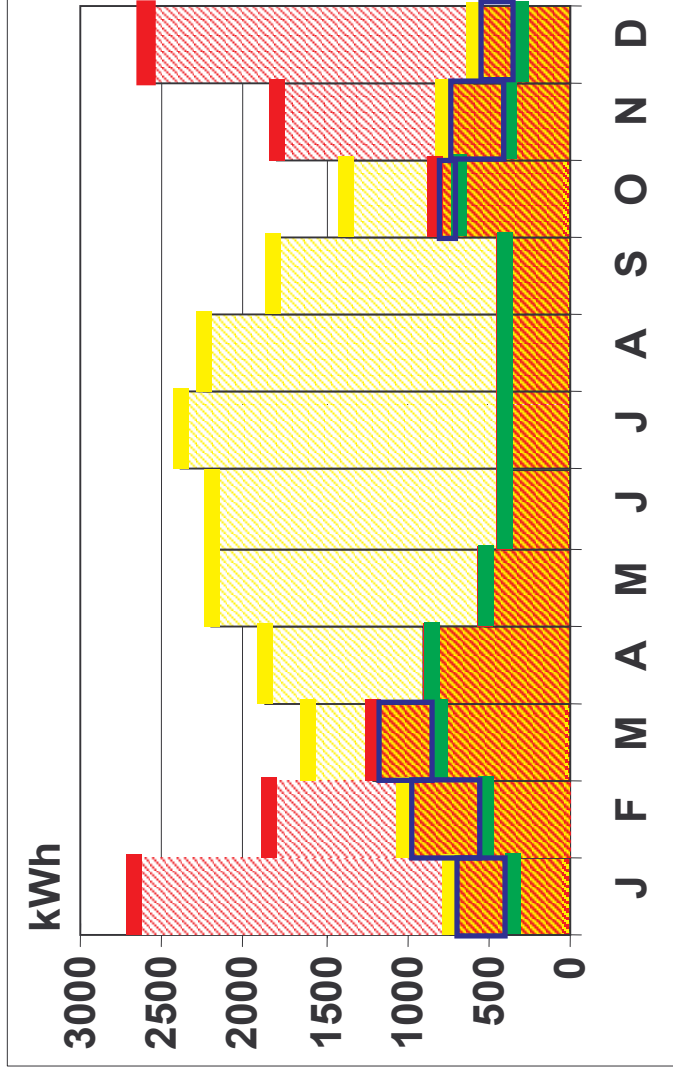
▨ Irradiation en excès

■ Énergie solaire utilisable

■ Énergie économisée

□ Pertes thermiques du système

Consommation de référence = ( besoin chauffage + besoin ECS + pertes ballons ECS référence ) / rendement chaudière de référence



↑  
Système idéal  
Fraction solarisable des consommations

$$F_{SC} =$$

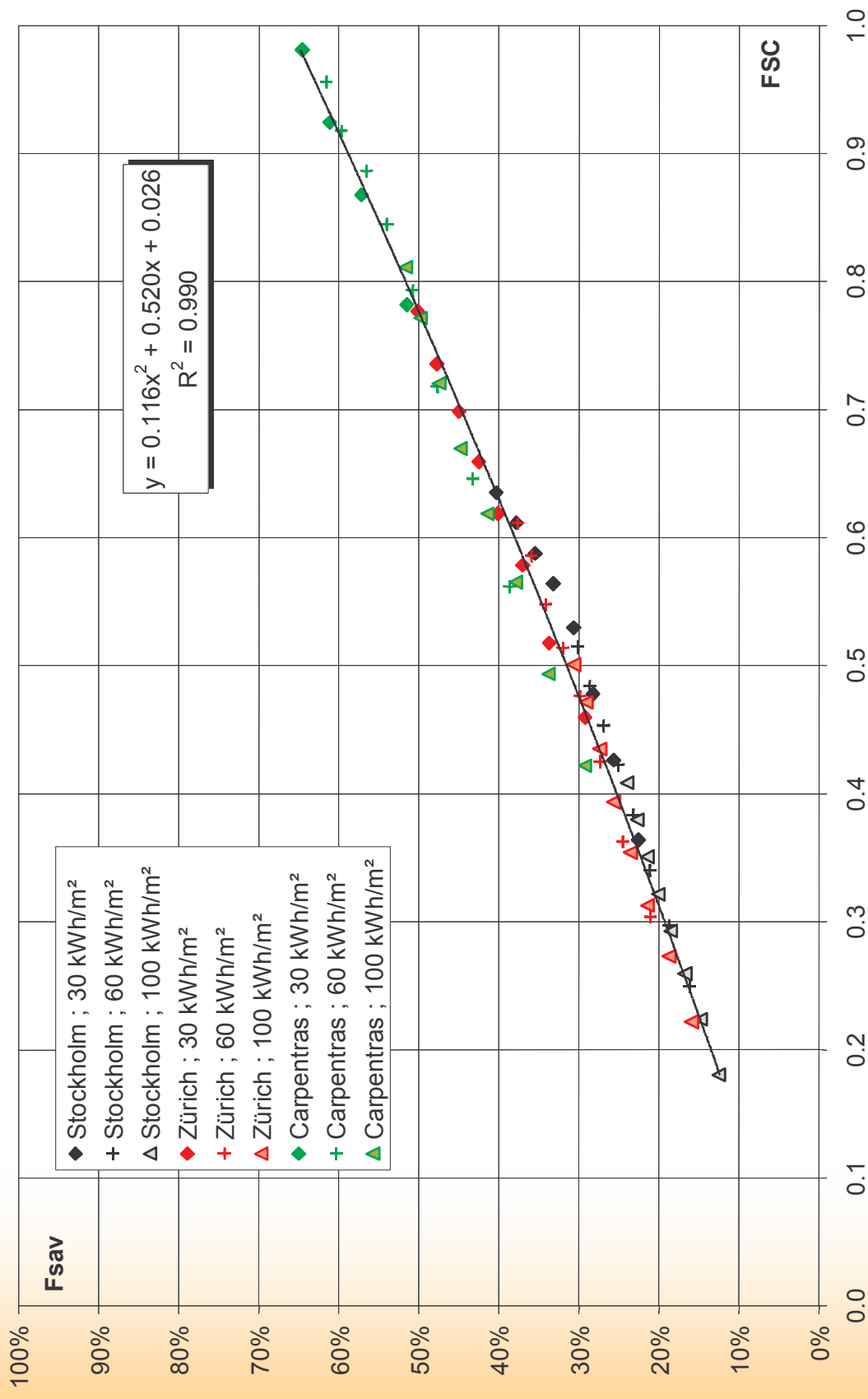
↑  
Système réel  
Taux d'économie d'énergie

$$F_{sav} =$$

Fraction solarisable des consommations = Taux d'économie d'énergie théorique maximum

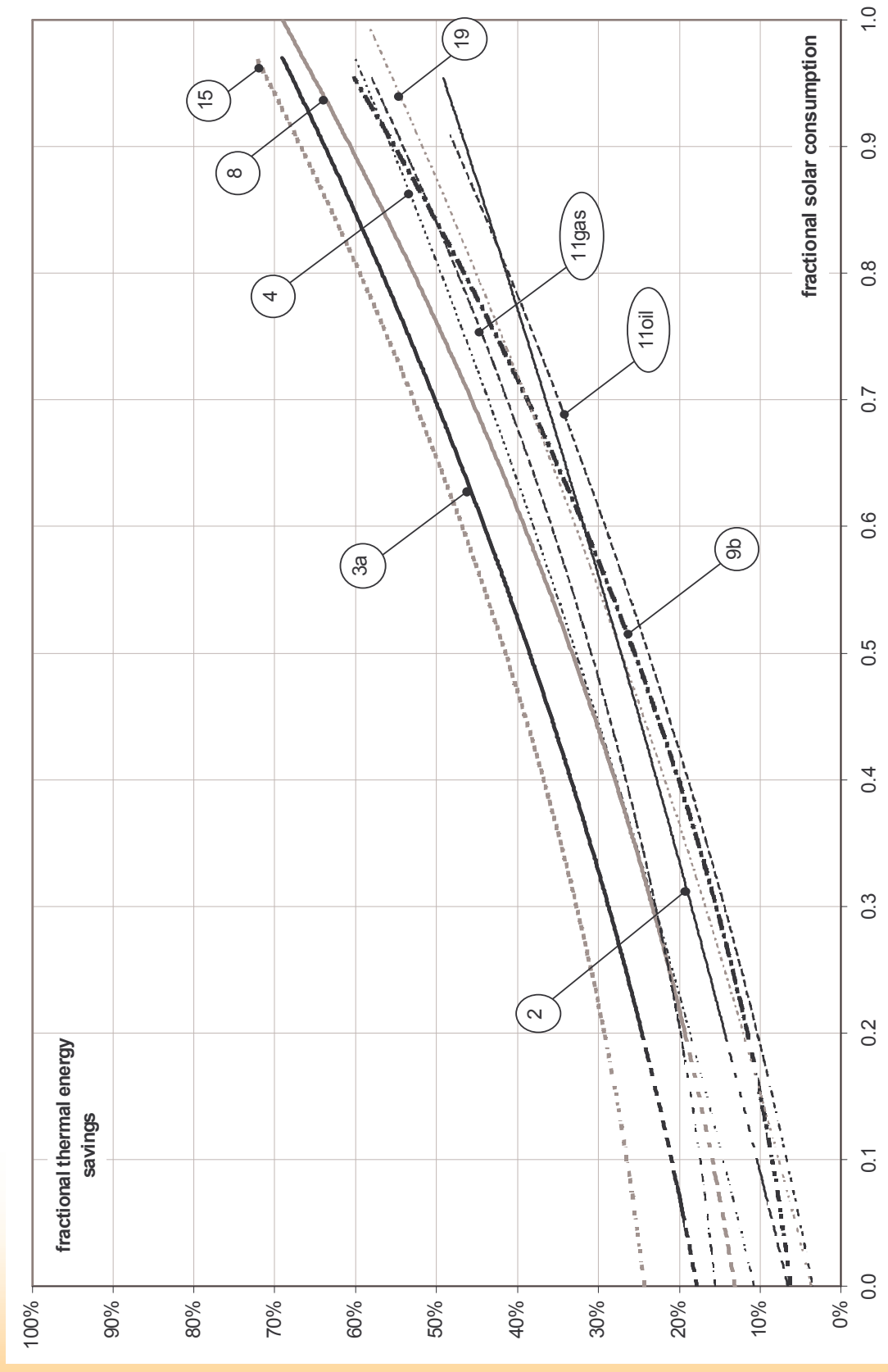
Plus  $F_{sav}$  est proche de  $F_{SC}$ , plus le système est efficace

# Courbe caractéristique d'un SSC



La portion de parabole caractérise le système.

# Résultats de la tâche 26



La portion de parabole caractérise le système.

# Le programme Eval SSC

37 SSC de 5 fabricants suivis entre 2004 et 2006

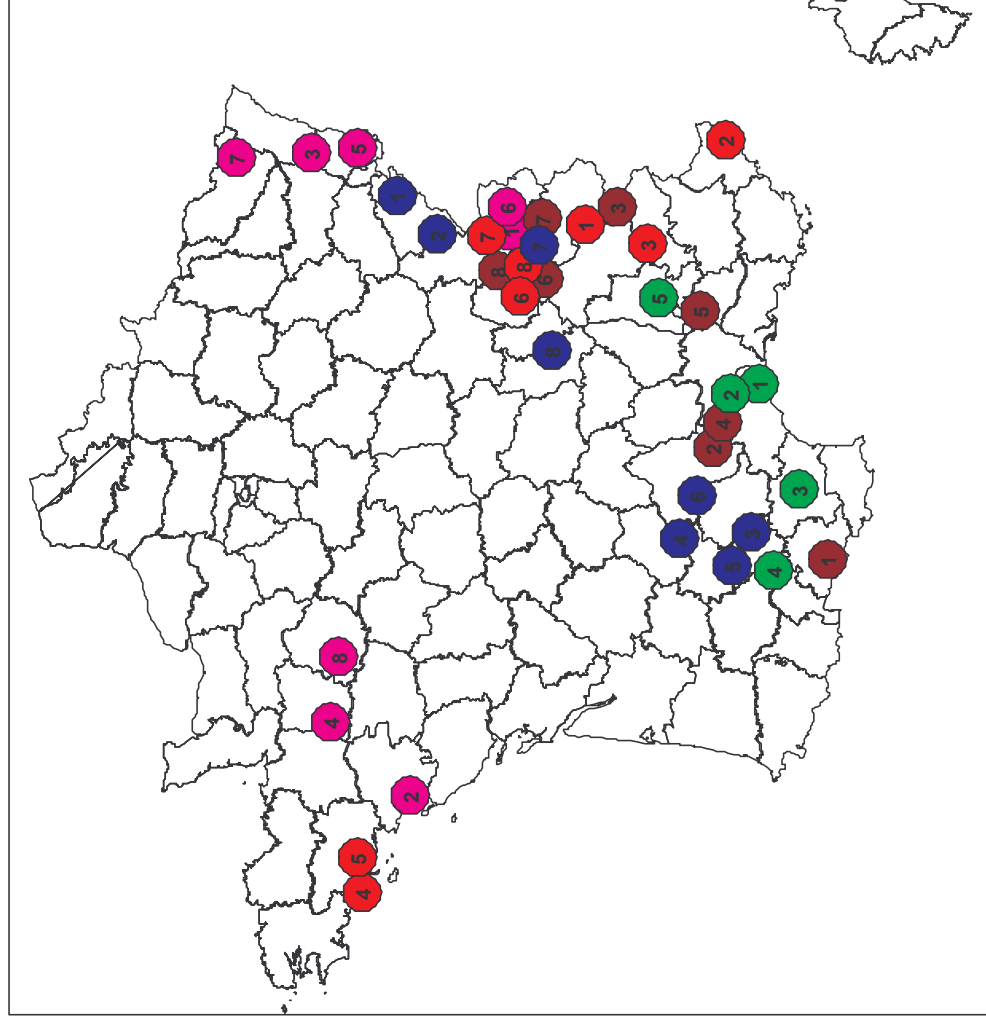
**BUDERUS**

**CLIPSOL**

**GIORDANO**

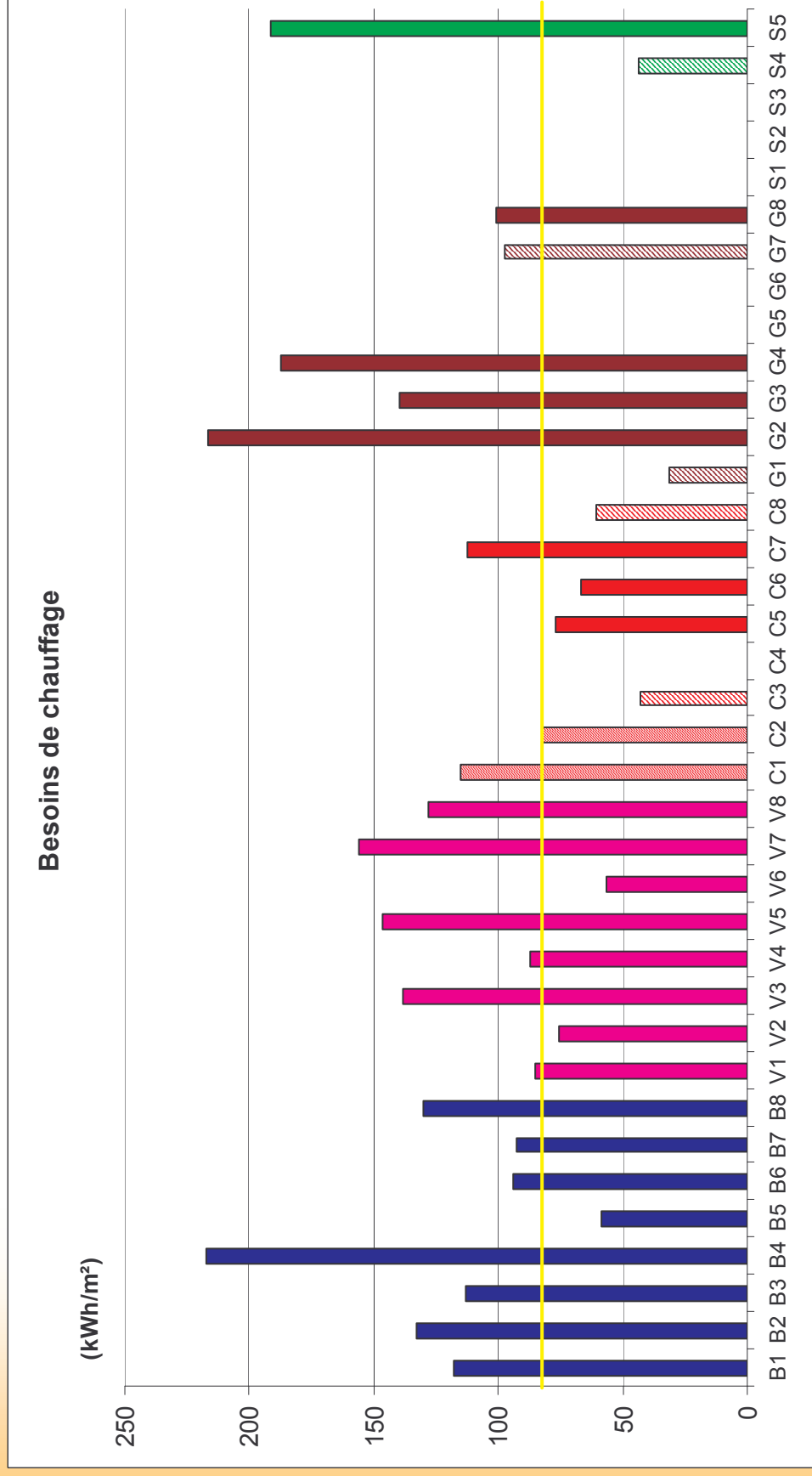
**VISSMANN**

**SOLAIRE CONNEXION**

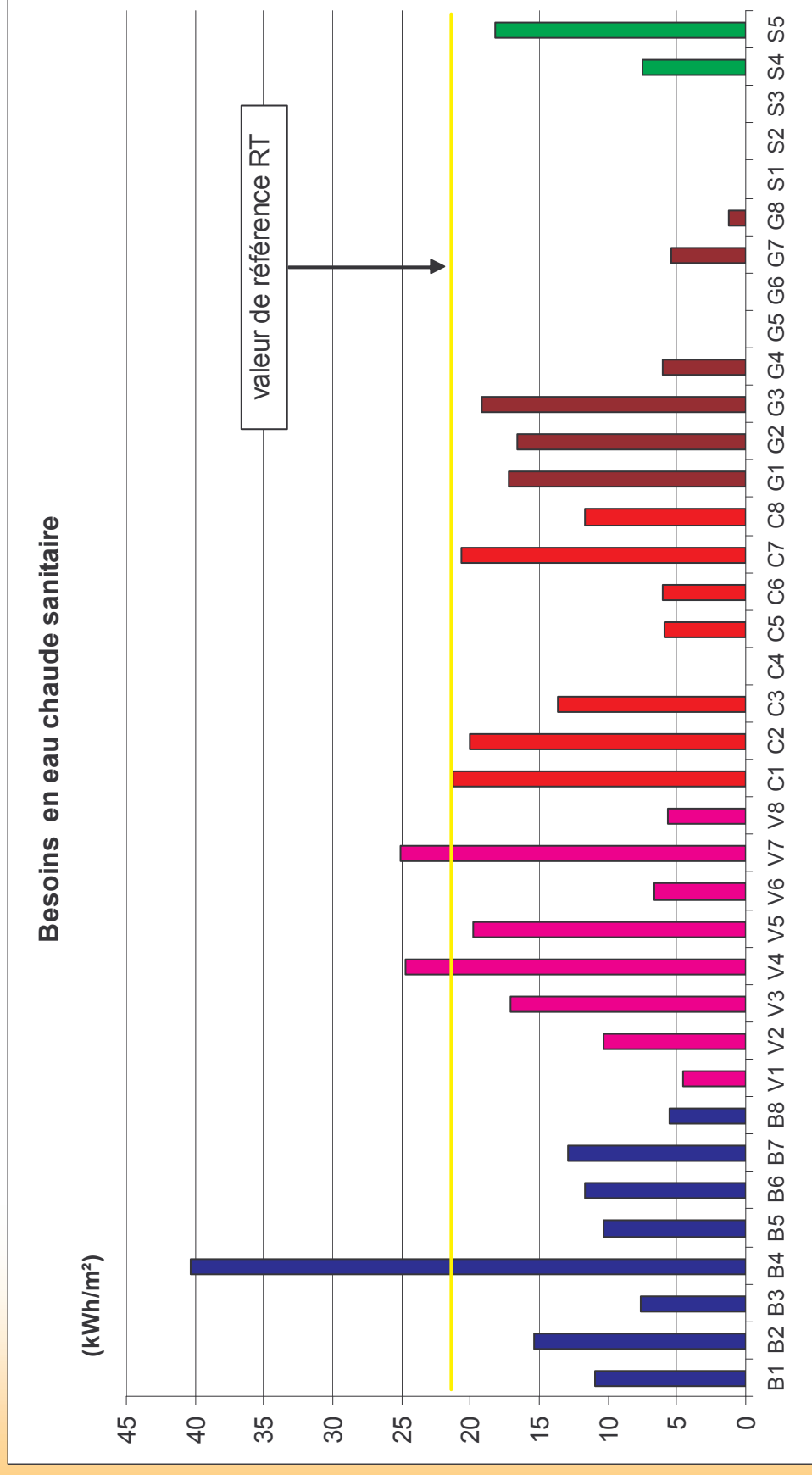




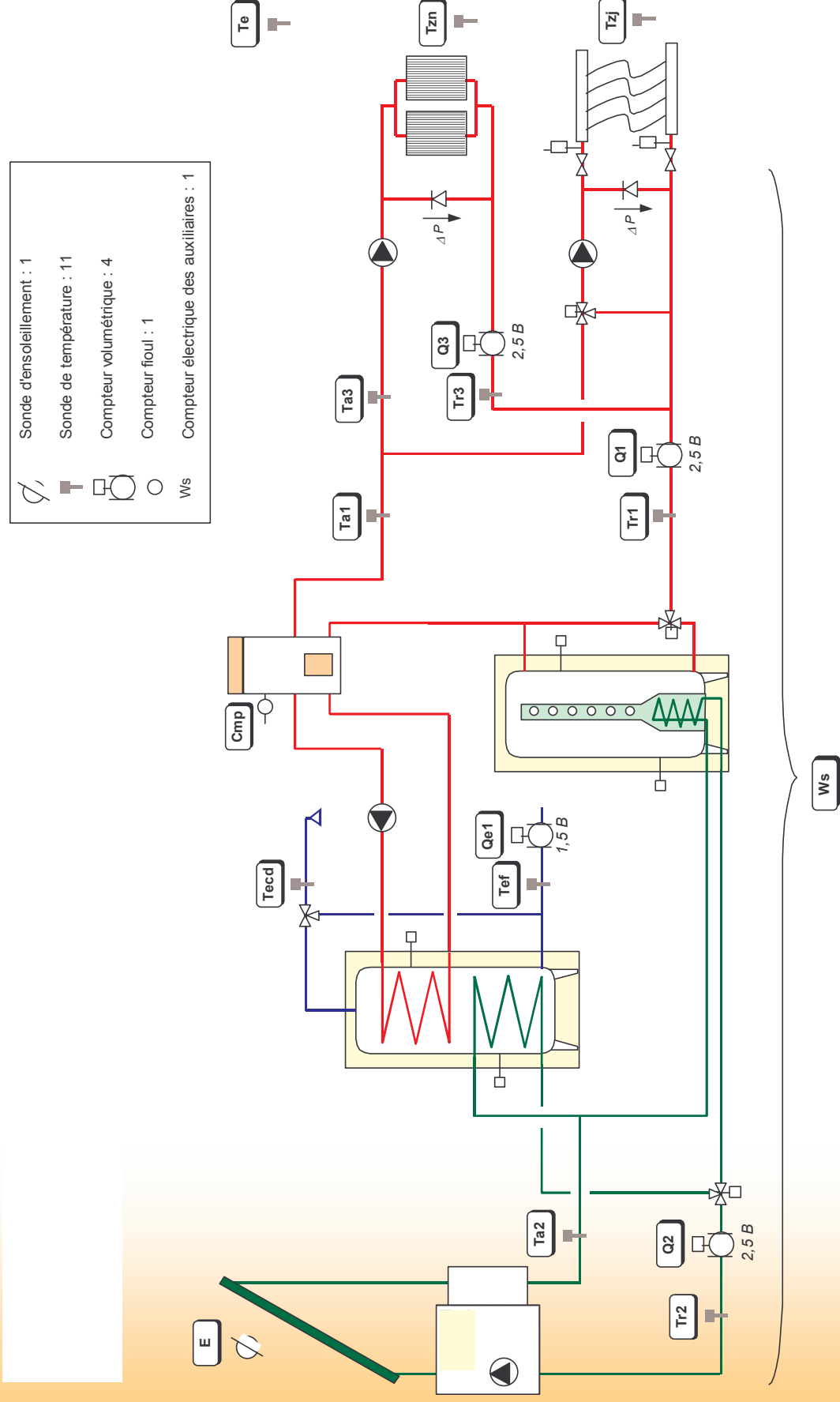
# Besoins de chauffage



# Besoins d'eau chaude sanitaire

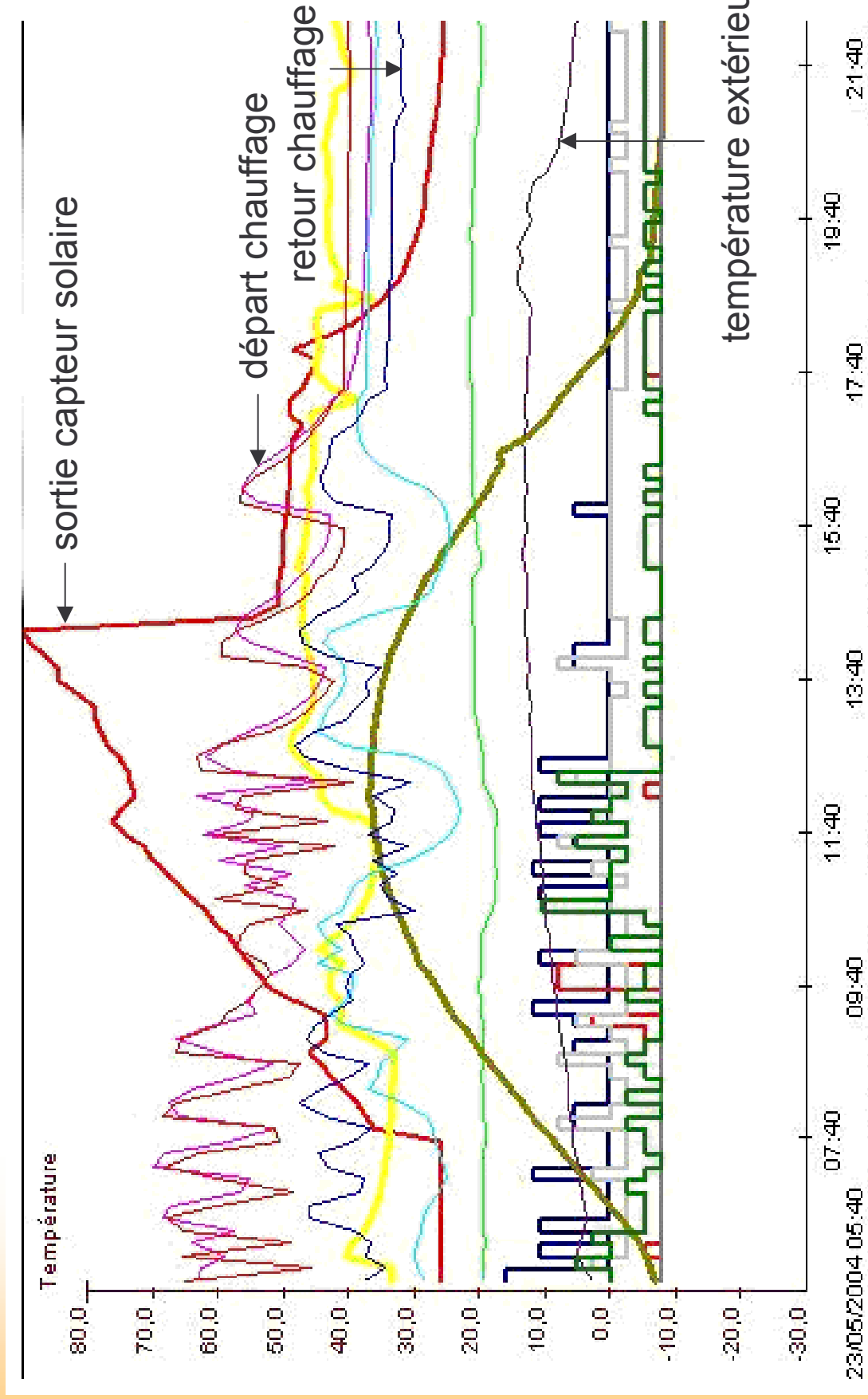


# Exemple de mesures



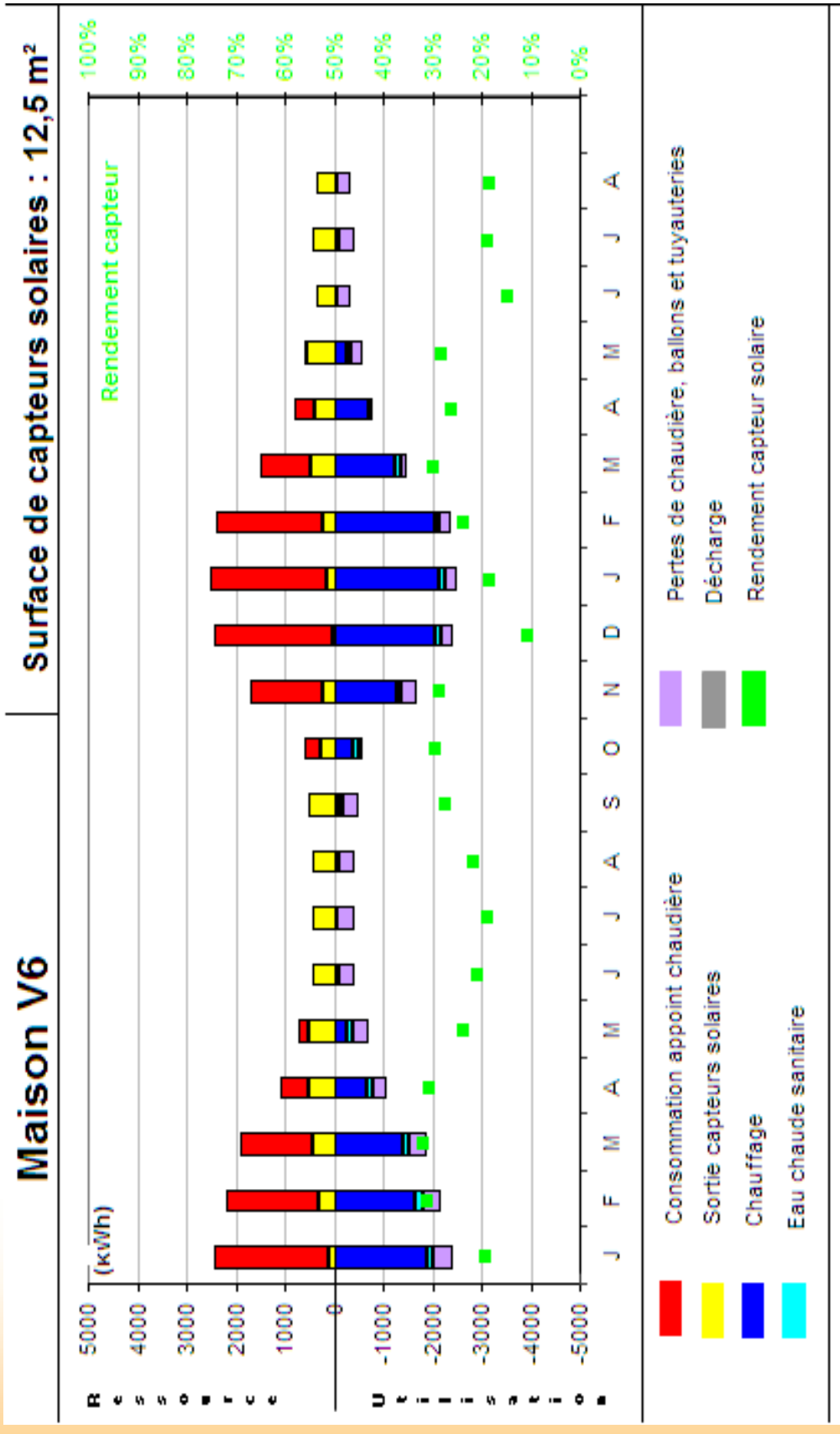
	Sonde d'ensoleillement : 1
	Sonde de température : 11
	Compteur volumétrique : 4
	Compteur fioul : 1
	Compteur électrique des auxiliaires : 1

# Exemple de mesures

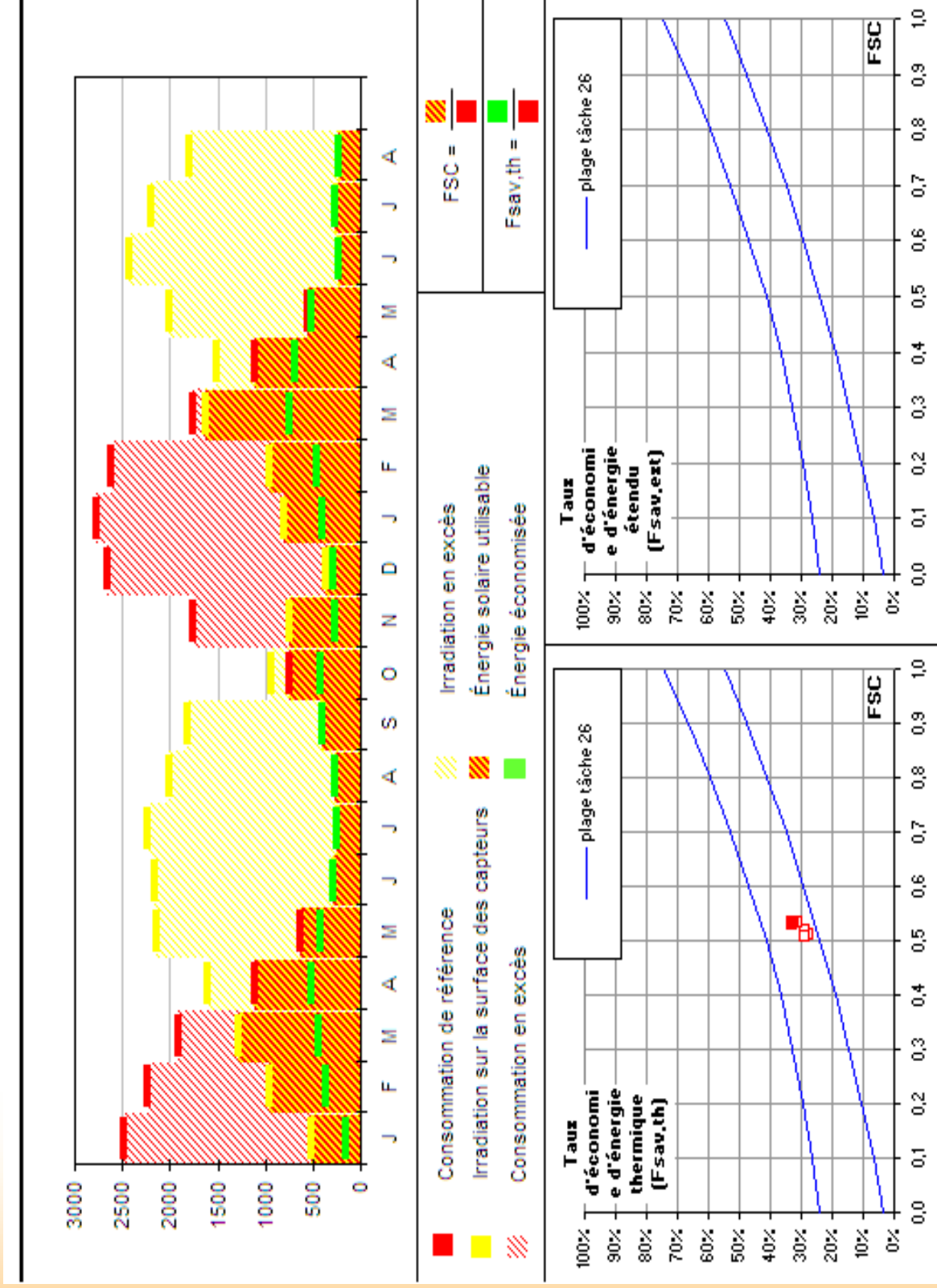


consigne ECS solaire trop élevée

# Exemple de bilan

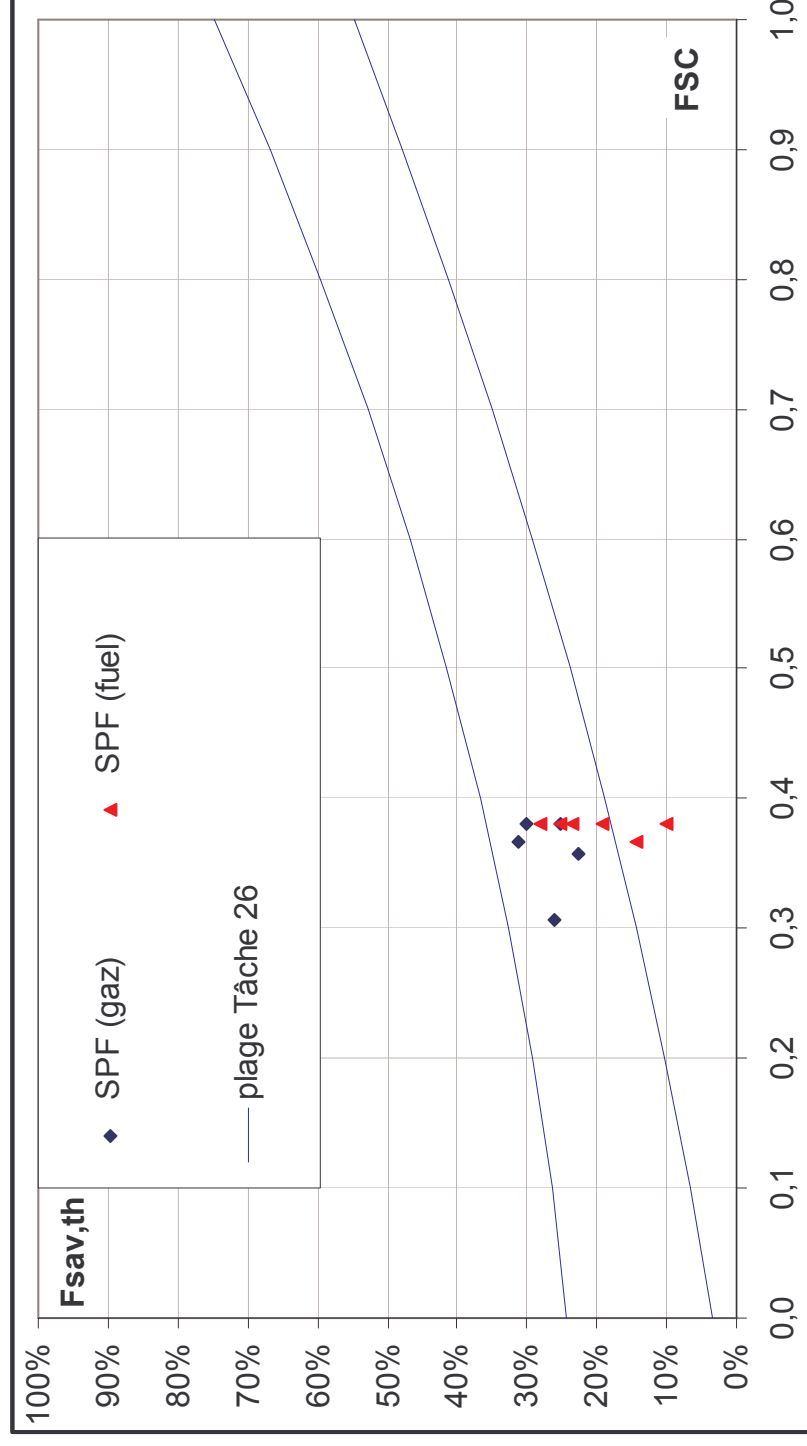


# Exemple de bilan



# Résultats SPF Rapperswil (labo)

RT 2000



Tests CCT : Concise Cycle Test (séquence de 12 jours), puis extrapolation.

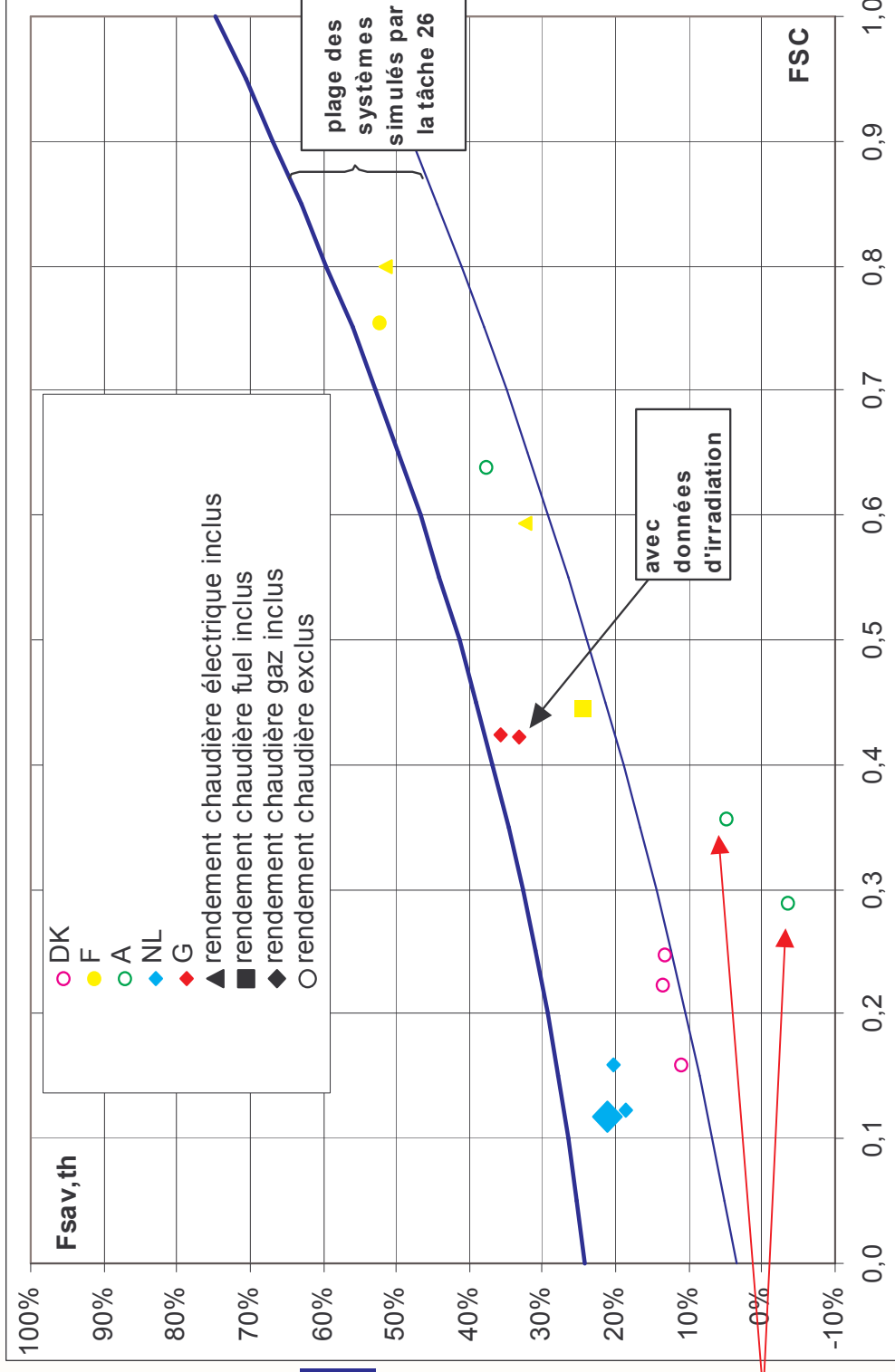
Dans RT 2000, mêmes rendements pour référence fuel et gaz (75 à 85 % sur PCI selon le mois)

A SPF, condensation pour référence gaz (94 % sur PCI), 82 % sur PCI pour fuel

# Résultats du projet Altener combisystems

Résultats annuels mesurés pour FSC et  $F_{sav,th}$

Ref IEA 26

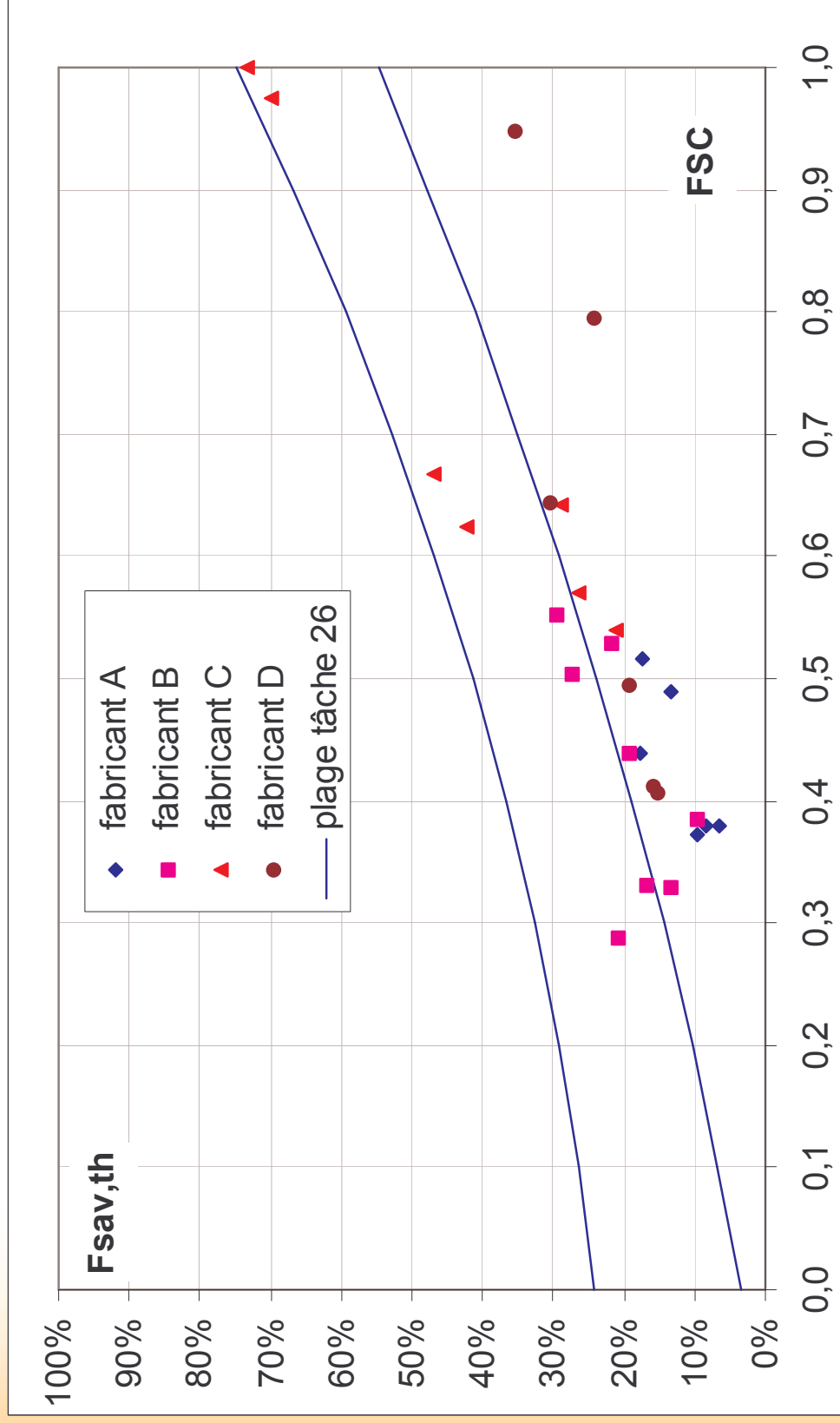


Pertes de stockage trop élevées, mauvais fonctionnement

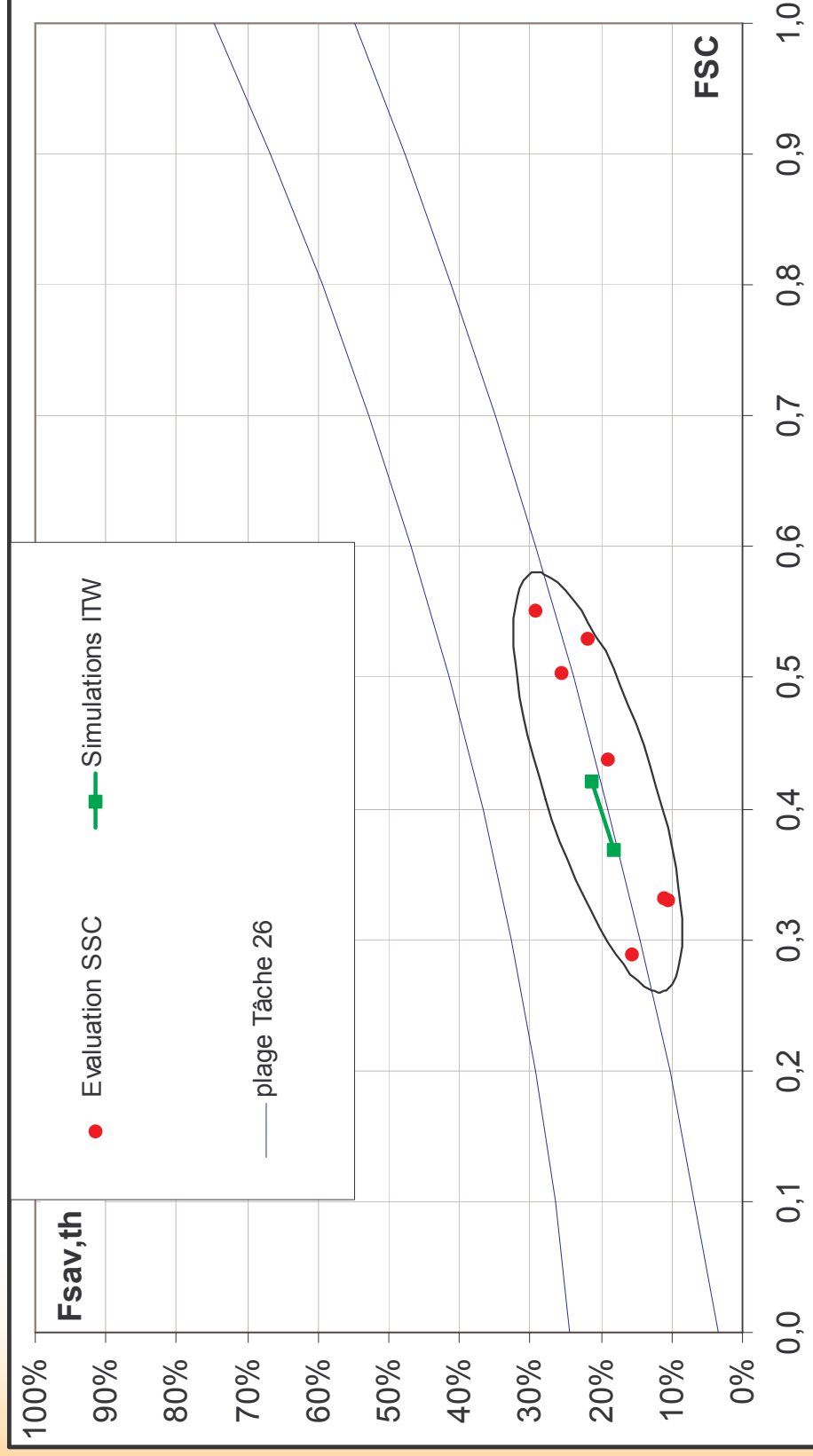
Comparaison de petits et grands systèmes possible, avec des climats et des besoins très divers



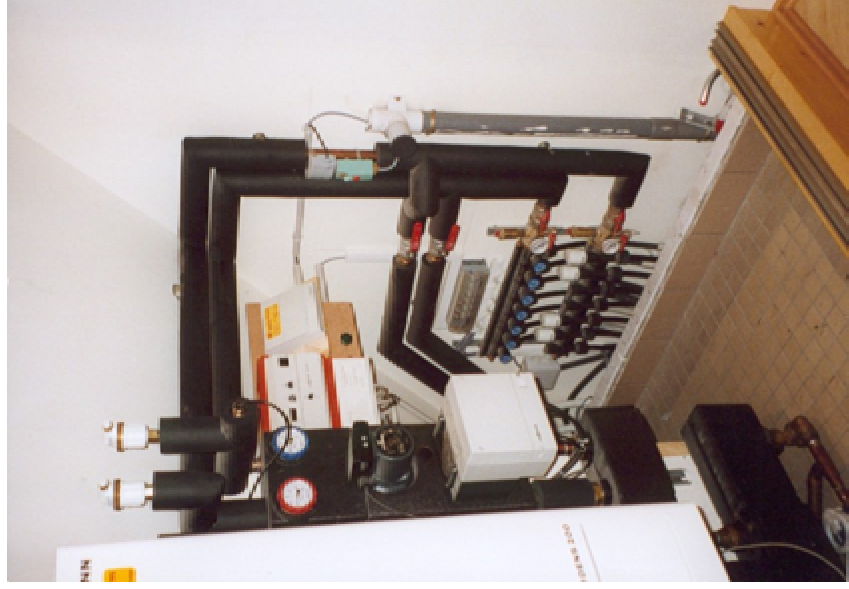
# Résultats du programme Eval SSC



# Comparaison simulations / mesures



# Principaux défauts observés



**Circuits non isolés**

## Principaux défauts observés



**Circuits complexes !!!**

# Principaux défauts observés



**Circuits complexes !!!**

## Principaux défauts observés

- Schémas hydrauliques préconisés par les constructeurs parfois non respectés (V4V au lieu de V3V)
- Réglage des consignes non optimisés
- Incidents de fonctionnement observés :
  - clapet anti-retour défectueux
  - consommation d'appoint en été
  - circulations anormales dans certains circuits



# Facteurs pénalisant le taux d'économie d'énergie :

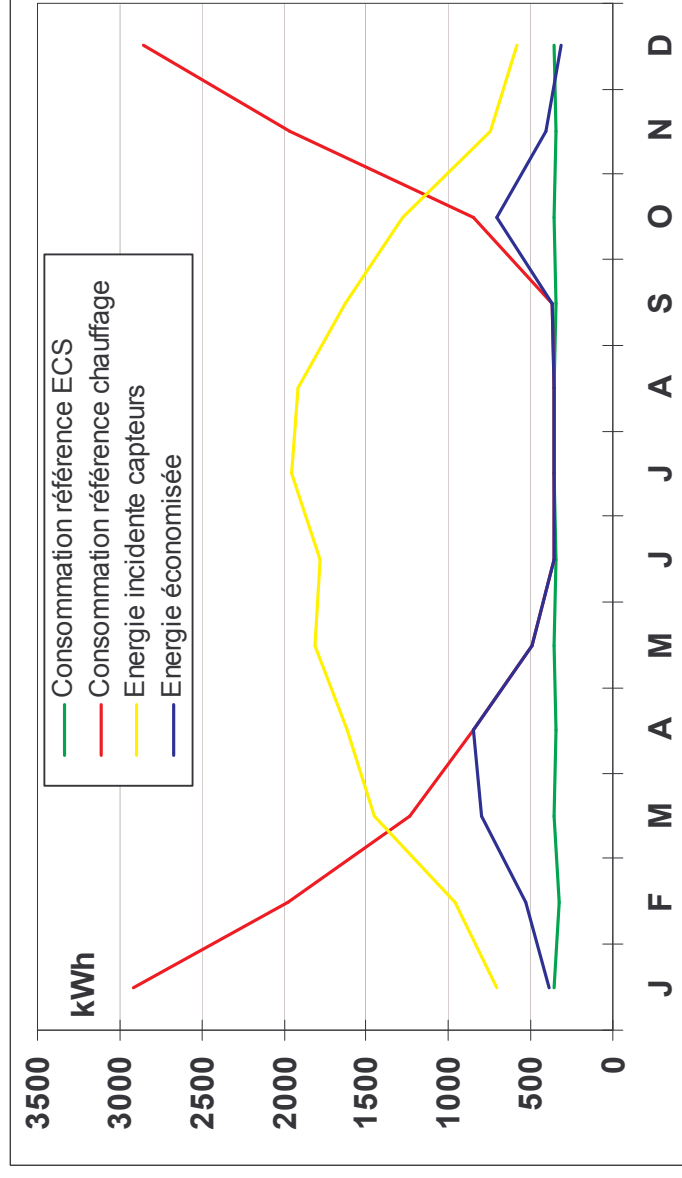
- **maisons avec souvent de gros besoins de chauffage**
- **utilisation de radiateurs :**
  - **soit circuit radiateurs seuls**
  - **soit circuit PC et circuit radiateurs : souvent, un départ et un retour communs PC + radiateurs, puis abaissement de la température du PC par une V3V modulante**
- **chaudières maintenues en température, fonctionnement des chaudières ou des circuits de chauffage en l'absence de besoins.**
- **pertes systèmes élevées (voir point précédent, ou dans le cas de SSC à deux ballons de stockage (chauffage et ECS))**

# Perspectives

## Dans l'existant :

1. rénovation thermique du bâti
2. réduction des besoins de chauffage à des valeurs comprises entre 50 et 100 kWh/m<sup>2</sup>
3. baisse des températures de distribution

économie d'énergie principale en mi-saison (février à avril et octobre).



cible : 14 millions de maisons individuelles existantes !



# Perspectives

## **Dans le neuf :**

1. baisse progressive des besoins de chauffage (réglementation thermique)
2. réduction des besoins de chauffage à des valeurs de l'ordre de 50 kWh/m<sup>2</sup>
3. plancher chauffant basse température

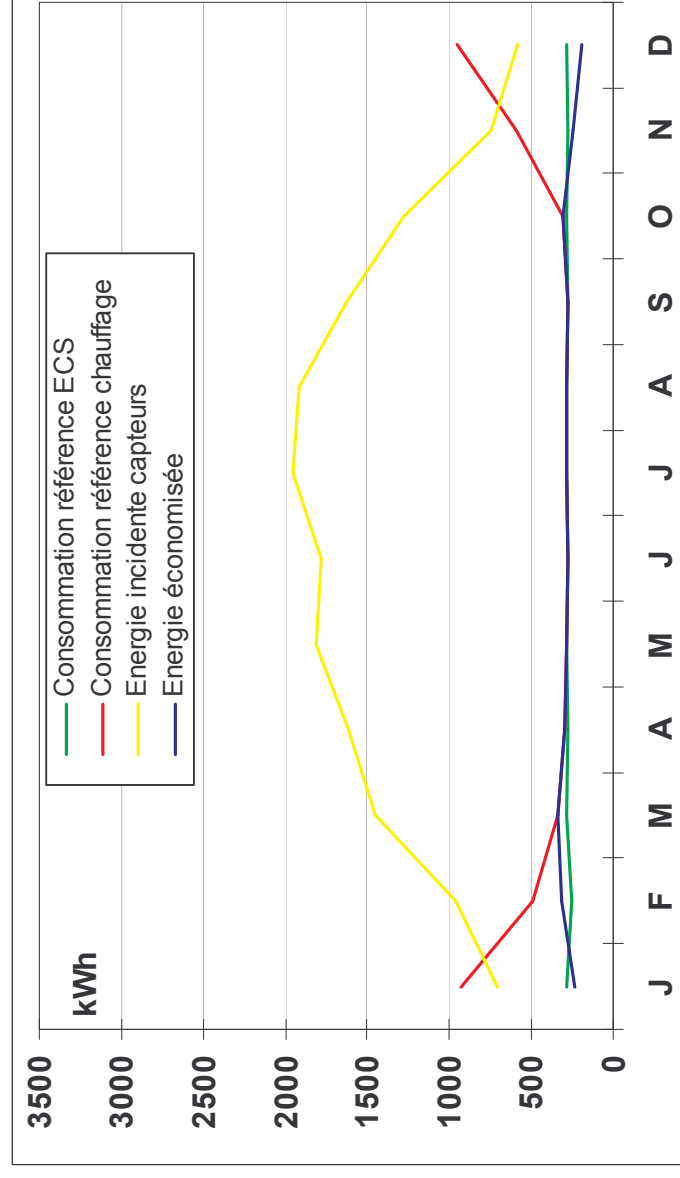
objectif : taux d'économie d'énergie de 30 à 50 %

cible : 100 000 à 150 000 maisons individuelles construites annuellement

# Perspectives

## Dans le neuf, si maison hyper-isolée (Passiv Haus)

1. besoins de chauffage inférieurs à 15 à 20 kWh/m<sup>2</sup>
2. besoins résiduels de plus en plus concentrés sur les mois les plus défavorables (décembre et janvier), peu ensoleillés et froids, où le facteur limitant concernant l'utilisation de l'énergie solaire est de toute façon la ressource



Un SSC ne se justifie plus !

installer un chauffe-eau solaire !

## **Conclusion**

- **Inciter les clients à isoler les maisons**
- **Si chaudière vétuste, la changer**
- **Vérifier les installations (conformité des schémas aux préconisations, isolation des ballons, tuyauteries,...)**
- **Optimiser les réglages**
- **Privilégier les circuits à basse température (planchers chauffants, murs chauffants, radiateurs de grande surface)**
- **Éviter les montages qui réchauffent les retours de chauffage**

# Conclusion

Aller vers des systèmes préfabriqués :

Nombre réduit de  
raccordements :

capteur solaire

eau froide, eau chaude

distribution chauffage

appoint + électricité

