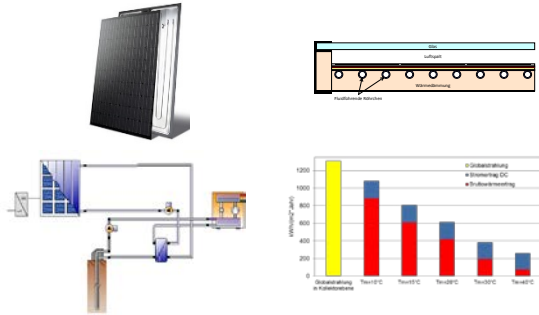


# Capteurs solaires PV-Thermiques: Technologie, Marché, Expériences

D. Zenhäusern, E. Bamberger, A. Baggenstos  
daniel.zenhaeusern@spf.ch

25<sup>e</sup> journée du CUEPE, 19.5.2017

# Etude au sujet des capteurs PVT



## ■ Technologie

- Capteurs
- Systèmes
- Rendements

## ■ Marché actuel

- Produits
- Domaines d'application

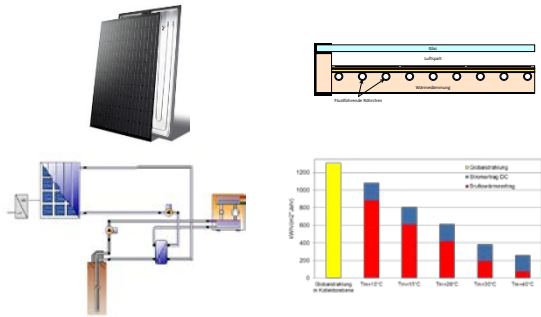
## ■ Expériences

- Projets pilotes
- Autres projets
- Points de vue des différents acteurs



Photos: Meyer Burger, Solimpeks, Suncore, Poly Solar Solutions, P&D Sotchà, P&D Oberfeld

# Etude au sujet des capteurs PVT



## ■ Technologie

- Capteurs
- Systèmes
- Rendements

## ■ Marché actuel

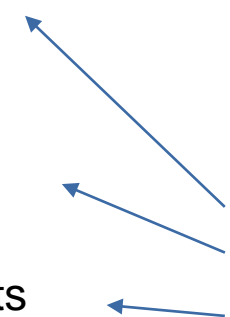
- Produits
- Domaines d'application

## ■ Expériences

- Projets pilotes
- Autres projets
- Points de vue des différents acteurs



Photos: Meyer Burger, Solimpex, Suncore, Poly Solar Solutions, P&D Sotcha, P&D Oberfeld

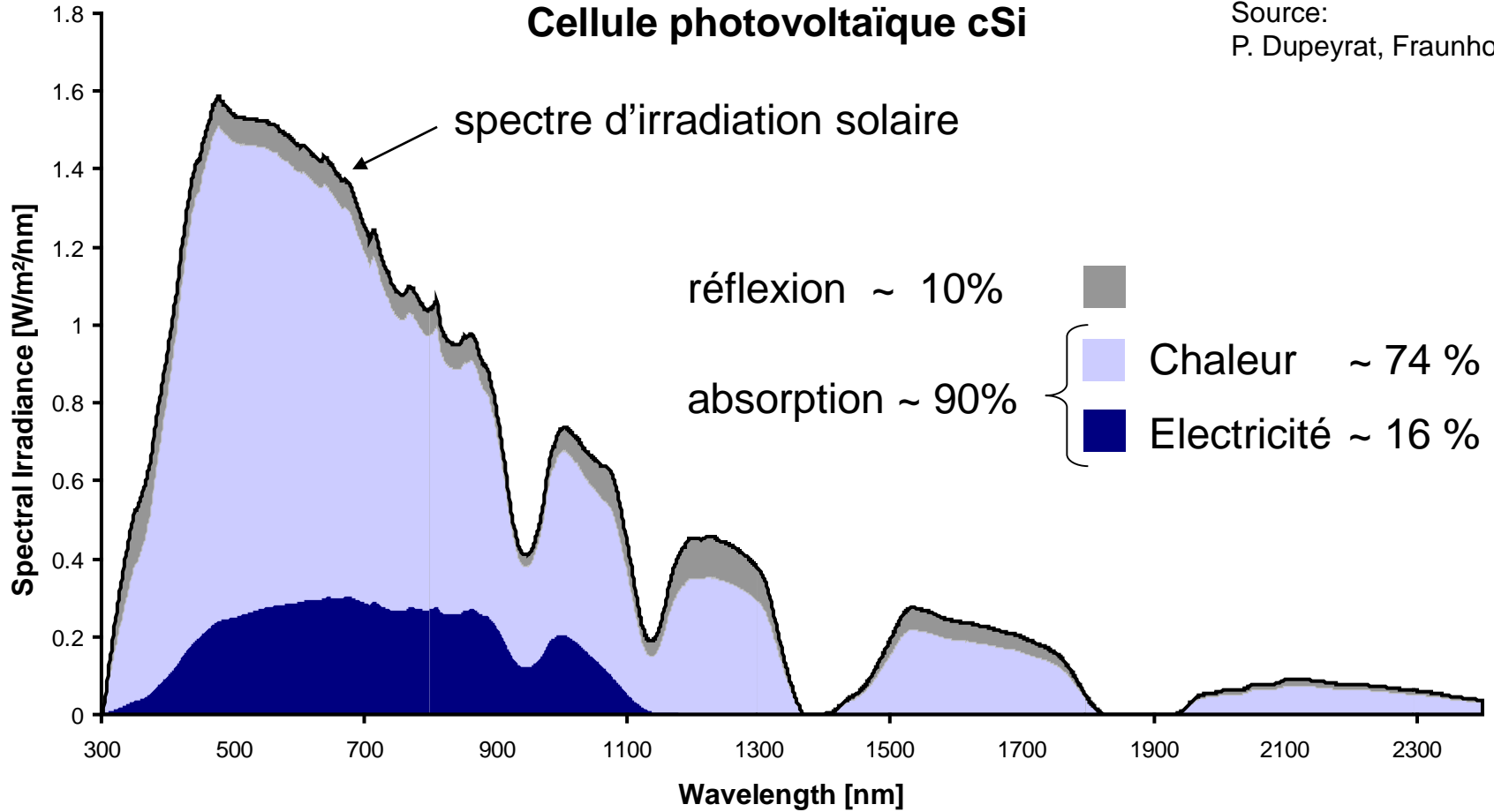


Sondage auprès de producteurs / bureaux d'études / installateurs / ...

# Idée de base

## Cellule photovoltaïque cSi

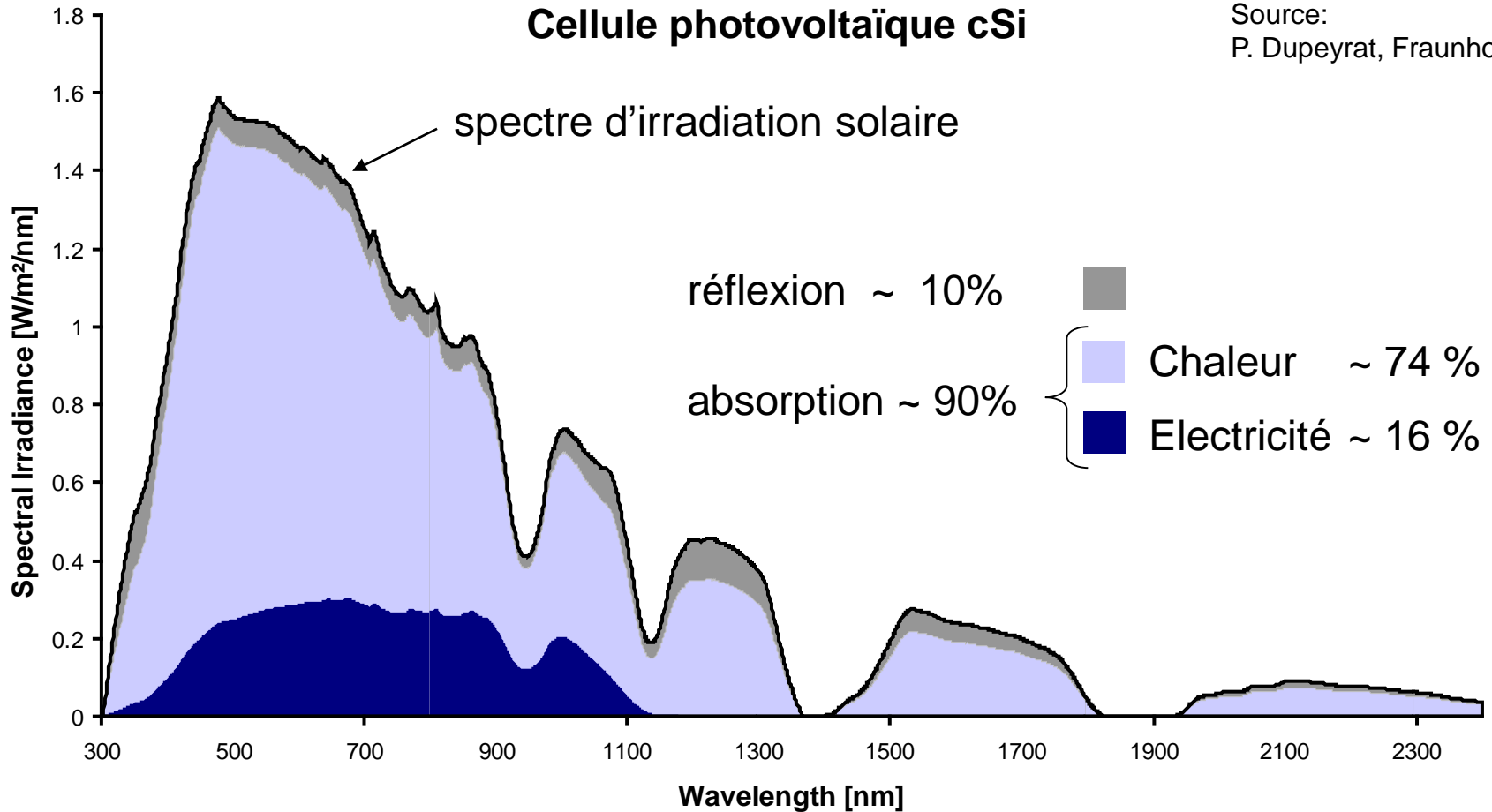
Source:  
P. Dupeyrat, Fraunhofer ISE



# Idée de base

## Cellule photovoltaïque cSi

Source:  
P. Dupeyrat, Fraunhofer ISE



PVT → Chaleur utile à la place de chaleur perdue

# Capteurs solaires PVT

Capteur solaire PVT



Combinaison du solaire photovoltaïque (PV) et thermique (T) en un composant

Les cellules PV génèrent de l'électricité et jouent en même temps le rôle d'absorbeur thermique.

La face arrière des cellules est munie d'un échangeur de chaleur qui permet d'extraire la chaleur



Source: Meyer Burger

# Différents types de capteurs PVT

- **Capteurs plans, caloporteur liquide**
  - Capteurs sans vitrage (supplémentaire)
  - Capteurs vitrés
  
- **Capteurs plans, caloporteur air**
  - Capteurs pour systèmes ouverts
  - Capteurs pour circuits fermés
  
- **Autres types de capteurs**
  - Capteurs à concentration
  - Capteurs à tubes sous vide



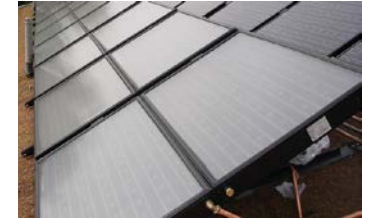
# Différents types de capteurs PVT

## ■ Capteurs plans, caloporteur liquide

- Capteurs sans vitrage (supplémentaire)
- Capteurs vitrés



Source: Poly Solar Solutions



Source: Solimpeks

## ■ Capteurs plans, caloporteur air

- Capteurs pour systèmes ouverts
- Capteurs pour circuits fermés

## ■ Autres types de capteurs

- Capteurs à concentration
- Capteurs à tubes sous vide



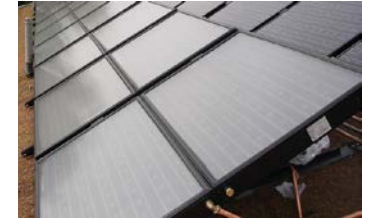
# Différents types de capteurs PVT

## ■ Capteurs plans, caloporteur liquide

- Capteurs sans vitrage (supplémentaire)
- Capteurs vitrés



Source: Poly Solar Solutions



Source: Solimpeks

## ■ Capteurs plans, caloporteur air

- Capteurs pour systèmes ouverts
- Capteurs pour circuits fermés



Source: Groupe Solution Energie



Source:  
BASE

## ■ Autres types de capteurs

- Capteurs à concentration
- Capteurs à tubes sous vide

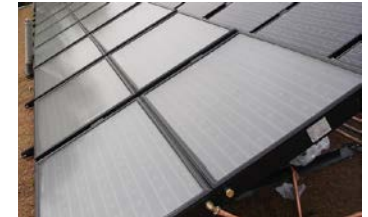
# Différents types de capteurs PVT

## ■ Capteurs plans, caloporteur liquide

- Capteurs sans vitrage (supplémentaire)
- Capteurs vitrés



Source: Poly Solar Solutions



Source: Solimpeks

## ■ Capteurs plans, caloporteur air

- Capteurs pour systèmes ouverts
- Capteurs pour circuits fermés



Source: Groupe Solution Energie



Source:  
BASE

## ■ Autres types de capteurs

- Capteurs à concentration
- Capteurs à tubes sous vide

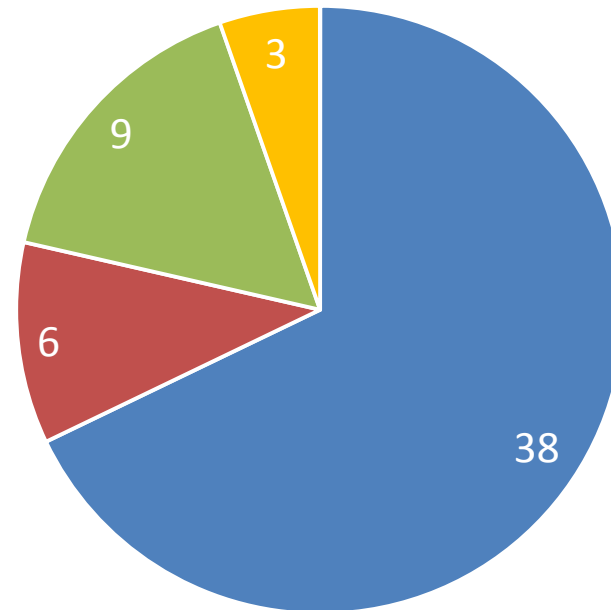


Source: Suncore Ltd



Source: Naked Energy Ltd

## Types de capteurs (nombre de produits)

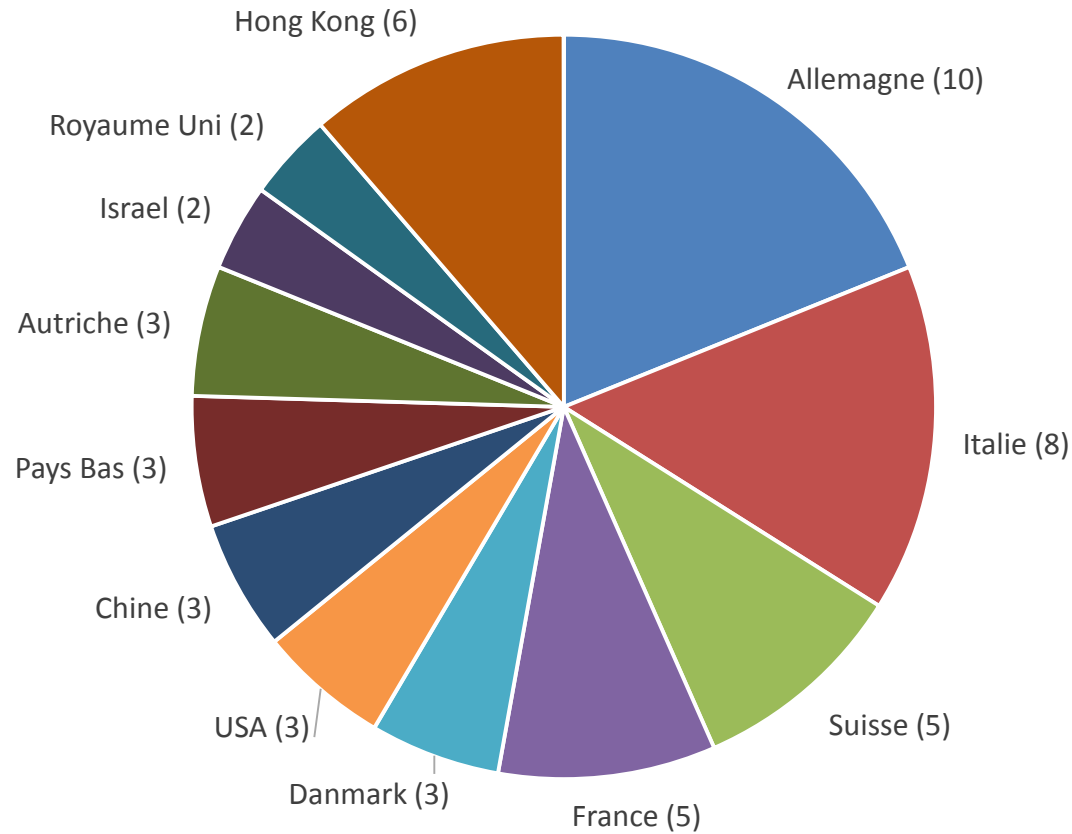


56 produits en total  
(enquête non exhaustive)

- capteurs PVT plans, caloporteur liquide, sans vitrage
- capteurs PVT plans, caloporteur liquide, vitrés
- capteurs PVT plans, caloporteur air
- capteurs PVT à concentration

## Provenance des producteurs

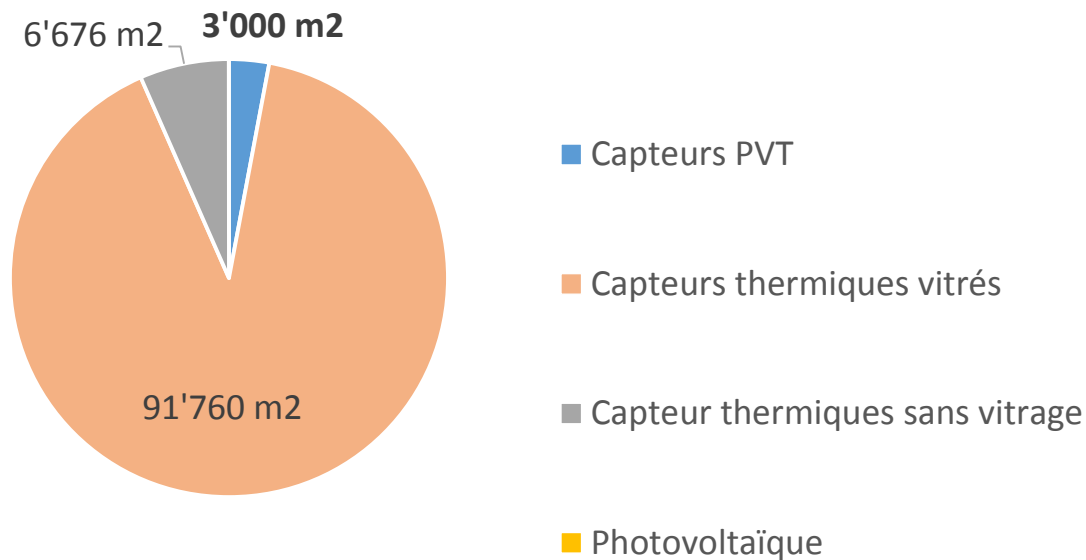
53 producteurs en total  
(enquête non exhaustive)



# Marché PVT Suisse (capteurs plans sans vitrage, calop. liquide)

## ■ PVT part de marché 2015 (OFEN recensement du marché de l'énergie solaire)

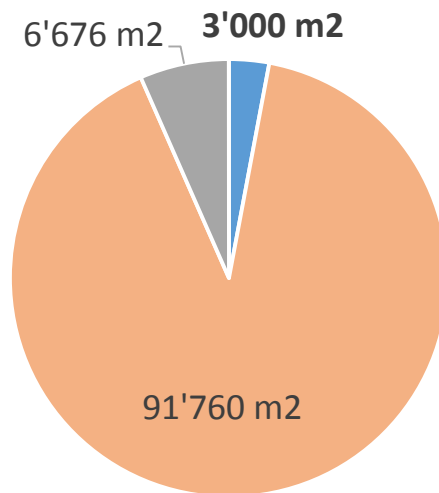
### Capteurs thermiques et PVT



# Marché PVT Suisse (capteurs plans sans vitrage, calop. liquide)

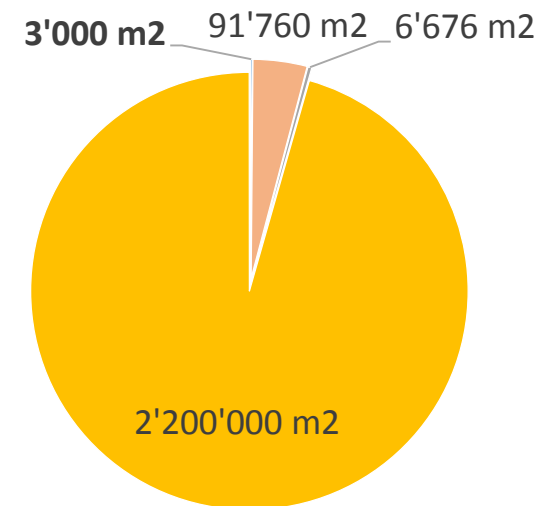
## ■ PVT part de marché 2015 (OFEN recensement du marché de l'énergie solaire)

### Capteurs thermiques et PVT



- Capteurs PVT
- Capteurs thermiques vitrés
- Capteur thermiques sans vitrage
- Photovoltaïque

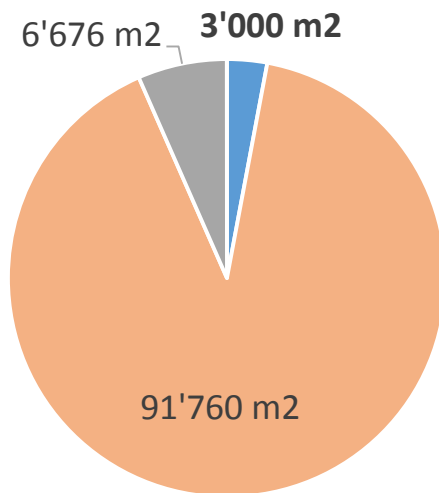
### Capteurs thermiques, PVT, et PV



# Marché PVT Suisse (capteurs plans sans vitrage, calop. liquide)

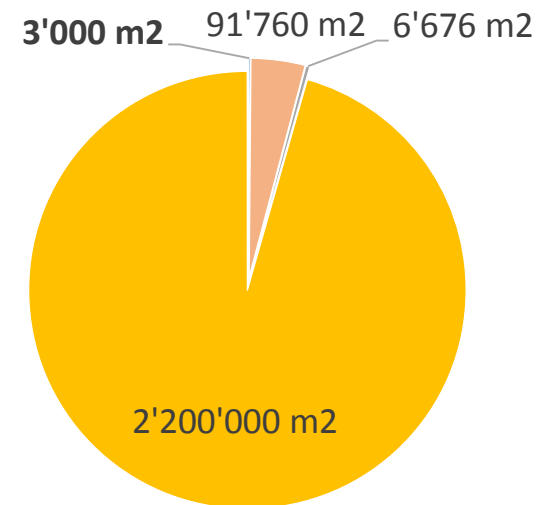
## ■ PVT part de marché 2015 (OFEN recensement du marché de l'énergie solaire)

### Capteurs thermiques et PVT



- Capteurs PVT
- Capteurs thermiques vitrés
- Capteur thermiques sans vitrage
- Photovoltaïque

### Capteurs thermiques, PVT, et PV



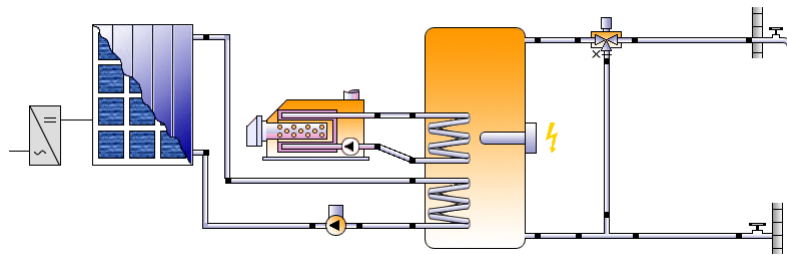
## ■ PVT installé en total (à la fin de 2016) (enquête SPF)

- Nombre d'installations ~ 300
- Superficie ~ 15'000 m<sup>2</sup>

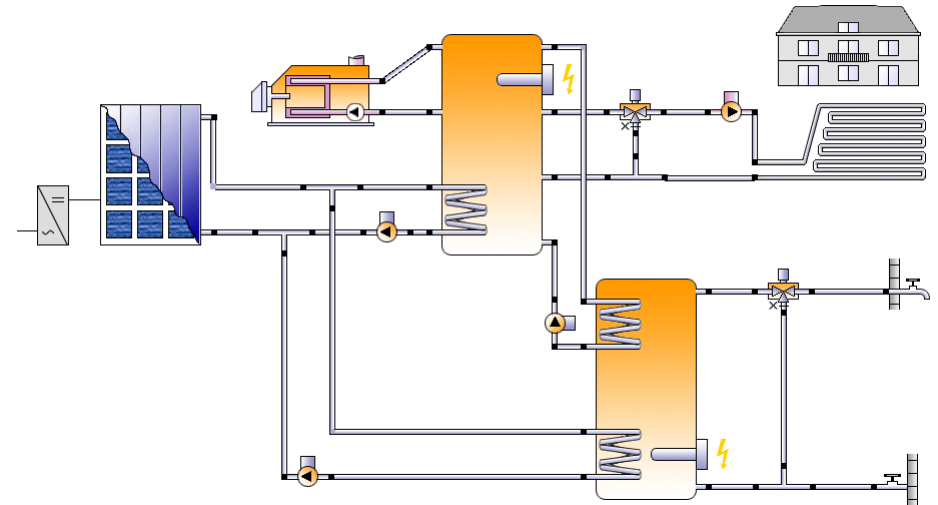


# Variantes de systèmes avec capteurs PVT sans vitrage

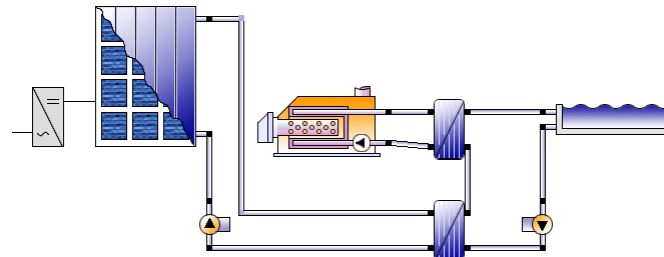
(Pré-)chauffage d'eau chaude sanitaire



Eau chaude sanitaire & appoint de chauffage du bâtiment

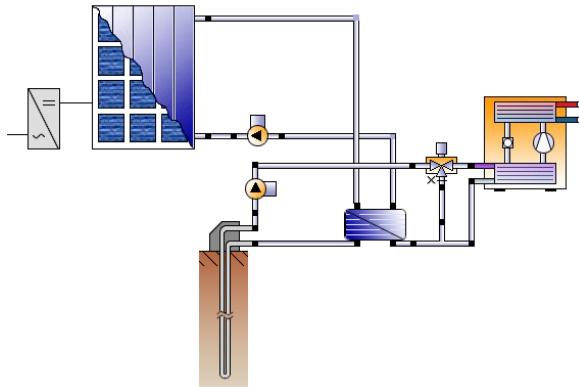


Chauffage de piscine ouverte

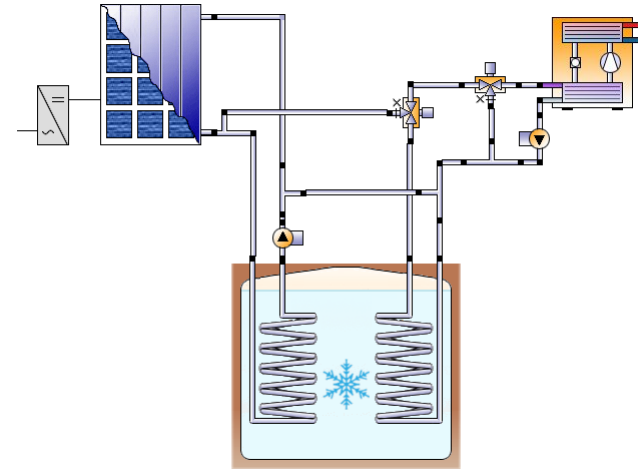


# Variantes de systèmes avec capteurs PVT sans vitrage (avec PAC)

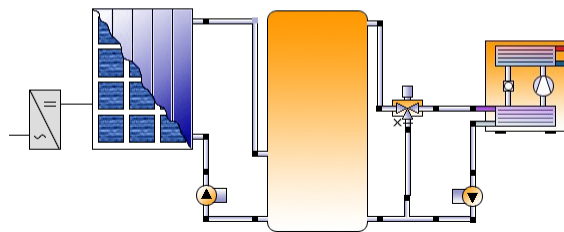
## Régénération de sondes géothermiques



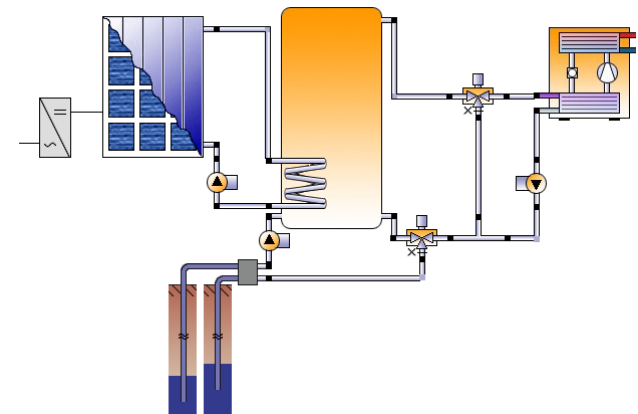
## Régénération d'un stockage de glace



## Chauffage d'un réservoir d'eau/glycol

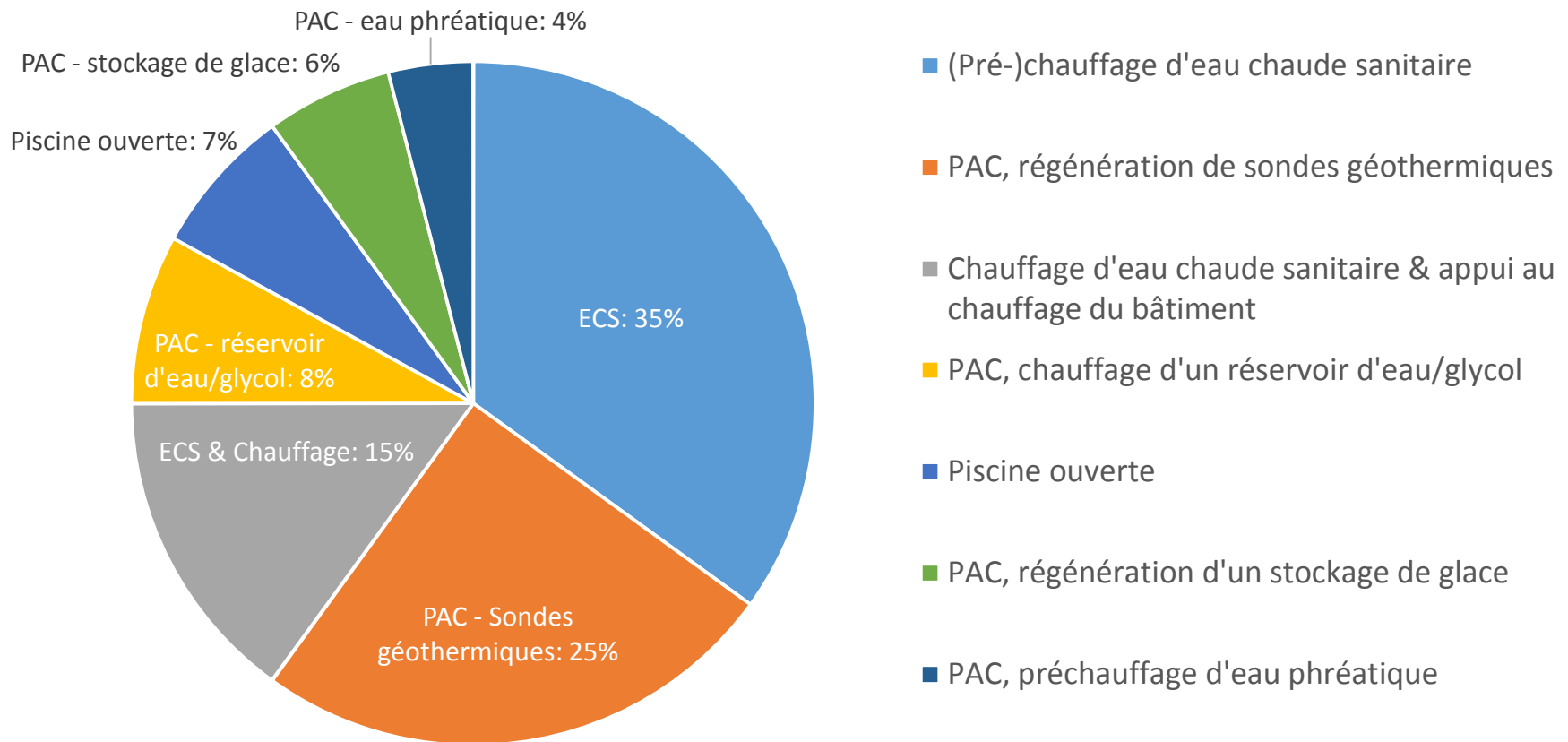


## Préchauffage d'eau phréatique



# Répartition des variantes réalisées en Suisse

## Variante réalisée (relatif au nombre d'installations)



# Régénération de sondes géothermiques - Projet P&D Oberfeld

## Objet

3 immeubles collectifs, 100 appartements

## Système de chaleur

28 sondes géothermiques à 200 m

PAC décentralisées

1300 m<sup>2</sup> de capteurs PVT

## Rendement PVT 1<sup>ère</sup> année d'opération

Thermique 330 kWh/m<sup>2</sup>

Electrique 163 kWh/m<sup>2</sup>

Taux de régénération 125 %

## Remarque

L'augmentation de la limite sur la température d'entrée dans la sonde devrait permettre une augmentation du rendement thermique

## Monitoring

SPF Rapperswil



# Régénération de sondes géothermiques - Projet P&D Blatten bei Naters

## Objet

Reka village de vacances, 7 immeubles, 50 appartements, piscine

## Système de chaleur

31 sondes à 150 m

PAC centrale

Système de récupération de chaleur pour piscine et ECS

670 m<sup>2</sup> de capteurs PVT

## Rendement PVT en 2016

Thermique 400 kWh/m<sup>2</sup>

Electrique 130 kWh/m<sup>2</sup>

Taux de régénération 98 %



Source: Lauber IWISA AG

## Remarque

Forte augmentation du rendement thermique après changement du critère d'enclenchement du circuit solaire thermique (de 30 °C à 20 °C)

## Monitoring

HSLU Lucerne

# Préchauffage d'eau phréatique - Projet P&D Lintharena Näfels

## Objet

Lintharena centre commerciale et de loisirs, hôtel, restaurant

## Système de chaleur

PAC avec puits et réservoir d'eau phréatique

290 m<sup>2</sup> de capteurs PVT

## Rendement PVT Avril 2016 à Nov 2016

Thermique 420 kWh/m<sup>2</sup>

Electrique 135 kWh/m<sup>2</sup>



Source: ZHAW Wädenswil

## Remarque

Evaluation des économies d'électricité de la PAC dans les prochaines années

## Monitoring

ZHAW Wädenswil



# D'autres exemples



PVT intégré en façade, Brusio (Grisons)

Source: Caotec



# D'autres exemples




PVT pour chauffage de piscine, St Livres (Vaud)

Source: DualSun

- **Large variété de produits disponibles dans la catégorie des capteurs plans sans vitrage**
- **Les autres types de capteurs promettent des solutions intéressantes mais actuellement peu de produits disponibles**
- **Il existe en Suisse un nombre considérable d'installations et le savoir-faire correspondant**
- **La technologie PVT est disponible et peut être mise en pratique avec succès**

# Conclusion

- **Large variété de produits disponibles dans la catégorie des capteurs plans sans vitrage**
- **Les autres types de capteurs promettent des solutions intéressantes mais actuellement peu de produits disponibles**
- **Il existe en Suisse un nombre considérable d'installations et le savoir-faire correspondant**
- **La technologie PVT est disponible et peut être mise en pratique avec succès**

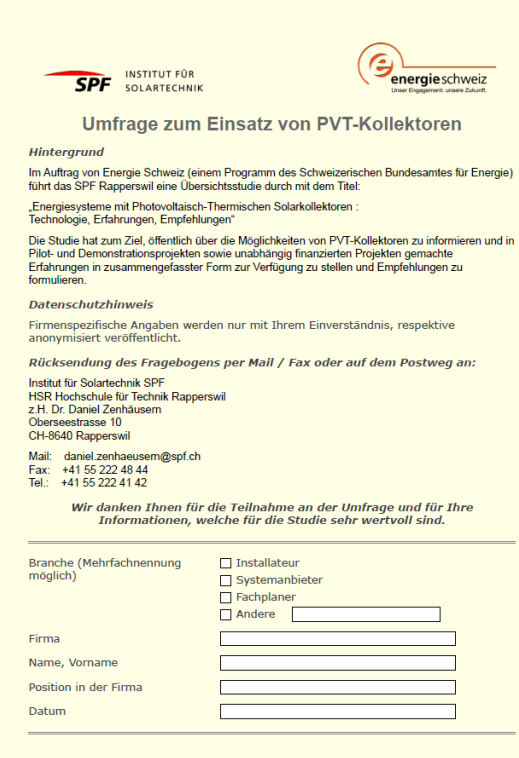
→ Rapport final disponible fin mai sur les sites de  et SPF.


## ■ Participants au sondage

- Bureaux d'études / installateurs / distributeurs : 128
- Producteurs : 8

## ■ Thèmes

- Offre
- Intégration du PVT dans les systèmes
- Expériences (conception, réalisation, opération)
- Marché (nb. de systèmes réalisés, taille des installations)
- Attitude face au PVT



**SPF** INSTITUT FÜR SOLARTECHNIK 

### Umfrage zum Einsatz von PVT-Kollektoren

**Hintergrund**  
Im Auftrag von Energie Schweiz (einem Programm des Schweizerischen Bundesamtes für Energie) führt das SPF Rapperswil eine Übersichtsstudie durch mit dem Titel:  
„Energiesysteme mit Photovoltaisch-Thermischen Solarkollektoren :  
Technologie, Erfahrungen, Empfehlungen“  
Die Studie hat zum Ziel, öffentlich über die Möglichkeiten von PVT-Kollektoren zu informieren und in Pilot- und Demonstrationsprojekten sowie unabhängig finanzierten Projekten gemachte Erfahrungen in zusammengefasster Form zur Verfügung zu stellen und Empfehlungen zu formulieren.

**Datenschutzhinweis**  
Firmenspezifische Angaben werden nur mit Ihrem Einverständnis, respektive anonymisiert veröffentlicht.

**Rücksendung des Fragebogens per Mail / Fax oder auf dem Postweg an:**  
Institut für Solartechnik SPF  
HSR Hochschule für Technik Rapperswil  
z.H. Dr. Daniel Zenhäusern  
Oberseestrasse 10  
CH-8640 Rapperswil  
Mail: daniel.zenhausem@spf.ch  
Fax: +41 55 222 48 44  
Tel.: +41 55 222 41 42

*Wir danken Ihnen für die Teilnahme an der Umfrage und für Ihre Informationen, welche für die Studie sehr wertvoll sind.*

---

Branche (Mehrfachnennung möglich)  Installateur  
 Systemanbieter  
 Fachplaner  
 Andere

Firma

Name, Vorname

Position in der Firma

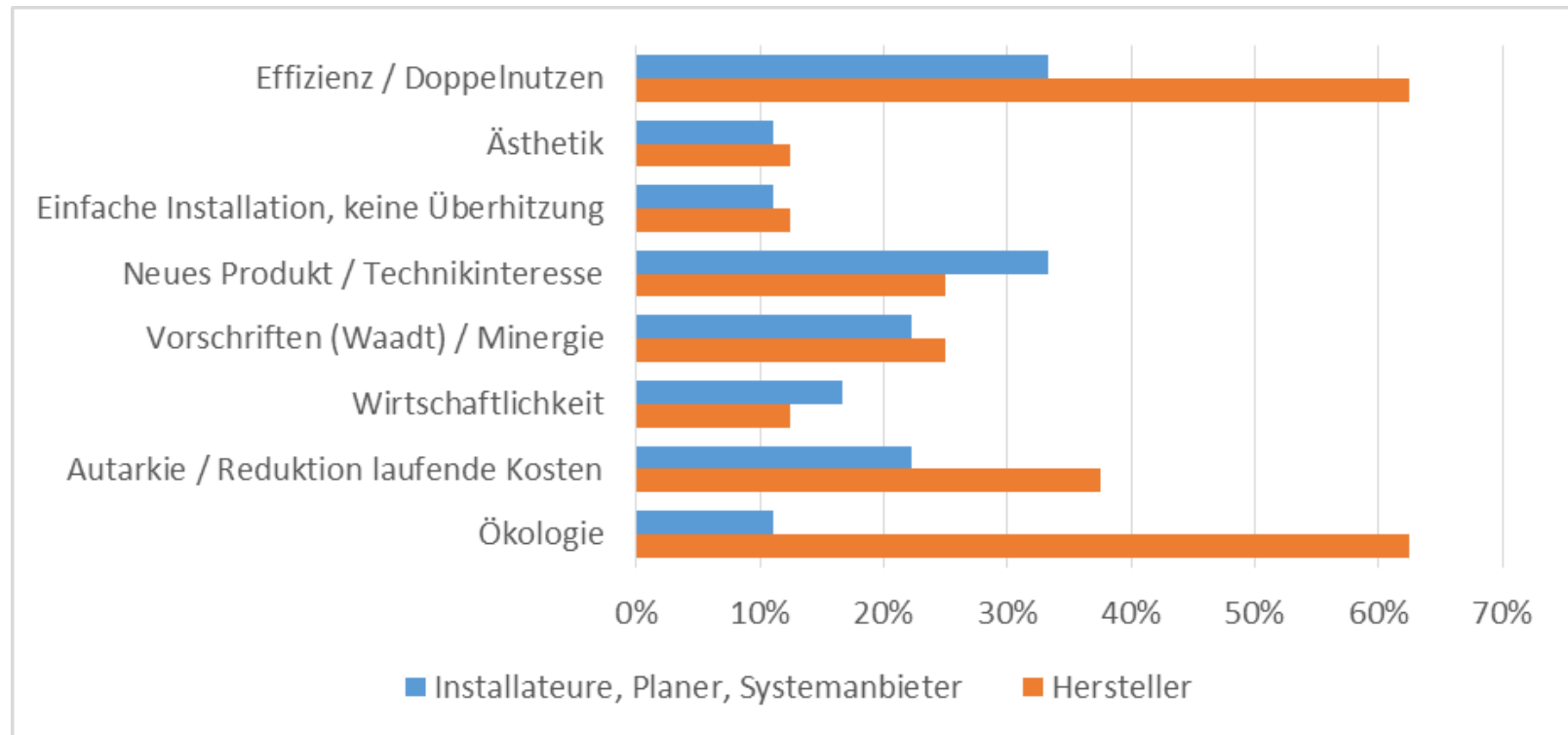
Datum

---

# Arguments en faveur du PVT

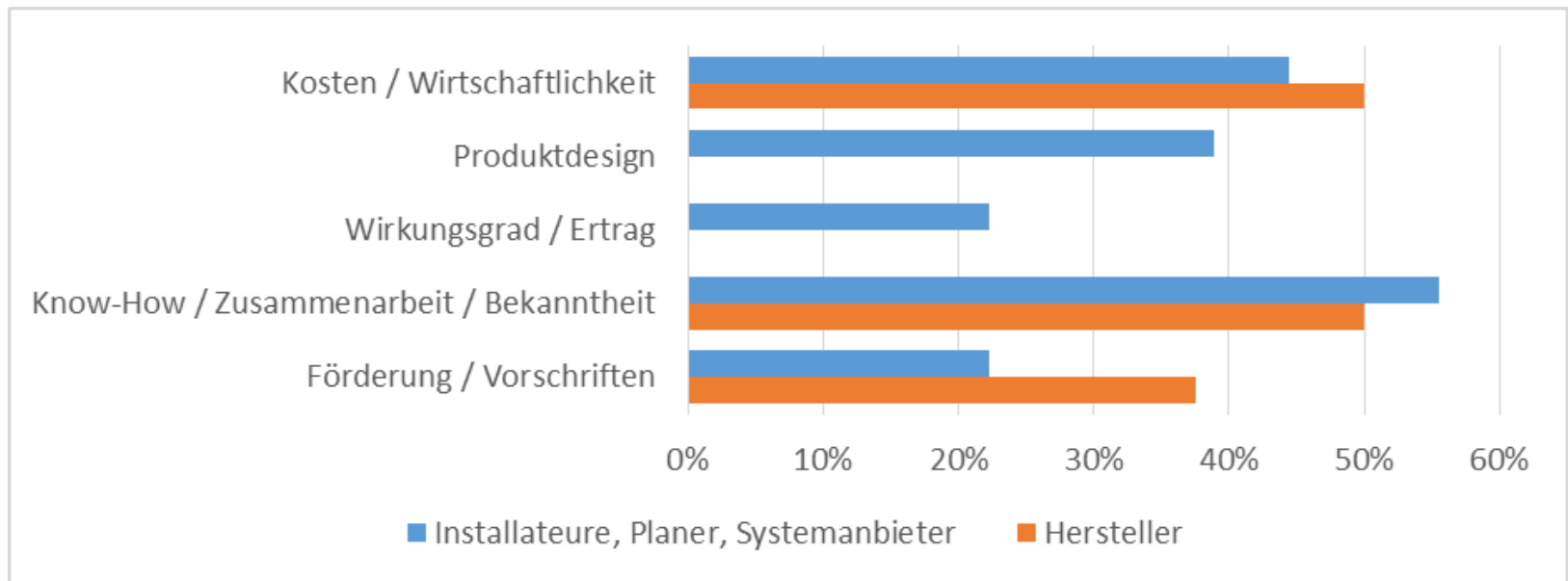
## Pourquoi un maître d'ouvrage choisit le PVT ?

(points de vue des bureaux d'études / installateurs / distributeurs ayant de l'expérience avec le PVT et les producteurs de panneaux PVT)



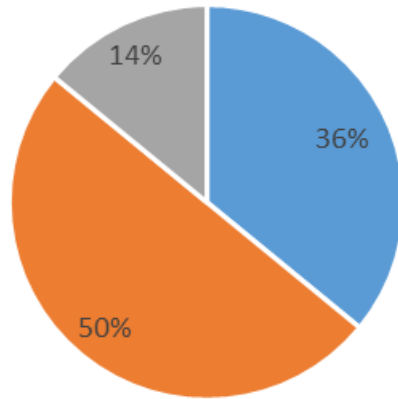
## Qu'est-ce qui devrait changer pour favoriser le PVT ?

(points de vue des bureaux d'études / installateurs / distributeurs ayant de l'expérience avec le PVT et les producteurs de panneaux PVT)



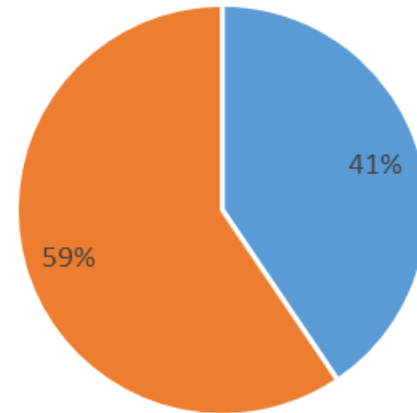
# Entreprises sans expérience avec le PVT

## Attitude des clients



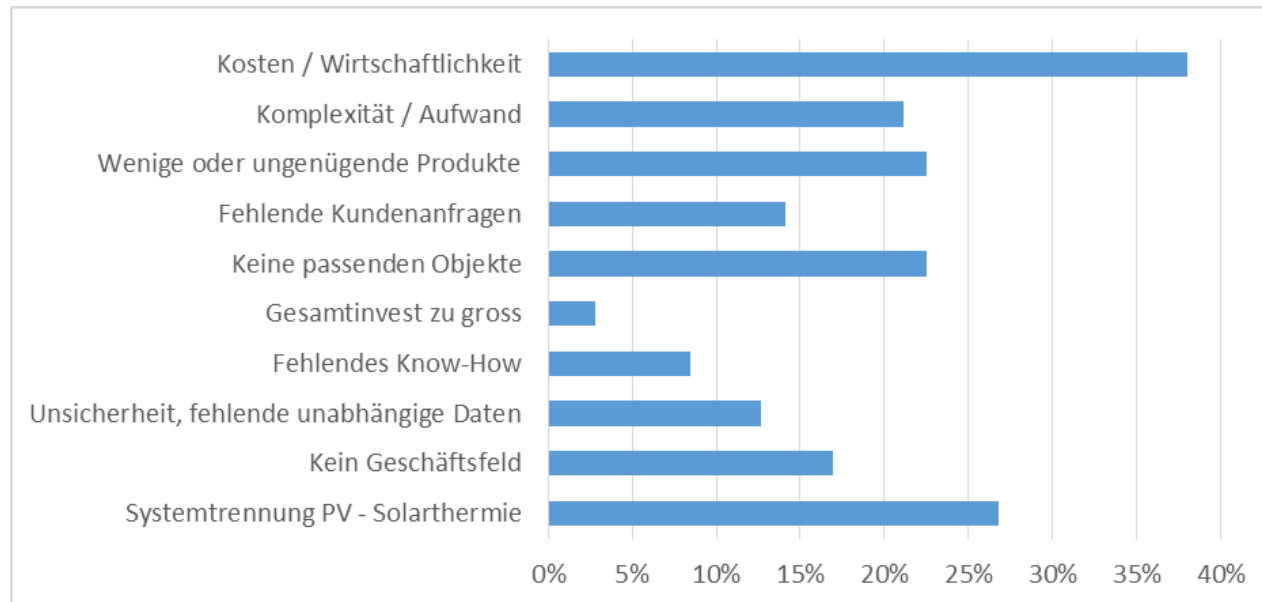
- Kein Interesse
- Geringes Interesse
- Grosses Interesse

## Attitude des entreprises



- Firma negativ
- Firma positiv

## Pourquoi les entreprises n'ont-ils jamais réalisé du PVT ?





# Bruttoerträge flüssiggekühlter PVT-Flachkollektoren

Zürich, Süd, 45°

