

# Masterplan 2035

## Chaleur solaire en Suisse



Swissolar

Association suisse des professionnels de l'énergie solaire

Neugasse 6, 8005 Zurich

Tél. 044 250 88 33 · info@swissolar.ch · www.swissolar.ch

### **Auteurs**

Sabine Perch-Nielsen, Ernst Basler + Partner

Felix Ribi, Ernst Basler + Partner

Hans-Christian Angele, Ernst Basler + Partner

Thomas Biel, NET Nowak Energie & Technologie AG

### **Groupe d'accompagnement**

Andreas Haller, Ernst Schweizer AG

Heinrich Kriesi, Walter Meier AG

Roman Lutz, Lutz | Bodenmüller AG

Pierre Renaud, Swissolar et Planair SA

Matthias Rommel, Institut für Solartechnik (SPF)

Christoph Schär, Swissolar et suissetec

Karin Scheidegger, Office de la coordination environnementale et de l'énergie, Canton Berne

Cyrill Studer, Umwelt und Energie Kanton Luzern

Christian Völlmin, Swissolar et Sopra Solarpraxis AG

Urs Wolfer, Office fédéral de l'énergie OFEN

### **Traduction**

Daniel Béguin, Morgane Promonet, ACTA Conseils Sàrl, Yverdon-les-Bains

## Avant-propos

La catastrophe nucléaire de Fukushima a mis en branle la politique énergétique de la Suisse. La Stratégie énergétique 2050 montre comment la Suisse pourra se libérer partiellement de sa dépendance aux énergies non renouvelables, qui est massive aujourd'hui. Mais les débats actuels autour de la politique énergétique se focalisent presque exclusivement sur un seul des aspects du tournant énergétique, à savoir l'abandon de la filière nucléaire et les conséquences de ce choix sur l'approvisionnement en électricité.

L'opinion publique n'a pas encore saisi que la moitié de l'énergie consommée sert à produire de la chaleur (pour chauffer les bâtiments, produire l'eau chaude sanitaire et de la chaleur industrielle), et que ces processus génèrent plus de la moitié de nos émissions de CO<sub>2</sub> au niveau suisse. Il va de soi que le premier geste à faire est de réduire notre consommation d'énergie, c'est-à-dire d'isoler nos bâtiments. Il faut toutefois signaler que, même dans le scénario le plus audacieux imaginé par le Conseil fédéral – intitulé « Nouvelle politique énergétique » –, visant à réduire de moitié les besoins en chaleur, ces derniers représenteront encore 45 % de tous nos besoins en énergie à l'horizon 2050. Ce taux est du même ordre de grandeur que celui de la consommation d'électricité à ce même horizon.

Notre devoir est donc de réfléchir aujourd'hui à la manière dont nous voulons, demain, chauffer nos logements et produire l'eau chaude de nos douches. L'idée de capter la chaleur du soleil est la première qui vient à l'esprit. Le potentiel de cette source est énorme: il serait possible de couvrir ainsi au moins 10 % de nos besoins de chaleur d'ici 2035. Malheureusement, on observe une tendance qui ne va pas dans le sens souhaité. A la suite de six années de croissance continue, les ventes de capteurs sont en recul depuis 2010. Les entreprises de la branche sont sur le qui-vive; elles cherchent la solution pour sortir du marasme.

Le présent Masterplan cherche à faire la lumière sur les causes complexes du problème. Il propose des mesures concrètes dans tous les champs d'intervention concernés. Mais il n'apporte pas de remède magique qui, d'un seul coup, permettrait de renouer avec la croissance. Pour atteindre la cible de 10 % de chaleur solaire pour couvrir nos besoins, toutes les forces en présence sont requises: Confédération et cantons, instituts de recherche, propriétaires fonciers. Mais surtout les entreprises de la branche elles-mêmes. Il est de plus en plus évident que la branche ne peut pas s'endormir sur ses lauriers. Si elle se laisse aller sans se poser de questions, elle ira « droit dans le mur » et perdra toutes ses parts de marché. Les capteurs solaires tomberont alors peu à peu dans l'oubli. Il est encore temps de revoir ses principes et de chercher de nouvelles voies. Deux pistes se dessinent: soit on bénéficie d'innovations technologiques majeures, soit on baisse les prix. Les deux voies permettent d'améliorer la compétitivité du secteur, en augmentant les rendements ou en réduisant le prix du kilowattheure. La filière photovoltaïque l'a bien comprise et a agi sur les deux tableaux. Elle est devenue, dans bien des cas, la technologie la moins chère pour produire de l'électricité. La branche du solaire thermique ne devrait-elle pas prendre exemple sur elle?

Mais réviser ses principes, c'est aussi remettre en question ce partage en deux univers, l'électricité et la chaleur. Il s'agit maintenant de rapprocher ces deux filières. Et pourquoi ne pas inscrire les deux technologies sur le même toit? Ou de combiner les deux univers, par exemple, en mariant la technologie du stockage de chaleur dans l'eau avec des modules photovoltaïques. Il faut remettre en question les vieux dogmes, notamment celui qui affirmait péremptoirement: « L'électricité est une énergie trop noble pour produire de la chaleur ».

Je me réjouis déjà des débats intenses que ces sujets vont soulever et je souhaite que le Masterplan débouche sur des mesures efficaces et surprenantes.

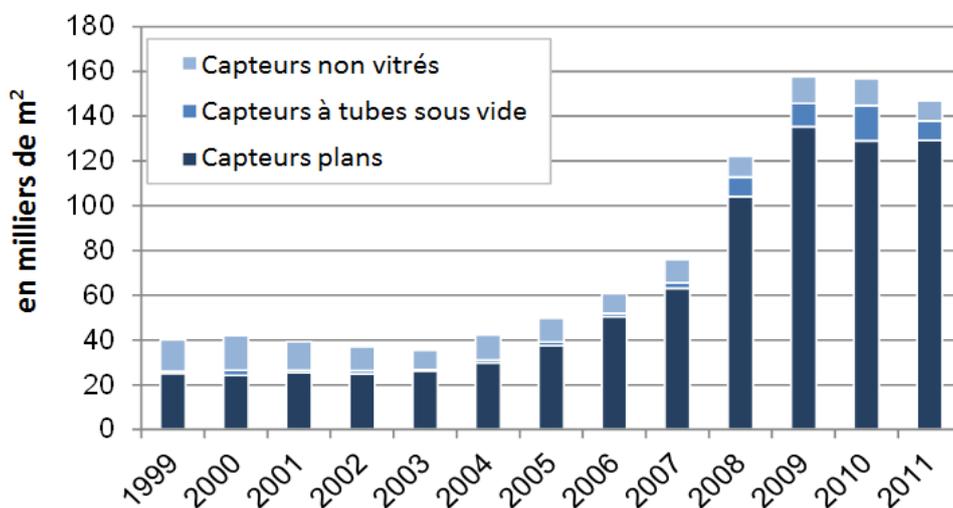
Roger Nordmann, conseiller national, président de Swissolar

# Synthèse

## Situation initiale

De 2004 à 2009, le marché du solaire thermique en Suisse affichait une belle croissance. Depuis, les ventes de capteurs ont cependant diminué. La situation est similaire dans les pays voisins. Afin d'identifier les causes de cette évolution et de pouvoir prendre des mesures pour la redresser, les associations actives dans le domaine du solaire thermique en Allemagne et en Autriche ont élaboré des feuilles de route.

En Suisse, un processus semblable a été lancé en 2011 avec l'élaboration d'une analyse du potentiel d'exploitation du solaire thermique. Les résultats de cette analyse ont montré que, rien que pour les habitations disposant d'un système de stockage et pour les bâtiments ayant été soumis à une rénovation énergétique, il serait possible d'assurer env. 30 % des besoins de chaleur grâce à des capteurs solaires.



Surface de capteurs solaires thermiques installée chaque année en Suisse (OFEN / Swissolar 2012)

En janvier 2012, à l'occasion du premier congrès Chaleur solaire, Swissolar s'est appuyée sur cette analyse du potentiel pour fixer un objectif de 2 m<sup>2</sup> de capteurs solaires par personne d'ici 2035. Cela permettrait de couvrir 20 % des besoins de chaleur dans le domaine de l'habitation. Les moyens à mettre en œuvre pour atteindre cet objectif devaient être définis dans un Masterplan fournissant des recommandations concrètes quant aux mesures à prendre par les personnes concernées (pouvoirs publics, entreprises et associations). Au cours de l'élaboration du Masterplan, il s'est avéré qu'il n'est pas judicieux de se limiter seulement aux besoins de chaleur dans le domaine de l'habitation. En effet, la chaleur solaire peut, et doit, également contribuer de manière importante à l'approvisionnement en chaleur d'autres types de bâtiments (EMS, hôtels, hôpitaux, etc.), ainsi qu'à la production de chaleur industrielle (industrie et artisanat). L'objectif est donc actuellement de couvrir 10 % des besoins *totaux* de chaleur grâce à l'énergie solaire d'ici 2035.

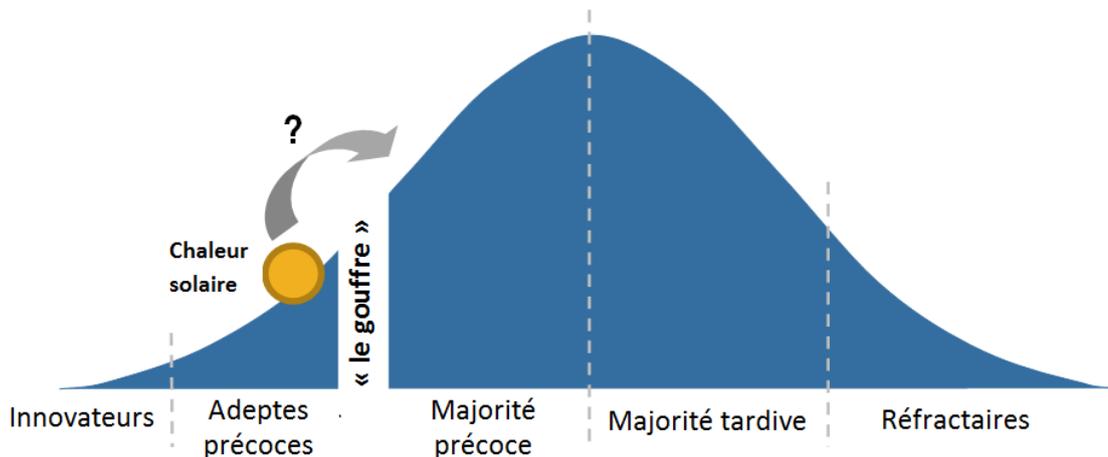
Le présent Masterplan a été présenté au public le 28 mai 2013, à l'occasion de la deuxième rencontre sur le thème du solaire thermique. Il a été élaboré avec le soutien d'un groupe d'accompagnement représentatif et avec une grande implication des membres de l'association Swissolar.

## Étude de marché

Le marché du solaire thermique est né de l'initiative de pionniers et d'idéalistes, que ce soit au niveau de l'offre ou de celui de la demande. Ces dix dernières années, l'offre s'est professionnalisée. Il a donc été possible d'acquérir de nouveaux segments de marché du côté de la demande, notamment les propriétaires de leur propre maison ayant une conscience écologique. Outre les prix grimpants de l'énergie, les conditions politiques générales ont aussi grandement contribué à cette évolution:

- soutien à la recherche technologique,
- promulgation de prescriptions pour les nouveaux bâtiments,
- programmes de subventionnement,
- introduction d'une taxe sur les émissions de CO<sub>2</sub>.

Jusqu'à présent, la clientèle-type pour le solaire thermique était représentée par les propriétaires de leur propre maison, qui privilégient l'engagement écologique et l'autonomie (sécurité d'approvisionnement), et sont moins sensibles à la question des coûts. Dans le modèle de diffusion des technologies, la chaleur solaire est classée dans la catégorie des «Adeptes précoces». Le segment suivant, «Majorité précoce», représenterait l'entrée sur le marché de masse. Mais pour entrer dans ce segment, il s'agit de franchir «le gouffre». En effet, si les «Adeptes précoces» peuvent se contenter de jouir des nouvelles technologies et se satisfaire de leur conscience écologique, les représentants de la «Majorité précoce» exigent des systèmes de chauffage simples, sûrs et d'un prix abordable.



*Modèle de diffusion des technologies (Rogers 1962 et Moore 1991)*

Des opportunités significatives se présentent toutefois. Le potentiel technique du solaire thermique est très important. Il ne manque pas de surfaces de toits ou de façades. A cela s'ajoute le fait qu'un tournant énergétique est en cours, qui pousse la sphère politique et toute la société vers une refonte complète du système de distribution d'énergie en Suisse et vers un recours accru aux énergies renouvelables. Mais la condition de la réussite de cette mutation est que la "Majorité précoce" puisse être intégrée au marché. Or les personnes qui la constituent ont d'autres attentes que les "Adeptes précoces". Les obstacles les plus marquants qui empêchent de faire le saut vers un marché de masse sont la complexité des systèmes d'approvisionnement en chaleur à partir de deux sources (préparation de l'eau chaude sanitaire et complément au chauffage), et l'absence de rentabilité. Au contraire du photovoltaïque, qui a vu ses prix chuter drastiquement ces dernières années, le solaire thermique n'a pas réussi à baisser ses prix finaux, malgré une augmentation des volumes de production en Suisse et à l'étranger. Donc, une des principales forces du solaire thermique, à savoir son potentiel de réduction des coûts, n'a pas encore pu être exploitée comme il se devrait.

## Chaleur solaire: forces et opportunités – faiblesses et risques

### Forces

- Ecologique
- Bonne image
- Possibilité de stockage pendant quelques jours
- Sécurité d'approvisionnement
- Permet d'économiser des frais
- Stabilité des prix en cours d'exploitation

### Faiblesses

- Exigences techniques élevées
- Rareté des spécialistes et manque d'expérience parmi les fournisseurs potentiels
- Faible rentabilité
- Capacités de stockage insuffisantes pour le complément au chauffage
- Coordination insuffisante du marché

### Opportunités

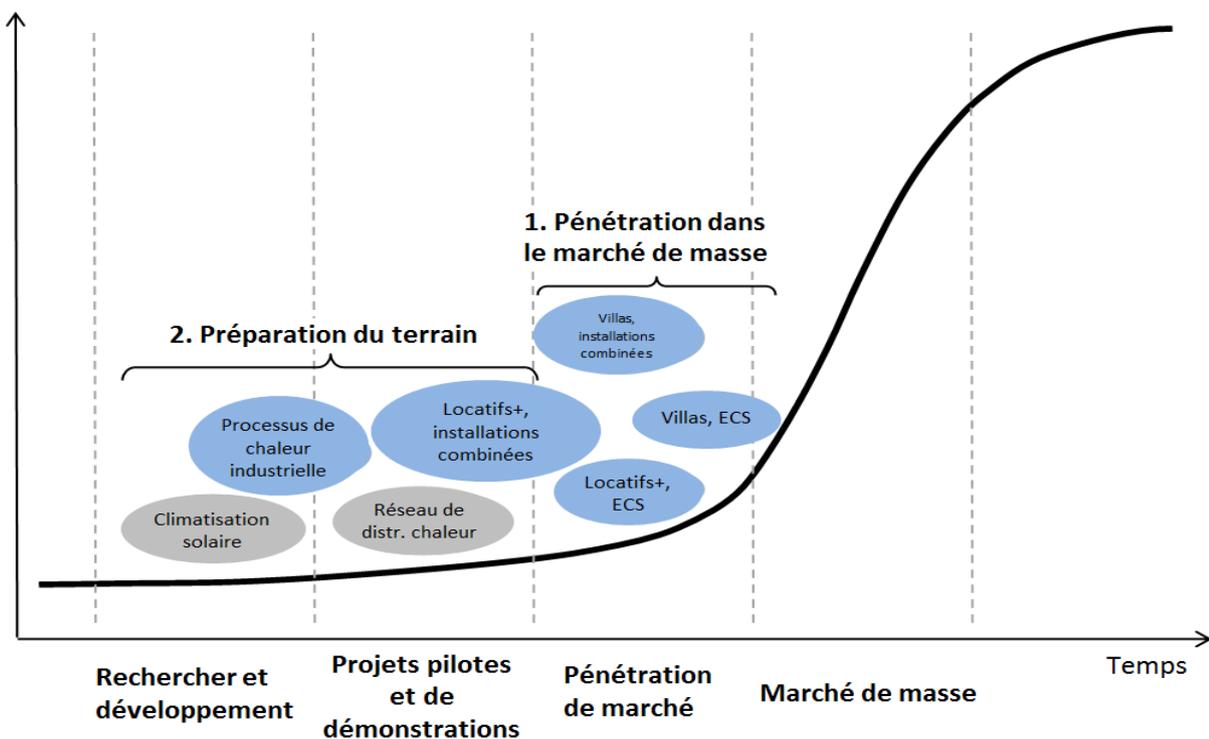
- Propriétaires de leur propre logement: un segment de marché peu sensible à la question des coûts
- Prix de l'énergie à la hausse
- Mutation politique en cours
- Potentiel énorme
- Technologies de stockage

### Risques

- Peu de motivation des fournisseurs potentiels
- Certains segments de clientèle importants sont sensibles à la question des prix.
- Concurrence du photovoltaïque
- Important travail nécessaire pour décrocher une autorisation et des subventions
- Information lacunaire des investisseurs et de leurs conseillers
- Mutation énergétique en cours principalement orientée sur la question de l'électricité

## Segments de marché et axes stratégiques

Chaque segment de marché peut apporter différentes contributions à différents moments pour atteindre les objectifs.



(d'après Weiss, 2008 ; EFH = villas, MFH+ = immeubles locatifs et autres grands bâtiments d'habitation)

Sur le marché, trois segments sont déjà bien présents aujourd'hui, qui englobent à la fois des bâtiments neufs et existants. Ce sont ces trois segments qu'il faut réussir à intégrer au marché de masse.

- **Préparation de l'eau chaude sanitaire dans les villas:** Ces installations ont déjà du succès depuis plusieurs années sur le marché. Les produits sont de bonne qualité, et il existe de nombreux installateurs expérimentés. Cependant, jusqu'à présent, il a été rare d'acquérir des clients sensibles à la question des coûts et moins concernés par les questions d'environnement. Afin de toucher ces clients, il faut tout d'abord réduire les coûts.
- **Préparation de l'eau chaude sanitaire dans les immeubles locatifs:** Ce segment a également réussi son entrée sur le marché. Toutefois, la rentabilité est souvent un critère plus important pour les propriétaires d'immeubles locatifs que pour les propriétaires de villas. La réduction des coûts et l'augmentation des mesures financières d'encouragement sont donc encore plus importantes. En outre, il s'agit d'acquérir de nouveaux clients grâce à une coopération renforcée des entreprises d'installation. Contrairement aux petites installations standard pour les villas, les grandes installations complexes n'ont pas encore atteint systématiquement un niveau de fiabilité satisfaisant, ce qui doit être corrigé.
- **Installations combinées dans les villas:** Certes, la part d'installations combinées vendues s'élève déjà à un quart des installations solaires thermiques. Toutefois, leur position sur le marché n'est pas acquise. Comme la demande en chaleur pour le chauffage des locaux est énorme, ce segment a un potentiel de développement particulièrement intéressant. Si l'on combine une installation solaire avec un autre système de chauffage, la complexité de l'ensemble devient flagrante, et le travail de planification, de pose et de régulation augmente en proportion. Mis à part les domaines d'intervention déjà cités, il s'agit ici, en priorité, d'améliorer les produits ainsi que les prestations des professionnels. Une politique de subventionnement bien ciblée et constante permet d'améliorer la rentabilité des systèmes, d'enrichir l'expérience des installateurs et d'accroître la confiance des clients dans la technologie solaire.

Pour les segments ci-dessous, le terrain doit d'abord être préparé:

- **Installations de complément au chauffage dans les immeubles locatifs:** Ces installations sont, certes, sorties du stade de projets de démonstration, mais elles n'ont pas encore réussi de se faire une place sur le marché. Au stade actuel, l'objectif est de prendre une part de ce marché. Dans ce segment, la priorité doit être accordée par les fournisseurs à la simplification et à l'amélioration des produits et des prestations.
- **Chaleur industrielle dans l'industrie et l'artisanat:** Les développements de la chaleur industrielle sont encore moins avancés. L'objectif, dans ce cas, est de mettre au point des applications fiables. Quelques installations pilotes prometteuses, réalisées ces derniers temps, montrent le potentiel qui peut encore être exploité dans ce domaine.
- **Réseaux de distribution de chaleur:** Il existe peu de réseaux de distribution de chaleur et, contrairement aux autres segments, le potentiel est limité. L'objectif est de tester différents concepts et de les faire connaître.
- **Refroidissement solaire:** Cette utilisation en est encore au stade de la recherche. Pour l'instant, son potentiel n'est pas encore prévisible.

## Domaines d'intervention et mesures à prendre

Pour pouvoir propulser sur le marché de masse les trois segments les plus facilement commercialisables, il faut encore prendre les mesures suivantes:

1. **Réduire les coûts**, entre autres grâce à
  - la simplification systématique des systèmes existants et
  - une installation efficace des petites installations par le biais de nouveaux modèles de coopération.
2. **Garantir la qualité**, entre autres grâce à
  - des exigences élevées à l'égard des Pros du solaire®.
3. **Améliorer les produits et les services**, entre autres grâce à
  - la création d'un fonds d'innovation pour la chaleur solaire visant à soutenir les petits projets dans le domaine des systèmes globaux et de l'intégration des systèmes.
4. **Optimiser les conditions générales**, entre autres grâce à
  - une prescription obligeant le recours à une part d'au moins 50 % d'énergies renouvelables pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire dans le cadre du remplacement de la chaudière ou du système d'approvisionnement en eau chaude sanitaire.
5. **Intensifier les campagnes de communication**, entre autres grâce à
  - un réseau de clients satisfaits agissant comme des multiplicateurs, et
  - un soutien plus fort de la part des installateurs.

De plus, pour les segments de marché se trouvant encore au stade de la recherche ou de projets pilotes, il faut rajouter le domaine d'intervention suivant:

6. **Préparer le terrain**. Cette mesure comprend entre autres
  - la création d'un programme d'intégration sur le marché à l'échelle suisse pour 50 grandes installations avec un soutien financier et un accompagnement assuré par des experts lors de toutes les phases de la mise en place.

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> .....	<b>3</b>
<b>Synthèse</b> .....	<b>4</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Etude de marché</b> .....	<b>11</b>
2.1 Demande.....	11
2.2 Offre.....	15
2.3 Offres de la concurrence.....	24
2.4 Ressources .....	27
2.5 Conditions générales.....	33
<b>3 Analyses opportunités-risques (analyses SWOT)</b> .....	<b>38</b>
3.1 Forces.....	38
3.2 Faiblesses .....	40
3.3 Opportunités.....	41
3.4 Risques.....	42
3.5 Conclusions.....	43
<b>4 Orientations stratégiques</b> .....	<b>45</b>
4.1 Objectifs de la branche du solaire thermique.....	45
4.2 Segments de marché .....	45
4.3 Stratégies de mise en œuvre.....	48
4.4 Contribution des segments de marché à la réalisation des objectifs .....	49
<b>5 Stratégie pour pénétrer le marché de masse</b> .....	<b>51</b>
5.1 Segment 1: préparation de l'ECS dans les villas .....	51
5.2 Segment 2: préparation de l'ECS dans les immeubles locatifs .....	51
5.3 Segment 3: installations combinées dans les villas.....	51
5.4 Domaines d'intervention et mesures.....	52
5.5 Stratégie pour la préparation du terrain .....	55
<b>6 Vue synoptique des mesures</b> .....	<b>57</b>
6.1 Mesures par acteur.....	57
6.2 Mesures par segments.....	58
<b>7 Sources</b> .....	<b>59</b>
<b>8 Partenaires interviewés</b> .....	<b>60</b>
<b>9 Table des illustrations</b> .....	<b>61</b>

# 1 Introduction

L'approvisionnement en énergie de la Suisse est en mutation. Elle va vivre ces prochaines années une restructuration par étapes. Le but de cette opération est de réduire la consommation d'énergie et de remplacer les énergies fossiles par les énergies renouvelables. La chaleur d'origine solaire peut jouer un rôle important dans ce contexte. A long terme, il sera possible d'approvisionner le parc immobilier de logements avec des installations chaleur solaires qui couvriront jusqu'à 60 % des besoins de chaleur (NET AG, 2012). Mais aujourd'hui, le potentiel que représente le solaire n'est de loin pas exploité comme il le pourrait, et ce, malgré le fait que la technique solaire est au point, qu'elle pourrait réduire notre dépendance des importations d'énergie et qu'elle offre des avantages environnementaux intéressants par rapport à d'autres agents énergétiques. Aujourd'hui, moins d'un demi pourcent de nos besoins de chaleur sont couverts par l'énergie solaire. On constate même que le marché du solaire se contracte depuis deux ans, alors qu'il a été marqué par une croissance continue pendant de nombreuses années auparavant.

Dans ce contexte, Swissolar, l'association faîtière des professionnels de la chaleur solaire, veut contribuer à son redéploiement. Son mot d'ordre est le suivant: en 2035, 10 % de nos besoins en chaleur devront être couverts par l'énergie solaire. Le présent Masterplan cherche à analyser le marché, à identifier les obstacles qui freinent la généralisation du recours à l'énergie solaire, à montrer, dans le cadre d'une stratégie globale, quels sont les segments de marché à exploiter en priorité, enfin à décrire les mesures concrètes qui permettront d'atteindre cet objectif.

Il se fonde sur des entretiens menés avec 32 acteurs-clés et experts (cf. chap. 8). Sa gestation a été suivie par un groupe d'accompagnement, qui a siégé cinq fois entre l'été 2012 et le printemps 2013.

## 2 Etude de marché

L'analyse de marché est structurée de façon analogue à l'analyse d'une branche selon Porter (Modèle des cinq forces de Porter, 1979). Elle a été adaptée aux exigences du Masterplan (cf. Fig. 1)

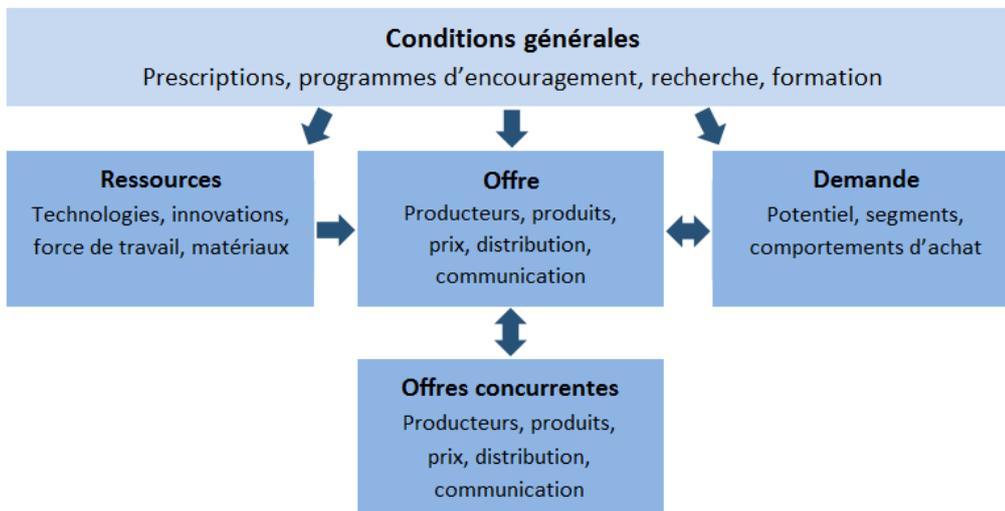


Fig. 1 Structure générale de l'analyse

On place l'*offre* au centre du système. Elle est composée des producteurs, des produits, des prix, des systèmes de distribution et des stratégies de communication. L'offre est dépendante de différentes *ressources*, notamment les technologies, la force de travail et les matériaux. Sur le marché, cette offre entre en *concurrency* avec d'autres offres. Dans le cas présent: d'autres technologies de production de chaleur, dont chacune a ses producteurs, ses prix et ses propres canaux de distribution. La demande fait aussi l'objet d'une analyse. Quels sont les besoins de chaleur en Suisse et quel potentiel offre chacun des segments de marché? Pour couronner le tout, il faut tenir compte des *conditions générales* qui influencent chacun de ces champs d'analyse, à savoir le corpus de prescriptions, les programmes d'encouragement, la recherche et la formation. Dans la présente analyse de marché, ces cinq facteurs sont analysés et pondérés.

### 2.1 Demande

#### Besoins de chaleur en Suisse

Environ 450 pétajoules (PJ) par an – soit un peu plus de la moitié de l'énergie finale consommée en Suisse – sont nécessaires pour produire la chaleur destinée au chauffage des locaux, à la production d'eau chaude sanitaire (ECS) et à l'alimentation des processus industriels (OFEN 2011a). On prévoit que cette demande baissera au cours des 40 prochaines années. Suivant la politique énergétique choisie, cette baisse se situera entre 31 et 55 % (cf. Fig. 2). Dans le domaine du bâtiment, cette baisse sera très significative, en raison de la qualité des nouvelles constructions et des opérations de rénovation du parc immobilier ancien. Par comparaison, la demande de chaleur pour la production d'ECS restera à peu près stable sur le long terme. S'agissant de la chaleur industrielle, on estime que les économies réalisables seront légèrement inférieures à celles pour le chauffage des locaux. Ainsi, si l'on en croit le scénario dit de la « nouvelle politique énergétique », conçu par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), la part de l'énergie finale consacrée au chauffage des locaux passera de 70 % (aujourd'hui) à un peu plus de 50 %, tandis que la part consacrée à l'ECS et celle consacrée à l'industrie augmenteront proportionnellement.

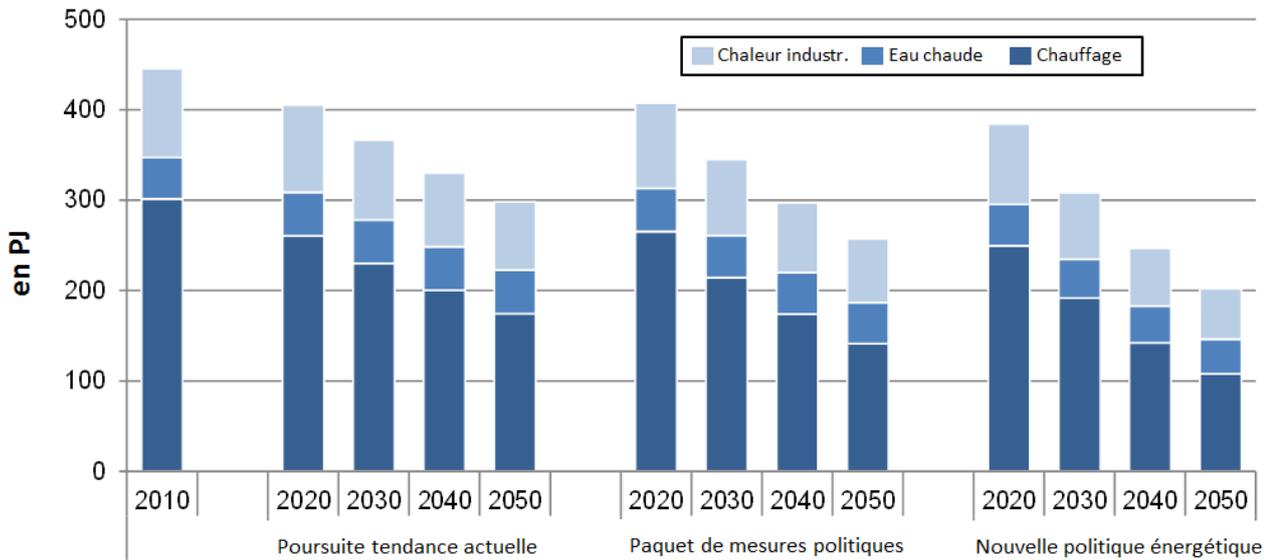


Fig. 2 Evolution des besoins de chaleur en Suisse en fonction des politiques énergétiques choisies (OFEN / prognos 2012)

On constate que, dans la catégorie du chauffage des locaux – la plus importante –, la part des maisons individuelles (villas) est relativement modeste (cf. Fig. 3). Les immeubles locatifs et autres bâtiments d'habitation consomment environ le double d'énergie que les villas.

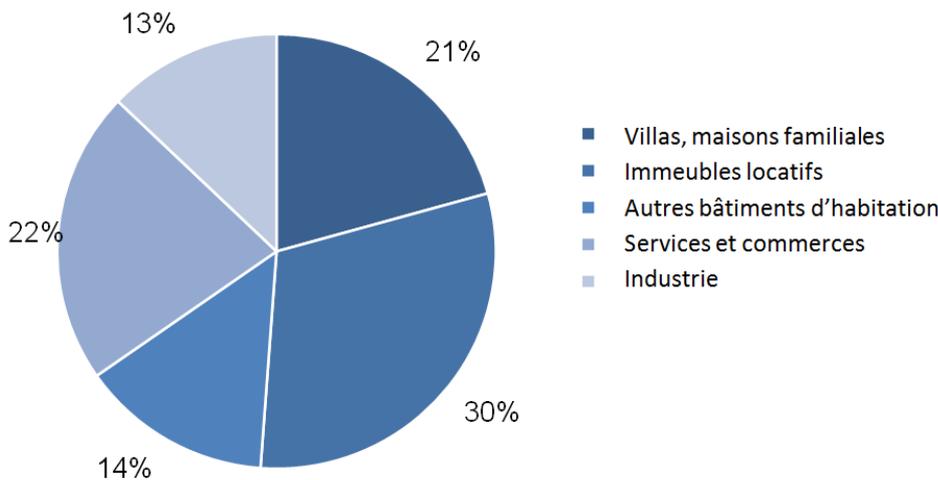


Fig. 3 Surface de référence énergétique (SRE) d'après l'affectation des bâtiments (OFEN / Wüest & Partner 2004)

S'agissant de la chaleur industrielle, les données manquent encore actuellement en Suisse pour en déterminer la répartition par branche. Les études menées à l'étranger peuvent en donner quelques indices, bien que les structures industrielles soient différentes en Suisse. On dispose de données dans les pays ou régions suivants: Italie, Suède, Pays-Bas, Allemagne, Autriche, Chypre, Wallonie, Grèce, Espagne et Portugal. Par exemple en Allemagne, on a déterminé que les besoins de chaleur industrielle à basse température (< 250°C) représentent environ 8 % de la consommation d'énergie finale (Université de Kassel, 2011). Les branches représentant un potentiel élevé pour l'utilisation de l'énergie solaire (chaleur < 250°C) sont celles de l'industrie chimique, de l'industrie agro-alimentaire et de l'industrie du papier (cf. fig. Fig. 4).

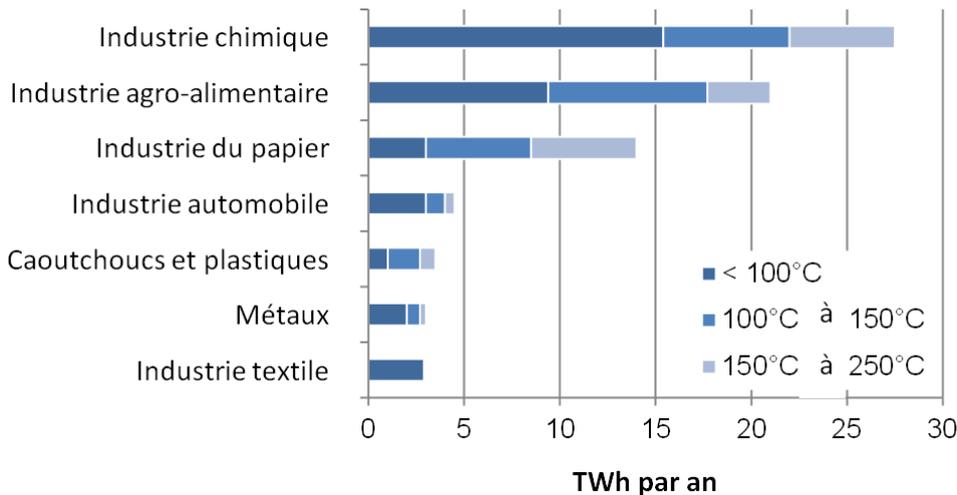


Fig. 4 Besoins en chaleur industrielle dans quelques branches particulières en Allemagne (Université de Kassel, 2011)

Un bref tour d'horizon des études effectuées dans les pays susmentionnés permet d'identifier les branches les plus intéressantes pour l'énergie solaire, à savoir: l'industrie du papier, l'industrie agro-alimentaire (laiteries, brasseries, industries de transformation de la viande, des légumes et des fruits), l'industrie textile, l'industrie des machines, l'industrie automobile, ainsi que l'industrie chimique. Certains pays présentent des demandes spécifiques complémentaires, telles que le traitement du liège et du cuir, l'industrie du tabac, le dessalement de l'eau de mer, l'industrie des plastiques, les laveries industrielles, l'industrie de transformation du bois, etc.

### Potentiel de chaleur solaire en Suisse

D'après une étude récente, le potentiel technique de chaleur solaire peut être estimé de 30 à 61 % des besoins de chaleur pour le parc immobilier de logements (OFEN / NET AG, 2012). La largeur de la fourchette est le reflet de différents scénarios de référence. Le potentiel de 30 % est obtenu dans un scénario impliquant des systèmes conventionnels d'exploitation de l'énergie solaire thermique et un faible besoin de chaleur (bâtiments à 8 l de mazout ou 80 kWh par m<sup>2</sup> de SRE et par an). Le potentiel de 61 % se base sur l'hypothèse que des nouveaux systèmes très performants seront mis au point (amélioration des capacités de stockage) et que des bâtiments à très basse consommation (3 l) seront construits. Pour exploiter au maximum ce potentiel, la chaleur solaire ne devra pas seulement servir à produire l'eau chaude sanitaire, mais contribuer également au chauffage des locaux et ce, à grande échelle. Par contre, si l'on conserve les conditions générales actuelles, le potentiel économique est sensiblement moins intéressant que le potentiel technique.

En effet, une part importante du parc immobilier de logements est composée de bâtiments pas ou peu isolés, présentant une consommation de chaleur bien supérieure aux hypothèses du calcul du potentiel pour des bâtiments standard. (Un bâtiment non isolé correspond à une consommation d'environ 20 l de mazout par m<sup>2</sup> SRE et par an). Cela signifie que, pour atteindre le potentiel susmentionné de 30 à 61 %, il est capital de procéder à l'assainissement énergétique du parc immobilier.

### Demande actuelle

En 2011, une surface d'un peu moins de 150 000 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques (avec ou sans couverture) a été posée en Suisse. Il s'agit presque exclusivement de nouvelles installations. En effet, le remplacement d'installations existantes est encore très rare. Les capteurs plans représentent de loin la part la plus importante, étant donné que leur commercialisation s'est beaucoup développée depuis 2005 (cf. Fig. 5). Les deux principales causes de cette accélération sont, d'une part, l'augmentation du prix de l'énergie, d'autre part, le renforcement du soutien des pouvoirs publics. Néanmoins, la demande est stagnante ou même en baisse depuis 2009. Pour 2012, on estime que le recul du solaire thermique sera de 10 % environ par rapport à l'année précédente.

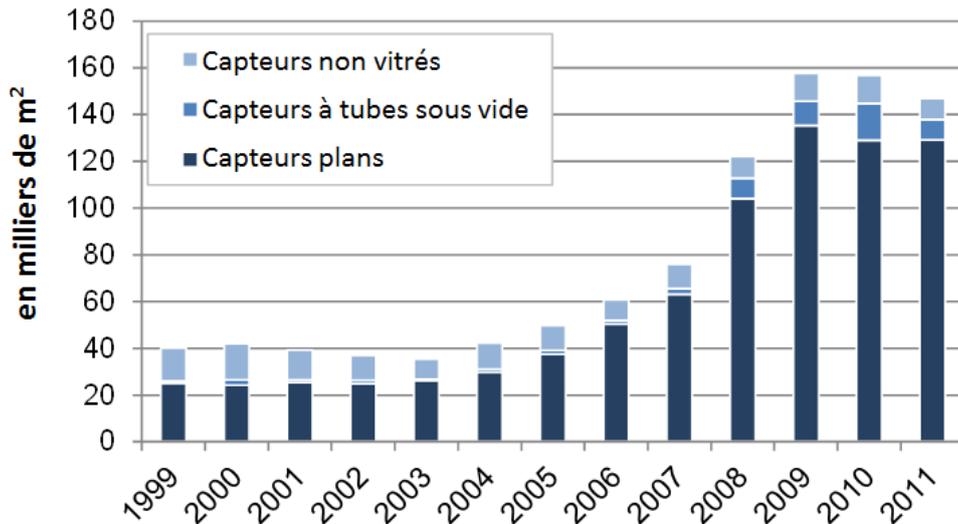


Fig. 5 Surface de capteurs solaires thermiques installée chaque année en Suisse (OFEN / Swissolar 2012)

En Suisse aujourd'hui, on dispose un peu plus de 0,1 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques par habitant. Si l'on compare la Suisse aux pays voisins, elle se situe devant la France et l'Italie, mais derrière l'Allemagne et l'Autriche, cette dernière étant particulièrement bien équipée (cf. Fig. 6).

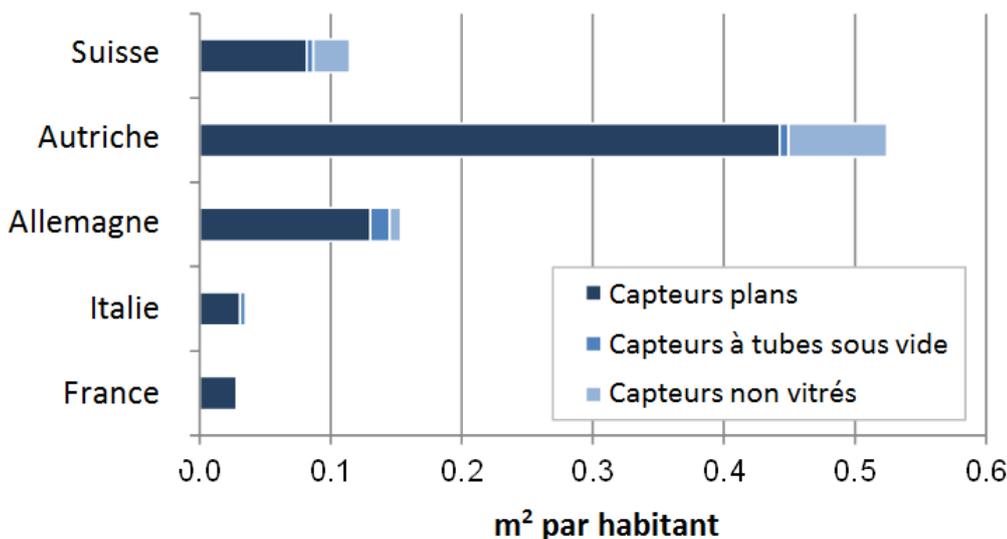


Fig. 6 Surface de capteurs installés par habitant en comparaison internationale (AIE, 2011)

Fin 2011, une surface de 1,1 million de m<sup>2</sup> de capteurs (avec ou sans couverture) étaient installés en Suisse. Ils produisent environ 460 GWh de chaleur par an. Si cette chaleur était produite par du mazout, elle générerait environ 120 000 tonnes d'émissions de CO<sub>2</sub>.

### Segments de clientèle

Les différents segments de clientèle ont des besoins variables, qui se différencient comme suit:

- *Propriétaires de maisons individuelles*  
Ils sont en général moins sensibles à la question des coûts. Ils attachent de l'importance au respect de l'environnement et sont fiers de produire eux-mêmes la chaleur dont ils ont besoin. Ils veulent que leur installation soit bien intégrée au bâtiment.
- *Propriétaires d'immeubles locatifs*  
Ils ont des exigences élevées sur le plan de la rentabilité. Ils sont peu disposés à payer un surcoût par rapport à des technologies concurrentes, ni à assumer une charge de travail supplémentaire. Ils sont attentifs à la simplicité d'emploi des systèmes de chauffage (combinaison aisée avec le système existant, technologies fiables, peu de frais de maintenance).
- *Entreprises de service et entreprises industrielles.*  
Elles posent des exigences très élevées quant à la durée d'amortissement de tout nouvel investissement et à la fiabilité des systèmes. Les entreprises sont moins intéressées au principe de recourir à l'énergie solaire qu'à celui de disposer d'un système de chauffage facile à entretenir, fiable et efficace. Elles sont prêtes à fermer les yeux sur l'esthétique de l'installation.

La segmentation indiquée ci-dessus n'est pas absolue, mais elle indique les tendances générales. Par exemple, on rencontre des propriétaires de villas dont le seul souci est de rentabiliser au mieux leur système de chauffage, quel qu'il soit. Il arrive aussi de trouver des industries qui choisissent d'installer des capteurs solaires pour protéger l'environnement et soigner leur image.

## 2.2 Offre

### Produits

La Fig. 7 illustre la répartition des types de capteurs installés actuellement en Suisse. Il y a à peine dix ans, les capteurs avec couverture ne représentaient encore que la moitié environ de la surface installée. Leur taux a augmenté régulièrement et se situe aujourd'hui autour de 80 % des installations.

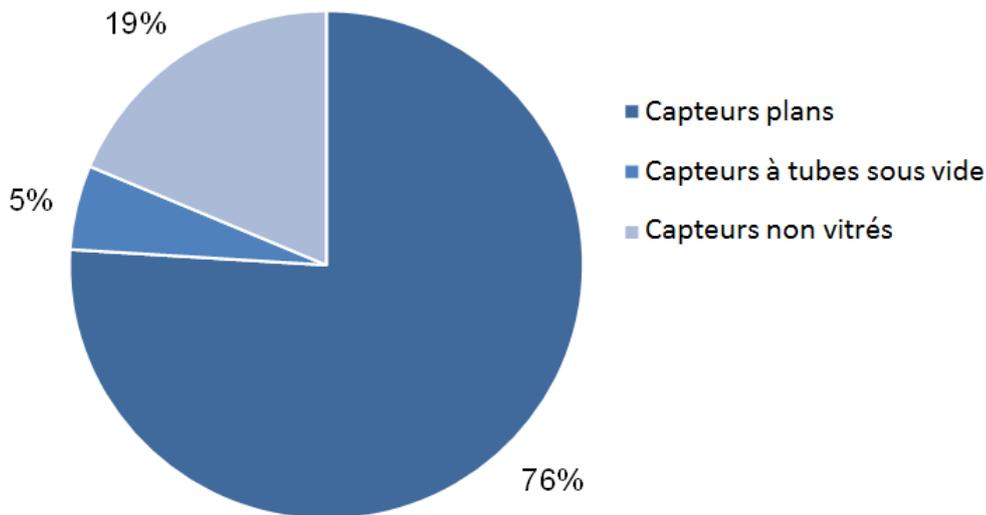


Fig. 7 Surfaces de capteurs installés en Suisse en 2011 (OFEN / Swissolar 2012)

### Utilisations

La chaleur solaire a de nombreuses applications, allant de la production de froid – technique encore en phase de développement – à la production d'eau chaude sanitaire – une fonction bien établie sur le marché. Voici un résumé des différentes utilisations courantes:

*Production d'eau chaude sanitaire (ECS) :* La production d'ECS est l'application la plus courante de la chaleur solaire. Elle est particulièrement adéquate, étant donné que les besoins d'ECS se répartissent tout au long de l'année, contrairement à la chaleur nécessaire pour le chauffage des locaux, qui n'est en fonction que pendant les mois d'hiver. Les installations habituelles sont capables de couvrir entre 40 et 80 % des besoins d'ECS. Le plus souvent, elles équipent des bâtiments d'habitation, mais il n'est pas rare que des établissements médico-sociaux (EMS), des hôtels ou d'autres types de bâtiments en soient pourvus. Un peu moins de trois quarts des surfaces de capteurs thermiques installés en Suisse servent exclusivement à produire de l'ECS (cf. Fig. 8).

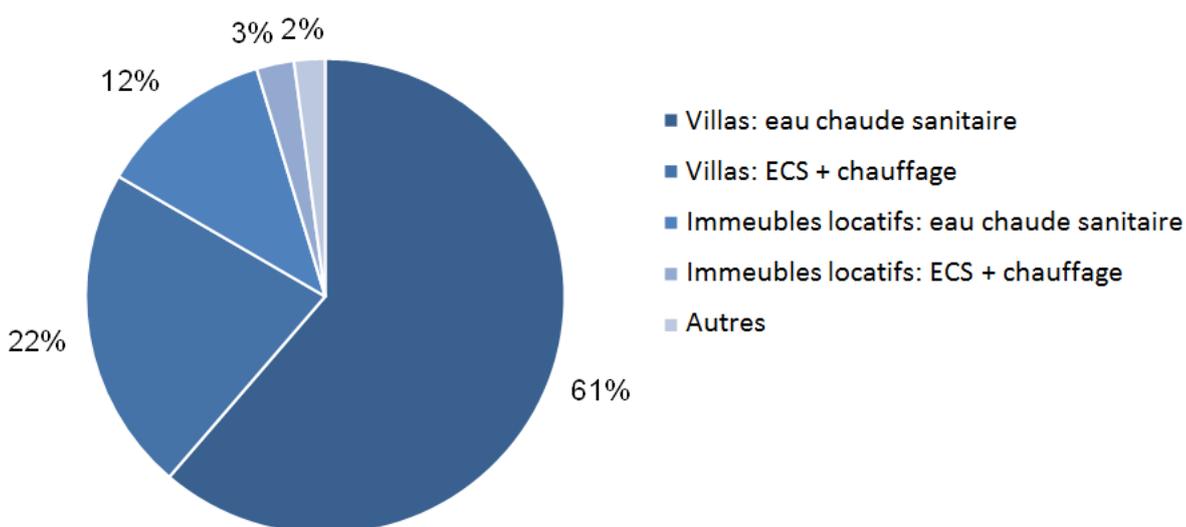


Fig. 8 Nombre de capteurs plans installés entre 2001 et 2011 en Suisse (OFEN / Swissolar, 2002 – 2012, total = 76 163 installations)

*Complément au chauffage* : On ne rencontre encore que rarement des installations destinées à la fois à la production d'ECS et à l'appoint des installations de chauffage des locaux. Actuellement, de telles installations sont utilisées principalement dans le domaine du logement. Pour les capteurs plans, elles représentent environ le quart des installations existantes (cf. Fig. 8). En général, elles sont capables de couvrir entre 20 et 50 % des besoins totaux de chaleur. Pour élever ce taux, il serait nécessaire de pouvoir stocker la chaleur d'une saison à l'autre, c'est-à-dire utiliser pendant les mois d'hiver la chaleur récoltée en été. Les premières installations pilotes ont démontré qu'il est effectivement possible, dans de nouvelles constructions, de conserver la chaleur pendant longtemps dans de très grands accumulateurs à eau (p.ex. maisons Jenni), mais aussi dans des fondations en béton ou dans des coffres constitués de gravier. Mais pour généraliser ce type de stockage également dans le parc immobilier actuel, et atteindre ainsi des taux de couverture solaire appréciables, il s'agira de mettre au point de nouvelles technologies et de nouvelles applications (cf. également chap. 2.4).

Comme la chaleur solaire ne peut pas couvrir tous les besoins de chaleur, il faut pouvoir le combiner avec d'autres systèmes de chauffage. En principe, il est possible d'associer la chaleur solaire avec n'importe quel système courant de production de chaleur (chaudière à mazout, à gaz, à pellets ou à bûches, ou encore pompes à chaleur).

Le solaire comme complément au chauffage est une solution particulièrement bien adaptée pour la rénovation de villas. En pareil cas, en effet, il est souvent impossible de réduire les besoins de chaleur pour le chauffage aussi fortement que dans de nouvelles constructions. Un système bivalent conviendra bien et permettra de réduire la facture de combustible et d'électricité grâce au solaire.

*Réseaux de distribution de chaleur* : Un réseau de distribution de chaleur permet d'alimenter plusieurs bâtiments à partir d'une chaudière centrale. Une installation de chaleur solaire est capable d'introduire de la chaleur dans un tel réseau. Pour l'instant, seules quelques installations de ce type ont été construites en Suisse. Nous manquons encore d'expérience et de savoir-faire sur cette question. Une telle solution est particulièrement intéressante lorsque la demande en chaleur est constante, même pendant les mois d'été, et que les températures d'aller et de retour demandées sont relativement basses. Cela permet de couvrir quasiment toute la demande de chaleur par l'installation solaire. Le réseau du centre d'entretien de Lausen en est un bon exemple. Dans ce cas, il est possible de mettre pratiquement hors service la chaudière à gaz pendant l'été.

Il serait aussi possible d'utiliser des capteurs solaires pour alimenter de manière décentralisée un réseau de distribution de chaleur. Mais, étant donné que ces réseaux fonctionnent en été à une température relativement basse, il est nécessaire de disposer dans chaque bâtiment d'un générateur de chaleur complémentaire qui soit capable d'élever la température d'entrée. Dans ces conditions, une installation solaire thermique serait capable de réduire considérablement le nombre d'heures de fonctionnement du générateur de chaleur complémentaire.

Les pays scandinaves ont une longueur d'avance sur la Suisse en ce sens qu'ils disposent de beaucoup plus de réseaux de chaleur à distance pour chauffer leurs bâtiments. Ils peuvent donc appliquer une politique de promotion du solaire très volontaire pour alimenter ces réseaux. En Suisse, le potentiel de ces réseaux est beaucoup moins intéressant, car le nombre d'installations est beaucoup plus faible.

*Chaleur industrielle* : La Suisse n'a pas non plus développé les systèmes de préparation de chaleur industrielle à partir de l'énergie solaire. Cela tient au fait que de tels systèmes ne sont pas encore rentables. Les conditions les plus favorables pour ce genre d'installations sont réunies lorsque la demande de chaleur est

constante sur toute l'année et que les températures exigées  $< 100^{\circ}\text{C}$  – ou mieux encore,  $< 80^{\circ}\text{C}$ . Les processus industriels les plus propices à l'utilisation de l'énergie solaire sont ceux du nettoyage et ceux du séchage (au moyen d'air chaud), ceux du préchauffage de l'eau avant chaudière pour produire de la vapeur, ou encore ceux de la production d'eau chaude comprise comme ressource brute (cf. Fig. 9). Si l'on utilise des systèmes solaires à concentration (tels que des capteurs à tubes sous vide équipés de réflecteurs paraboliques cylindriques), il est possible de produire directement de la vapeur, grâce aux températures élevées obtenues. Aujourd'hui en Suisse, on trouve quelques installations pilotes dans des laiteries. D'autres installations servent à différents usages particuliers. Citons le maintien en température de paraffine (Theo Fischer AG) ou de bitume (Colas Suisse SA), ou encore le chauffage d'un bain de trempage dans une installation de laquage (Zehnder Group Schweiz AG).

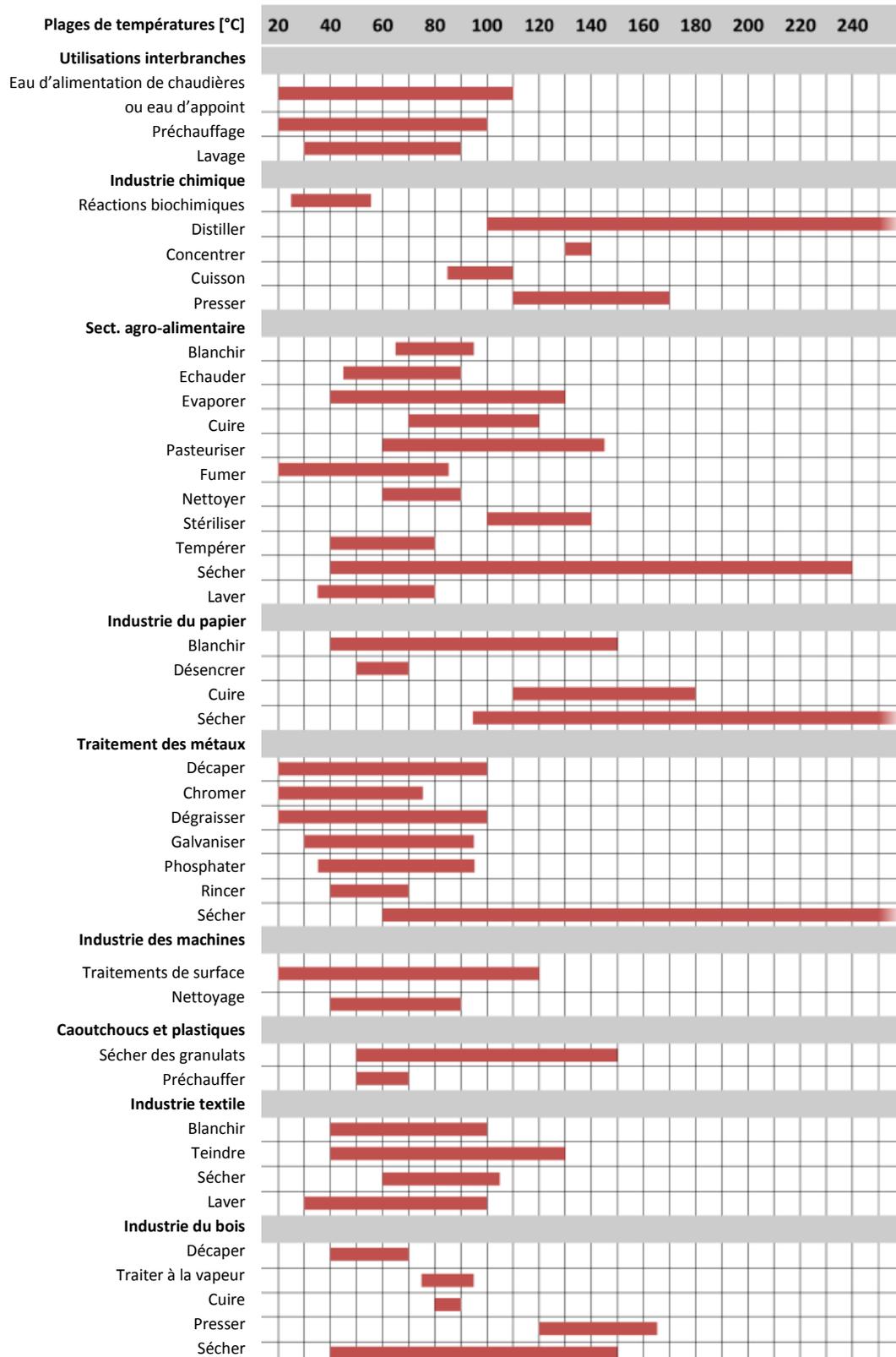


Fig. 9 Processus industriels capables d'utiliser de la chaleur solaire (Université de Kassel, 2011<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> Le désencrage est l'opération consistant à séparer les encres d'imprimerie de leur support papier.

*Climatisation solaire* : On trouve en Suisse quelques rares exemples d'installations solaires destinées à produire du froid. Parmi les bons exemples, citons le bâtiment administratif de la Banque cantonale de Berne, à Thoun (2006), ou encore le centre polyvalent de la commune d'Affoltern am Albis. Pour des raisons économiques toutefois, on préfère aujourd'hui utiliser un générateur de froid couplé avec des panneaux photovoltaïques.

## Qualité

Les représentants de la branche sont d'avis que les *composants* solaires des installations posées en Suisse sont de bonne qualité. Cette situation est due au fait que la Suisse a imposé depuis longtemps, pour toute installation subventionnée, des contrôles ou des labels de qualité pour tout matériel ayant réussi des tests de performance conformes aux normes en vigueur (p. ex. le label SPF), et ce, bien avant l'introduction du label européen « Solar Keymark ». Autre facteur favorable: l'existence d'un laboratoire de contrôle performant mis à disposition des fabricants pour suivre leurs développements technologiques et assurer des travaux de vérification de la qualité. Toutefois, lors d'un contrôle par échantillonnage effectué en 2012 dans les cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne, on a pu constater que la qualité des *installations* n'est pas assurée dans tous les cas. Seule moins de la moitié des installations contrôlées ont pu être qualifiées de bonnes, tandis que 20 % ont été considérées comme de mauvaise qualité, le reste pouvant être taxé de suffisantes. Les problèmes constatés concernaient principalement le réseau hydraulique des conduites, le fonctionnement du régulateur solaire ainsi que le choix des matériaux d'isolation. Il faut toutefois signaler que les propriétaires de presque toutes les installations soumises au contrôle – quelle qu'en soit la qualité – se sont déclarés satisfaits de leur matériel et du service. En effet, comme ces systèmes sont alimentés par deux sources, ils fournissent de la chaleur en toutes circonstances, ce qui empêche souvent les habitants concernés de constater même de grossières erreurs.

On peut expliquer en partie la déficience des installations par la grande complexité des systèmes et par l'absence de standardisation du matériel. Une autre raison peut être invoquée: c'est le manque d'expérience de nombreux installateurs. En effet, mis à part les entreprises spécialisées qui disposent de collaborateurs expérimentés, on trouve aussi de nombreux installateurs occasionnels. Réagissant passivement à la demande de leurs clients, ils réalisent seulement quelques installations par an. Ce sont eux qui risquent le plus probablement de faire des erreurs de montage.

## Prix

Le prix d'une installation solaire varie en fonction de son type et de sa grandeur. Le Tab. 1 illustre les différences de prix entre la Suisse, l'Autriche et l'Allemagne, pour une installation standard permettant de produire de l'eau chaude sanitaire (ECS). En Suisse, les prix sont à peu près deux fois plus élevés que dans les autres pays, que ce soit pour le matériel ou pour la main d'œuvre.

	Suisse	Autriche	Allemagne
<i>Dimensionnement</i>	4 m <sup>2</sup> , 500 litres	6 m <sup>2</sup> , 300 litres	5 m <sup>2</sup> , 300 litres
<b>Coûts totaux [CHF]</b>	<b>14 000 - 16 000</b>	<b>7 000</b>	<b>5 000 – 7 000</b>

Tab. 1 Prix pour une installation standard, en francs suisses, à l'excl. des subventions (y c. travaux de montage et TVA, taux de conversion: 1.20 CHF pour 1 euro, source: Swissolar, austria solar et bsw solar)

Entre 1994 et 1999, on estime que l'expérience accumulée a été multipliée par deux, tandis que les prix des systèmes installés (sur la base de capteurs plans) ont baissé en Suisse de l'ordre de 15 % (OFEN / Infrac, 2005). Depuis 1999, l'expérience accumulée s'est encore multipliée par quatre. Si l'on se base sur une courbe d'apprentissage à pente constante, les prix d'aujourd'hui devraient en principe accuser une baisse de 30 %. Cependant, nous ne disposons d'aucune donnée fiable sur l'évolution des prix depuis 1999. D'après les partenaires interviewés, les prix semblent au contraire être restés constants. On observe une situation semblable en Allemagne: entre 1984 et 1998, les prix des installations pour la préparation de l'ECS ont fortement baissé; par contre, ils sont restés à peu près constants au cours des dix années suivantes (AEE, 2010).

Une analyse des prix des systèmes solaires en Allemagne a conclu que les matériels étaient vendus en gros aux commerçants et aux installateurs à un prix inférieur de 40 % au prix facturé au client final (BSW, 2012. Cf. Fig. 10). C'est l'installateur qui empoche la moitié du montant final de l'installation. En Suisse, on ne dispose d'aucune étude sur ce sujet.

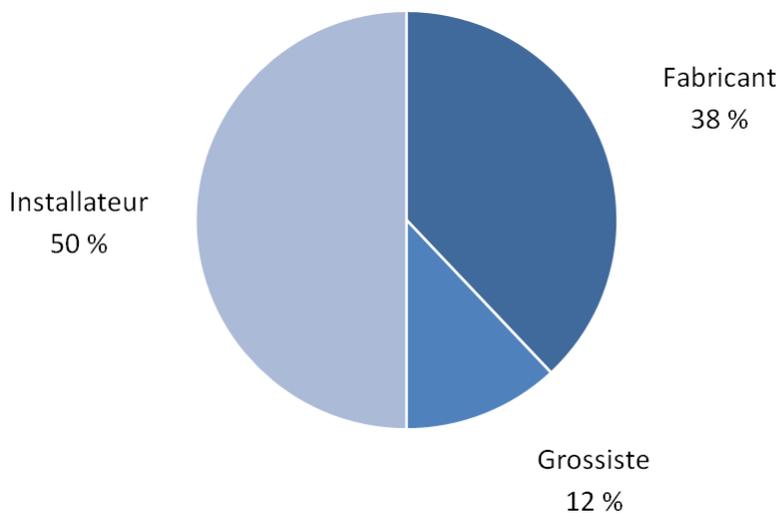


Fig. 10 Structure du prix final payé en 2011 en Allemagne par le client pour une installation solaire de complément au chauffage, avec 11 m<sup>2</sup> de capteurs plans (prix net env. 8 500 euros; BSW, 2012)

Bien que les prix en Allemagne soient déjà de moitié moins élevés qu'en Suisse, l'association nationale des professionnels de l'énergie solaire (Bundesverband Solarwirtschaft, BSW) estime que les prix pourraient encore diminuer sensiblement à l'avenir (BSW, 2012). Elle prédit des réductions de coûts techniques sur les postes suivants:

- Le prix des capteurs baissera suite à la substitution des matériels chers par des matériels meilleur marché.
- Le prix des structures porteuses va diminuer suite à la simplification et à la rationalisation des matériels (préfabrication).
- Le montage sera simplifié par une standardisation et une optimisation plus poussée, ce qui permettra d'éviter des erreurs.
- Le prix des capteurs baissera parce que les producteurs trouveront de nouveaux procédés de fabrication ou de nouveaux types de capteurs (p.ex., capteurs entièrement en plastique).
- La rentabilité des systèmes solaires va s'améliorer grâce au développement d'installations de stockage à long terme de la chaleur sur une base thermo-chimique.

D'après les estimations de BSW, les prix nets en Allemagne pourraient chuter d'au moins 40 % d'ici à 2030. Une première réduction de 10 % est annoncée pour 2015. Ensuite, les prix resteront provisoirement constants. Cela s'explique par le fait que les installations de stockage thermochimique seront assez chères au début. Entre 2020 et 2030, BSW prévoit que les prix baisseront encore, permettant de réaliser d'importantes économies. Il prédit une baisse de 60 % sur les capteurs (fabrication, commercialisation, marge de l'installateur), de 30 % sur les accumulateurs et de 35 % sur les frais de montage. En Suisse, il n'existe aucune étude prospective qui permettrait d'identifier les réductions de coûts potentielles.

### Distribution

En Suisse, la distribution des capteurs plans et des capteurs à tubes sous vide s'effectue principalement par le canal des installateurs eux-mêmes (cf. Fig. 11). Pour les capteurs plans, les surfaces commerciales jouent également un rôle, tandis que pour les capteurs à tubes, environ 20 % ont été acquis par le maître d'ouvrage directement auprès du fabricant. S'agissant du principal canal de distribution, les installateurs, on peut se fier aujourd'hui à des entreprises spécialisées dans le solaire appartenant à la branche des installateurs du bâtiment. Mais il existe encore de très nombreux installateurs occasionnels, qui, jusqu'à maintenant, n'adoptaient qu'une attitude passive face à la clientèle et ne posaient que quelques installations par année.

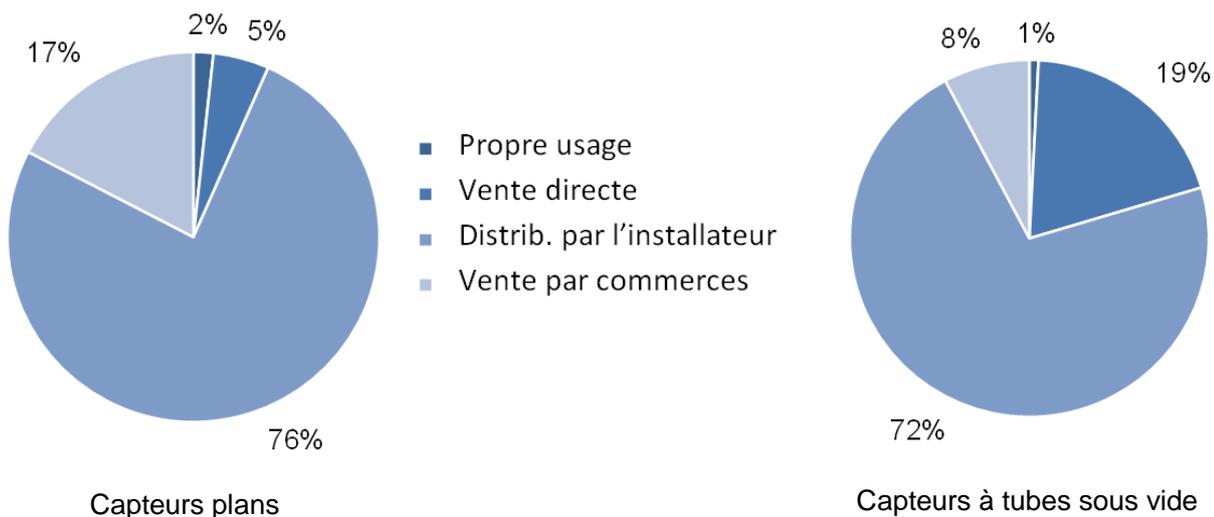


Fig. 11 Canaux de distribution des capteurs plans et des capteurs à tubes sous vide installés en Suisse entre 2001 et 2011 (OFEN / Swissolar 2002–2012)

## Structure de la branche

La figure ci-après donne une vue synoptique des entreprises actives de la branche, structurées selon la chaîne de création de valeur.

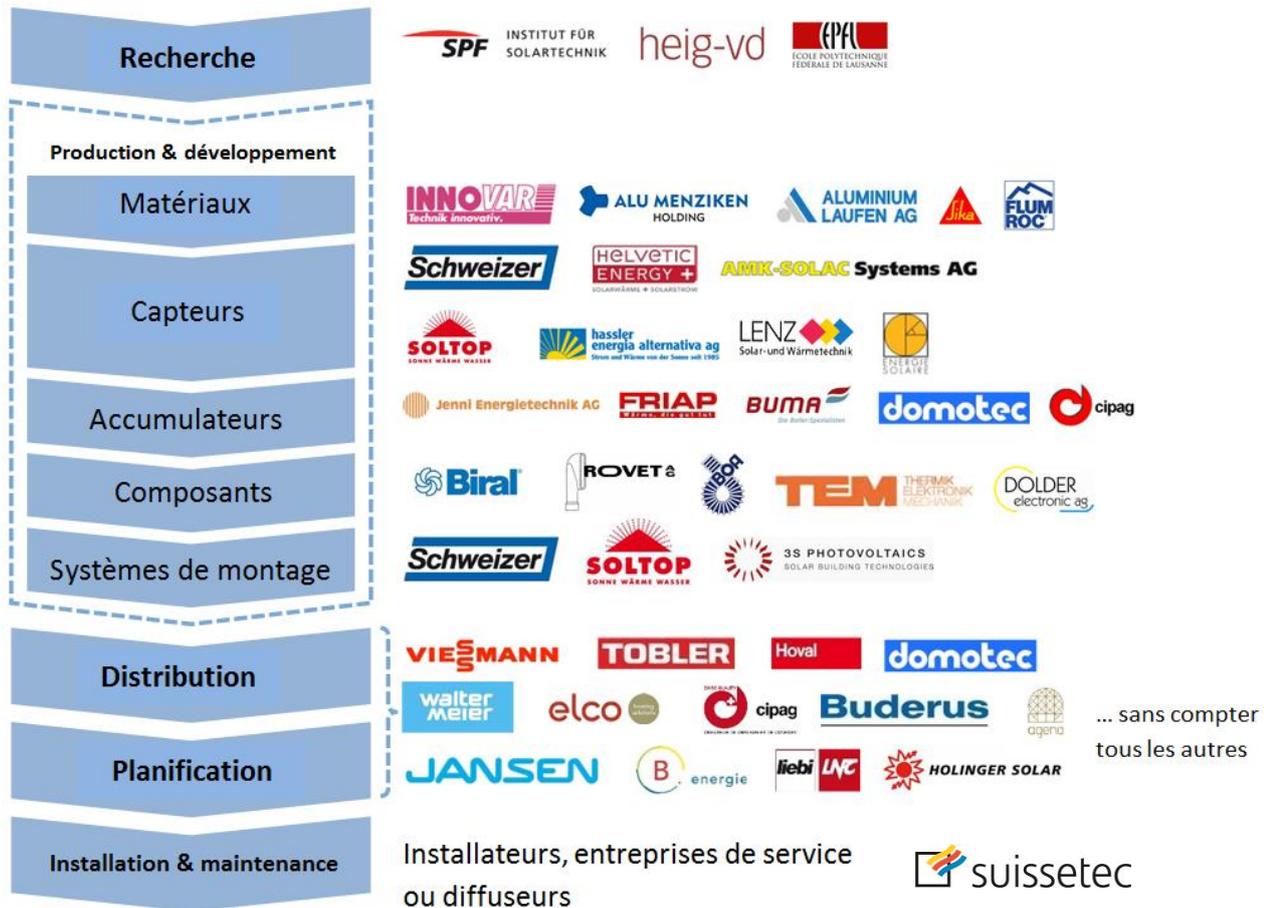


Fig. 12 Vue synoptique des entreprises de la branche solaire en Suisse (sans garantie d'exhaustivité)

Tout au long de la chaîne de création de valeur, les entreprises suisses jouent un rôle important (cf. Fig. 12). Au niveau de la recherche, l'Institut de technique solaire (SPF) de Rapperswil est le centre national de compétences par excellence. C'est de lui que dépend le développement technologique concernant les composants (p.ex. les nouveaux accumulateurs ou capteurs), mais aussi les matériaux et l'intégration des installations. Il fournit notamment des prestations de recherche et d'appui aux industries. La Suisse dispose aussi, depuis plus de 30 ans, d'un laboratoire de contrôle indépendant, considéré comme pionnier à l'échelle mondiale, faisant partie d'un réseau international de laboratoires spécialisés dans la normalisation et la certification. La branche est donc à même, non seulement de faire tester ses produits, mais encore de les faire certifier au niveau international. Et ce qui doit aussi être signalé, c'est que cette structure de test et d'homologation permet même à des PME de faire de la recherche et du développement au plus haut niveau.

Les deux plus grands producteurs suisses de capteurs distribués sur le marché local sont les entreprises Ernst Schweizer et Soltop. La première distribue aussi ses capteurs à l'étranger. Depuis quatre ans environ, l'importation de produits étrangers prend de l'ampleur, notamment grâce aux fabricants européens de systèmes de chauffage. Les principaux importateurs de matériels en Suisse sont Helvetic Energy, Buderus, Stiebel Eltron, Elco, Walter Meier et Viessmann. La commercialisation, la planification et l'installation de systèmes solaires sont l'affaire d'entreprises actives dans la branche des installateurs du bâtiment (notam-

ment chauffage, ferblanterie et sanitaire), d'entreprises spécialisées dans le solaire ou de fabricants eux-mêmes.

La Suisse peut s'auto-provisionner en capteurs plans (cf. Fig. 13). En 2011, presque la moitié des surfaces de capteurs vendues en Suisse provenaient de l'importation. Inversement, 45 % de la production suisse partaient à l'étranger. Entre 2006 et 2008, les ventes à l'exportation avaient fortement augmenté. Depuis lors, elles sont en baisse. Dans le sens inverse, les importations avaient beaucoup augmenté, surtout au cours des années 2008 et 2009.

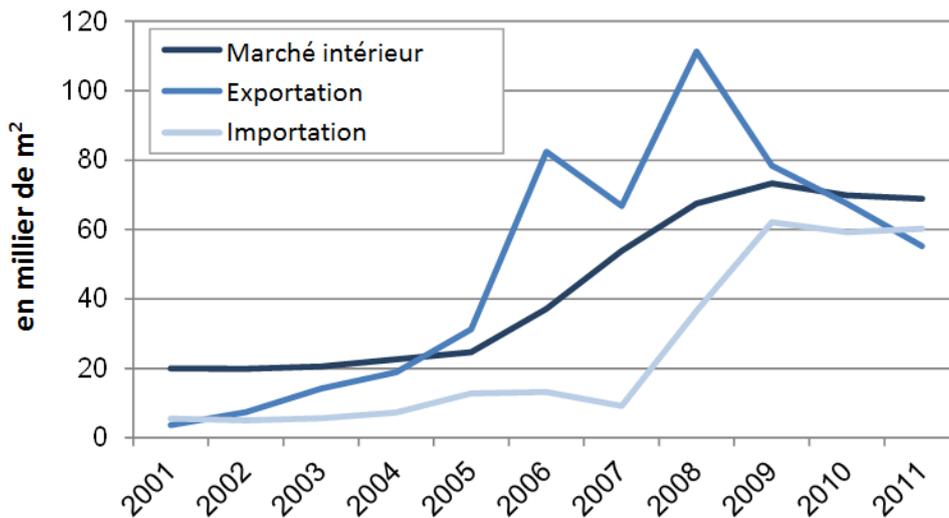


Fig. 13 Vue d'ensemble de la provenance des capteurs plans vendus en Suisse

## 2.3 Offres de la concurrence

D'autres systèmes de chauffage font concurrence ou sont complémentaires au solaire.

### Produits

Les principales alternatives à la chaleur solaire pour le chauffage, sont les chaudières à mazout, à gaz et au bois, ainsi que les chauffages électriques à résistance et les pompes à chaleur. Aujourd'hui en Suisse, ce sont les chaudières à énergies fossiles qui dominent le marché pour les bâtiments destinés à l'habitation (cf. Fig. 14). Les données saisies par l'Office fédéral de la statistique n'enregistrent que l'agent énergétique principal de chaque bâtiment. De plus, les statistiques ne prennent pas en compte tous les systèmes de remplacement pour le chauffage. Elles indiquent donc un taux de capteurs solaires anormalement bas. En revanche, les données relatives à la vente (OFEN / Swissolar, 2002-2012) prouvent que des capteurs solaires sont utilisés comme compléments au chauffage dans environ 1,5 % des bâtiments.

Dans le domaine de l'eau chaude sanitaire (ECS), on trouve aussi les chauffe-eau électriques (boilers). Mais ils sont de moins en moins répandus, puisqu'il n'est plus autorisé de poser de telles installations comme seule source d'ECS. Dans ce cas également, l'installation a posteriori de capteurs solaires n'est pas enregistrée dans les statistiques. Si l'on revient aux données de vente concernant les installations solaires thermiques, on constate que la part des capteurs solaires dans l'ensemble des installations de production d'ECS est de 5 %.

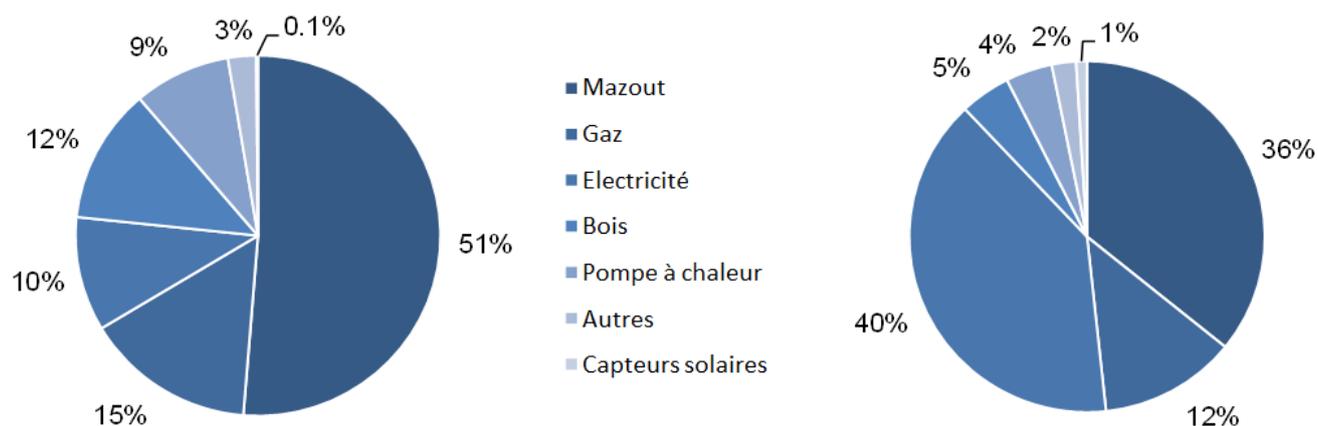


Fig. 14 Répartition des bâtiments d'habitation par agent énergétique: à gauche, pour le chauffage, à droite pour la préparation de l'eau chaude sanitaire (OFS, 2012a)

### Systèmes concurrents

Avec la baisse de prix des modules photovoltaïques, les installations combinées « photovoltaïque + pompe à chaleur » sont de plus en plus utilisées pour produire de la chaleur. Et la politique actuelle de subventionnement contribue encore à soutenir cette tendance. Depuis peu, on trouve, par exemple, sur le marché des sets complets de production d'ECS, composés de modules photovoltaïques, d'un onduleur et d'une pompe à chaleur air-eau avec un accumulateur intégré. La régulation est conçue de manière à ce que la pompe à chaleur se mette en marche quand le soleil brille. Il semble que de tels systèmes conçus pour le chauffage des locaux seront bientôt disponibles. Le Tab. 2 établit une comparaison entre une variante combinant des capteurs solaires thermiques avec une chaudière à bois et une variante basée sur le couplage de panneaux photovoltaïques avec une pompe à chaleur. Les deux variantes sont conçues pour une villa et fournissent la totalité de la chaleur requise. Elles permettent toutes deux d'atteindre le label MINERGIE-A.

	<b>Capteurs solaires avec chaudière à bois</b>	<b>Photovoltaïque couplé à une pompe à chaleur</b>
<b>Rendement du système:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capteurs : de 40 à 60 % environ</li> <li>- Chaudière : 80 à 90 % en fonction du combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photovoltaïque: env. 15 %</li> <li>- Pompe à chaleur : coefficient de performance annuel : env. 2,5 à 4</li> <li>- Rendement global pour la production de chaleur : 38 à 60 % environ</li> </ul>
<b>Caractéristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système convient autant pour les constructions neuves que pour les rénovations.</li> <li>- Le bois est disponible régionalement (plus-value régionale).</li> <li>- Les capteurs solaires soulagent la chaudière à bois en été, lorsqu'elle fonctionne par intermittence.</li> <li>- Le solaire réduit les frais pour le combustible.</li> <li>- La chaleur est stockable pendant quelques jours ; le surplus de chaleur est perdu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'électricité en excédent peut être injectée dans le réseau électrique.</li> <li>- Le photovoltaïque réduit la facture d'électricité.</li> <li>- Les modules photovoltaïques sont moins lourds sur la toiture.</li> <li>- Une pompe à chaleur peut être bruyante.</li> <li>- Exploitation efficace dans des bâtiments à très faibles besoins de chaleur (surtout nouvelles constructions).</li> <li>- Sollicitation supplémentaire des réseaux électriques et augmentation des besoins de stockage de l'électricité.</li> </ul>

<b>Subventionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moyenne de 2011 sur tous les cantons: Capteurs solaires : 2,8 ct./kWh de chaleur.</li> <li>- Chaudières à bois (&lt; 70 kW,) : 0,6 ct./kWh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 33,2 à 39,4 ct./kWh d'électricité (via la RPC, installations &lt; 10 kW<sub>p</sub>)</li> <li>- Avec taux de conversion: 8 à 16 ct./kWh de chaleur<sup>2</sup></li> </ul>
-------------------------	--	--

*Tab. 2: Comparaison entre deux systèmes d'exploitation de l'énergie solaire pour la production de chaleur d'une villa (sources: Capteurs solaires et chauffages au bois: OFEN / infras, 2012; subventionnement du photovoltaïque: rétribution de l'injection à prix coûtant pour les petites installations, février 2013)*

Le rendement des capteurs solaires se situe entre 40 et 60 %. Les capteurs peuvent être associés avec n'importe quelle autre source de chaleur. Ils conviennent donc parfaitement pour l'assainissement énergétique des bâtiments existants. S'agissant des nouvelles constructions, les milieux qui défendent le standard MINERGIE proposent de combiner la chaleur d'origine solaire avec un chauffage au bois. Pour toutes les constellations proposées, l'énergie solaire permet de réduire la durée d'exploitation du générateur de chaleur primaire, et donc aussi les coûts y afférents. Le bois est entreposable en quantités presque illimitées, tandis que les systèmes de production de chaleur à partir du soleil ne sont capables de stocker la chaleur que pendant quelques jours. La plupart des cantons subventionnent les chauffages au bois et les capteurs solaires. En 2011, en moyenne sur tous les cantons, les subventions se sont montées à presque 3 ct/kWh de chaleur pour les capteurs solaires, et à 0,6 ct/kWh de chaleur pour les chauffages au bois. Cette contribution à l'investissement est de l'ordre de 10 à 15 % des investissements totaux, et ce pour les deux technologies de chauffage.

La combinaison d'une installation photovoltaïque avec une pompe à chaleur est surtout prescrite pour les nouvelles constructions, dont les besoins en chaleur sont très faibles. Ces bâtiments sont très bien isolés et se contentent d'une température d'entrée relativement basse. Cette caractéristique réduit la différence de température de la pompe à chaleur et permet d'en augmenter l'efficacité. Pour les bâtiments existants mal isolés, il est nécessaire d'obtenir une température d'entrée plus élevée, qui rend une telle combinaison peu efficace, ou même impossible. Aujourd'hui, on voit encore souvent des installations photovoltaïques qui injectent dans le réseau tout le courant solaire produit, sans en utiliser pour les propres besoins d'une habitation. Un des grands avantages de la filière photovoltaïque est qu'en été, l'énergie en surplus peut être injectée dans le réseau. Ces dernières années, le prix des installations a fortement chuté, et continue toujours à baisser. A cela s'ajoute le fait que les panneaux sont plus légers, et plus simples à installer. D'un autre côté, les pompes à chaleur peuvent être bruyantes. Le réseau électrique est très sollicité par les apports d'électricité, ou au contraire par la demande d'électricité de pointe pour alimenter la pompe à chaleur en hiver. Globalement, cela va demander de constituer des installations de stockage d'électricité supplémentaires. C'est ainsi que les coûts du stockage de l'énergie sont simplement externalisés. Si l'on convertit les sommes investies dans la RPC en coûts de production de chaleur, on obtient environ 17 ct/kWh de chaleur pour un coefficient de performance annuel (pompe à chaleur) de 2,5 à 4. Mais la politique de subventionnement des petites installations photovoltaïques va changer en 2014. Au lieu d'être subventionnées au moyen d'une rétribution pour le courant injecté, elles bénéficieront d'une subvention unique à l'investissement de 30 %.

## Rentabilité

La rentabilité de la chaleur solaire et celle d'autres systèmes de production de chaleur sont comparables. Les principaux facteurs qui influencent la rentabilité sont les coûts d'investissement, le prix des agents éner-

<sup>2</sup> Lorsque l'encouragement passe par la rétribution du courant à prix coûtant (RPC), la plus-value écologique du courant d'origine solaire n'appartient plus au propriétaire de la maison.

gétiques et l'efficacité des systèmes. En raison des coûts relativement élevés d'investissement et des difficultés de stockage intersaisonnier, la chaleur solaire se justifie économiquement seulement si les besoins sont importants et constants au cours de l'année, et que les températures demandées sont relativement basses. Il faut donc admettre aujourd'hui que la chaleur d'origine solaire est plus rentable pour la production d'ECS, que pour compléter le chauffage. En raison du facteur d'échelle, les systèmes solaires sont plus rentables et mieux adaptés aux immeubles locatifs qu'aux villas.

Aujourd'hui, l'énergie solaire thermique n'est pas toujours rentable. Cela tient au fait que les coûts d'investissement sont élevés, que le solaire nécessite toujours d'être associé à un second système de chauffage et que les prix des autres agents énergétiques sont encore bas. Cette rentabilité dépendra beaucoup de l'évolution des prix de l'énergie au cours de ces 25 prochaines années. A cela s'ajoutent les coûts externes des différents systèmes, comme leurs impacts sur la santé humaine ou sur l'environnement.

A l'avenir, il est prévisible que les prix des autres agents énergétiques vont augmenter. Dans sa Stratégie énergétique 2050, le Conseil fédéral prévoit d'augmenter la taxe sur le CO<sub>2</sub> prélevée sur les combustibles et d'introduire à moyen terme une taxe sur les énergies. Si les autres agents énergétiques étaient plus chers, la rentabilité des investissements solaires serait meilleure. Il est encore difficile d'estimer l'effet sur la rentabilité du solaire des prochaines installations d'accumulation de chaleur à long terme et des baisses probables des coûts d'investissement.

### **Assainissement énergétique comme « mesure concurrente »**

Les produits qui font directement concurrence à la chaleur solaire sont naturellement les autres moyens de chauffage. Mais il existe aussi une concurrence au niveau des investissements: vaut-il mieux investir dans des capteurs ou dans une installation photovoltaïque, ou encore dans une meilleure isolation du bâtiment? Isoler le bâtiment permet d'augmenter l'efficacité énergétique, de réduire les besoins de chaleur et donc de diminuer la facture énergétique. Si l'on compare les coûts d'investissement par kilowattheure économisé, les installations solaires de production d'eau chaude sanitaire sont les plus performantes – p.ex. les installations de préchauffage de l'ECS dans les immeubles locatifs – offrent des niveaux de coûts comparables à ceux induits par l'assainissement énergétique du bâtiment, voire parfois meilleurs<sup>3</sup>. Par ailleurs, l'installation de capteurs solaires thermiques est souvent indépendante d'autres mesures d'augmentation de l'efficacité énergétique. Comparé aux investissements dans l'assainissement énergétique, le volume d'investissement pour des capteurs solaires est mieux maîtrisable.

## **2.4 Ressources**

### **Stade de développement des technologies**

#### *Capteurs plans avec couverture*

Les capteurs plans avec couverture sont la forme la plus connue et la plus répandue de capteurs solaires. Ils conviennent bien pour la préparation de l'ECS, comme complément au chauffage et pour certains processus industriels (p.ex. le lavage), à condition que les températures demandées ne dépassent pas 80°C. Il est facile de les intégrer en toiture ou en façade, ou de les dresser pour eux-mêmes. Les bons matériels offrent un rendement maximum de 75 à 85 %. Dans des conditions d'exploitation normales, le rendement

---

<sup>3</sup> Calcul effectué selon le Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa) (OFEN & EnFK/infras, 2010).

des capteurs se situe autour de 50 %. Les installations de préparation de l'ECS atteignent un rendement sur l'année de 35 à 40 %. Les verres de couverture présentent un taux de transmission de 90 à 95 % (avec traitement anti-reflet), tandis que le taux d'absorption des absorbeurs avoisine les 95 %, donc s'approche des 100 %. L'objectif des développements en cours est de réduire encore les coûts et d'augmenter la durée de vie des matériels, en utilisant d'autres matériaux, sans rien perdre des propriétés du capteur. Toutefois le gain financier restera modeste, car le prix des capteurs ne représente que 5 % du prix final d'une installation, telle que facturée au client.

### *Capteurs à tubes sous vide*

Les capteurs à tubes sous vide peuvent fonctionner à une température d'exploitation plus élevée (< 140°C) en raison de l'isolation performante qu'offre le vide. Cela rend ces systèmes intéressants pour certains processus industriels demandant une chaleur de plus de 100°C, en plus des utilisations habituelles (préparation de l'ECS et complément au chauffage). Dans ces deux derniers cas, le rendement par unité de surface de toiture est du même ordre de grandeur que pour les capteurs plans. Un autre avantage de ces capteurs (du moins ceux parcourus par le fluide caloporteur) est de pouvoir être posés horizontalement sur des toitures plates. Par contre, ils ne peuvent pas être utilisés comme éléments de couverture, comme c'est le cas pour les capteurs plans. On distingue trois types de capteurs à tubes sous vide: les capteurs parcourus par le fluide caloporteur, les capteurs à tubes à caloduc et les capteurs à tubes de type CPC (tubes Sydney). Ces capteurs sont équipés de réflecteurs qui renvoient la lumière sur l'arrière des tubes. Comparé aux capteurs plans, les capteurs à tubes sont plus sensibles aux dommages dus à la grêle.

### *Capteurs sans couverture*

Comme les capteurs sans couverture ne sont pas protégés, ils présentent des pertes thermiques bien plus importantes que les autres types de capteurs. L'utilisation de tels capteurs est donc réservée à des processus demandant une température assez basse. Certaines piscines chauffent leur eau au moyen de capteurs sans couverture en plastique (p.ex. en éthylène-propylène-diène monomère [EPDM]). Mais des capteurs sans couverture avec absorbeurs en acier inoxydable recouverts d'une couche absorbante sélective peuvent servir à préchauffer l'ECS. Dans les systèmes de chauffage les plus récents, ils sont utilisés comme source d'énergie pour les pompes à chaleur et pour régénérer la chaleur du sous-sol.

### *Capteurs à air*

Dans les capteurs à air, le fluide caloporteur est remplacé par de l'air, ce qui offre des avantages, mais aussi certains inconvénients. Actuellement, de tels systèmes sont connus pour des installations de séchage de foin. Mais ils pourraient aussi constituer une variante à étudier pour la production de chaleur dans les bâtiments et pour la production de chaleur industrielle.

### *Capteurs à tubes sous vide équipés de réflecteurs paraboliques cylindriques, autres capteurs pour la production de chaleur industrielle*

Ces capteurs sont équipés d'un réflecteur de forme parabolique cylindrique qui suit la course du soleil en tournant sur un seul axe. Ils permettent de concentrer la lumière solaire sur un récepteur. Le récepteur est constitué d'un tube absorbeur par lequel transite le fluide caloporteur. Ce tube est lui-même entouré d'un tube en verre pour limiter les déperditions de chaleur. Les températures d'exploitation se situent dans la fourchette entre 120 et 250°C, ou même plus élevées. Ces capteurs à concentration (à réflecteurs parabolo-

liques, à lentille de Fresnel ou autre) conviennent notamment pour produire de la chaleur industrielle à plus de 100°C. Pour cette plage de températures, la recherche et le développement en Suisse s'orientent aussi vers de nouveaux types de capteurs, tels que les capteurs plans à vide poussé.

### Accumulateurs

La technologie de stockage de la chaleur est un facteur-clé pour favoriser la pénétration sur le marché des systèmes de chaleur solaires. Pour l'instant la chaleur est habituellement stockée dans de l'eau. La recherche actuelle vise au développement d'accumulateurs de grande capacité (de 1000 à 10 000 litres), qui seraient construits selon un système flexible permettant de les intégrer dans des bâtiments existants. Par ailleurs, on cherche aussi d'autres supports que l'eau, qui permettraient d'augmenter notablement la capacité de stockage pour un même volume. Pour l'instant, la recherche s'oriente vers des matériaux à changement de phase (PCM) ou à absorption ou adsorption. L'un d'eux est l'accumulateur à glace, basé sur la chaleur libérée au cours des changements de phase. Comme il fonctionne à des températures relativement basses, il permet de stocker une grande quantité de chaleur dans un volume relativement restreint et au moyen d'une installation assez simple à construire.

Pour le stockage de longue durée (y c. le stockage intersaisonnier), on porte l'attention sur le sous-sol, considéré comme réservoir de chaleur, alimenté et exploité, p.ex., par un système de sondes géothermiques. A plus long terme, on met l'espoir dans des accumulateurs thermo-chimiques.

Une dernière possibilité de stocker de la chaleur sur une longue période est de le faire dans les éléments massifs du bâtiment, le plus souvent en béton. Pour ce faire, on utilise les sols, les dalles et les parois dans lesquels on injecte la chaleur en excédent. On peut obtenir de cette façon des taux de couverture de chaleur solaire de l'ordre de 70 à 100 %.

### Capteurs hybrides PVT

Les capteurs hybrides – ou capteurs PVT – sont des capteurs thermiques dont l'absorbeur est constitué de cellules photovoltaïques. Les capteurs PVT sans couverture sont à un stade avancé de développement et ont déjà été montés dans des installations de démonstration.

Actuellement, un projet pilote est en cours à Zurich, qui intègre des capteurs PVT dans une installation de chauffage à pompe à chaleur, basée sur des sondes géothermiques (cf. Fig. 15).

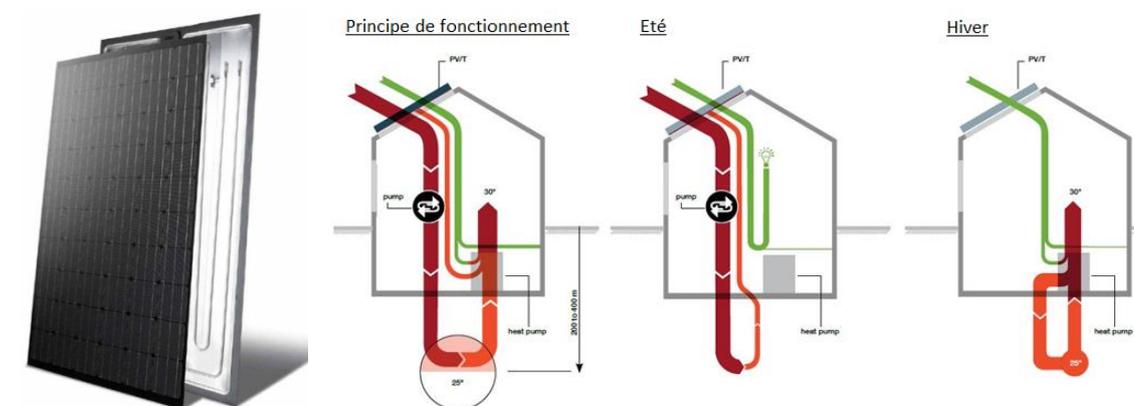


Fig. 15 Les capteurs hybrides permettent de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité. Le surplus de chaleur de l'été est dissipé dans le sous-sol, et est à disposition de la pompe à chaleur en hiver, comme source à température plus élevée que d'habitude. (source: 3S)

## Matériaux

Aujourd'hui, on utilise surtout le cuivre et l'aluminium pour fabriquer des capteurs. Mis à part les restrictions que ces matériaux imposent sur le plan constructif, il faut aussi tenir compte de leur prix croissant sur le marché, et donc être conscient que la part des matériaux ira croissant dans le prix final des capteurs. Le passage à des matériaux plastiques aura non seulement comme avantage de réduire le coût des capteurs – ce qui est un but en soi – mais aussi d'améliorer la flexibilité de mise en œuvre des matériaux et de diminuer le poids des capteurs. Pour atteindre ce but, le chemin est encore long, car aujourd'hui, les matériaux plastiques résistants aux UV et aux températures élevées sont encore fort chers.

L'objectif général est de diminuer à la fois le prix, le volume et le poids de ces capteurs. Toute l'attention des chercheurs se porte sur la mise au point des matériaux de couverture transparents, des matériaux de boîtiers, des matériaux isolants et des matériaux d'absorption qui soient à la fois fonctionnels, légers, peu sensibles et résistants aux chocs.

## Recherche et développement

La recherche appliquée et le développement en matière de capteurs solaires se poursuit selon les trois axes suivants:

- nouveaux matériaux
- capteurs et leurs composants
- installations complètes et intégration de systèmes.

En Suisse, l'organisme de référence pour cette recherche est le centre SPF à la Haute-école spécialisée de Rapperswil, qui étudie la question dans ces trois directions. Les autres centres de compétences pour la recherche sont le Laboratoire d'Energétique Solaire et de Physique du Bâtiment (LESBAT) à Yverdon-les-Bains, le Laboratoire d'Energie Solaire et de Physique du Bâtiment (LESO-PB) à l'EPFL, le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA) à Dübendorf et la Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) à Canobbio.

Depuis 2007, les moyens financiers accordés par la Confédération à la recherche sur les énergies renouvelables sont passés de 40 à 70 millions de francs environ. La part de ce budget attribuée à la chaleur solaire n'est pourtant que de 10 % environ. Les chercheurs suisses reçoivent moins de moyens publics pour leurs travaux que leurs collègues des autres pays européens, tels que le Danemark, l'Allemagne, l'Autriche ou même l'Espagne. Si l'on considère strictement le secteur de la chaleur solaire, nos voisins allemands et autrichiens restent à la pointe de la recherche et du développement, et aussi de la mise en œuvre des technologies.

Aujourd'hui, le marché suisse demande aux instituts de recherche et de développement de trouver des moyens de réduire le prix des produits, de rendre les capteurs parfaitement étanches, de mettre au point des capteurs sans couverture à exploiter avec des pompes à chaleur et d'améliorer les capteurs hybrides de type PVT. Il a aussi besoin de développer et de multiplier les capteurs à concentration pour la production de chaleur industrielle (capteurs à réflecteurs paraboliques cylindriques, à lentille de Fresnel ou de type CPC [compound parabolic concentrator]), ainsi que leurs composants. Pour ce segment de marché, il est capital de développer de nouveaux réflecteurs, récepteurs ou tubes à absorption sélective (sous vide ou à circulation d'air), mais il ne faut pas non plus négliger les recherches sur la durabilité des matériaux tels que l'aluminium, le cuivre, le fer, le verre ou les matières plastiques.

S'agissant du développement des composants, l'intérêt doit être porté sur l'amélioration de l'efficacité des pompes pour les réseaux solaires, les réseaux d'eau industrielle et les réseaux d'eau potable, mais également sur la standardisation et la préfabrication d'installations d'alimentation et de soutirage de chaleur, de manière à en rendre le montage plus facile et meilleur marché.

Quant au développement de systèmes, la priorité doit être accordée à la construction d'installations pilotes et de démonstration pour les immeubles locatifs. Par ailleurs se précise actuellement un champ de recherche et d'activités particulier: l'équipement d'anciens sites industriels transformés en quartiers d'habitation. A moyen terme, la Suisse pourrait faire sa place sur le plan international (mots-clés: réseaux d'énergie, réseaux à basse énergie, réseaux à basse température). Pour la question de l'intégration des capteurs solaires dans l'enveloppe des bâtiments, il sera important de développer des systèmes de montage permettant de simplifier la pose tout en assurant la fiabilité des matériels en cours d'exploitation, le but étant de réduire le coût des installations. Cela émerge aussi au domaine de l'architecture, qui doit permettre de placer côte à côte des panneaux photovoltaïques et des capteurs thermiques.

Dans le domaine des accumulateurs de chaleur, la recherche actuelle se concentre sur le test de nouveaux matériaux capables de retenir une densité d'énergie bien plus importante que l'eau (on parle d'un facteur d'amélioration de 8). Par exemple, l'institut SPF étudie en ce moment un accumulateur de glace, qui permettrait d'obtenir une densité d'énergie bien plus importante que l'eau en profitant de l'énergie dégagée ou absorbée lors du changement de phase entre la glace et l'eau.

La recherche appliquée s'oriente aussi intensément vers des accumulateurs à eau équipés d'une couche isolante à double paroi avec vide interstitiel, permettant de limiter les pertes de chaleur. Les premiers résultats sont encourageants, mais de tels accumulateurs sont encore fort chers, et leur production en série n'est de loin pas prête. La recherche sur les accumulateurs classiques vise à améliorer la stratification des températures et à optimiser le chargement et l'extraction de chaleur.

### **Professionnels du solaire**

Dans la branche de la chaleur solaire, on trouve des spécialistes du conseil, de la planification, de l'installation, de la mise en service ou de la maintenance. En comparaison avec d'autres systèmes de production de chaleur, l'installation de systèmes solaires thermiques est exigeante et requiert du personnel correctement formé. Le processus d'installation comprend le montage des capteurs sur le toit, la pose de toutes les tubulures, l'installation du circuit de captage, la régulation, ainsi que la connexion hydraulique avec l'ensemble du système. Le montage d'une installation requiert donc des capacités professionnelles dans quatre métiers différents: installateur sanitaire, installateur en chauffage, couvreur et ferblantier. Les cours de formation continue dans le domaine des installations solaires requièrent de bonnes connaissances préalables et de l'expérience dans le domaine des installations du bâtiment.

La Suisse manque actuellement de professionnels qualifiés pour planifier et installer des systèmes de production de chaleur solaire. Les professionnels sont surchargés en ce moment en raison de la haute conjoncture que traverse l'industrie du bâtiment. Les techniciens du bâtiment sont donc peu enclins à acquérir des compétences supplémentaires dans le domaine de la chaleur solaire, ni à motiver de nouveaux clients pour s'équiper de capteurs solaires. Par ailleurs, les partenaires interviewés soulignent qu'il est de toute façon difficile de motiver les jeunes à se former dans des métiers manuels. Les entreprises de la branche du solaire estiment que le nombre de ventilation contrôlée de l'habitat va aller en augmentant et que le taux de rénovation des immeubles va aller croissant, sous l'impulsion des forces politiques en présence. Si aucune mesure correctrice n'est prise, le manque de professionnels compétents risque de s'aggraver. De son côté,

swisstec, la plus grande association de la technique du bâtiment, se démène pour inciter les jeunes à se former dans cette branche.

Le système actuel de formation propose déjà des opportunités de formation à tous les niveaux (cf. Tableau 3). On observe notamment que les niveaux secondaire II et tertiaire B offrent de nombreuses formations de base ou de perfectionnement dans les secteurs formels et informels. De leur côté, les producteurs de matériels organisent des cours d'une journée pour introduire les professionnels à la planification de leurs installations. On ne constate donc pas de lacune importante dans le système actuel de formation (OFEN, 2010). Pourtant, cette offre n'est pas suffisamment exploitée.

	<b>Formations institutionnelles</b>	<b>Autres formations</b>
<b>Tert. A</b>	<b>Hautes écoles spécialisées</b> - Master Environmental Engineering - MAS en ingénierie énergétique - Bachelor en technique du bâtiment - Bachelor en énergies renouvelables et technique environnementale - Bachelor en ingénierie environnementale, spécialisation en énergies renouvelables - CAS Energies renouvelables - CAS Conseil en énergie - CAS Solaire thermique	
	<b>Examens professionnels supérieurs</b> - Maître sanitaire - Maître chauffagiste - Projeteur en sanitaire - Maître ferblantier <b>Enseignement professionnel supérieur</b> - 3 <sup>e</sup> cycle d'école supérieure Construction, énergie, environnement - Technicien supérieur Energie & environnement <b>Examens professionnels</b> - Contremaître sanitaire - Contremaître en chauffage - Spécialiste en systèmes de chauffage - Contremaître polybat - Contremaître en ferblanterie - Conseiller énergétique du bâtiment - Chef de projet en montage solaire (planification)	<b>Cours sanctionnés par un certificat</b> - Planification du solaire thermique (Swissolar pour concepteurs) - Solarteur - Technicien solaire  <b>Cours d'un jour organisés par les entreprises</b> - Planification
<b>Sec. II</b>	<b>Niveau de l'apprentissage</b> - Polybâtitseur - Installateur sanitaire - Installateur en chauffage - Projeteur en technique du bâtiment chauffage - Projeteur en technique du bâtiment sanitaire - Ferblantier	<b>Divers prestataires de cours</b> - Conseiller solaire Swissolar - Solaire thermique (Swissolar, cours de base) - Cours solaire pour polybâtitseurs - Conseiller solaire WWF (en voie de remaniement)  <b>Cours d'un jour organisés par les entreprises</b> - Montage - Installation - Conseil & vente

Tableau 3: Vue synoptique des offres de formations comprenant le solaire thermique (OFEN, 2012b)

## 2.5 Conditions générales

### Prix de l'énergie

Les coûts de la chaleur produite par d'autres systèmes concurrents sont un facteur prépondérant pour le succès de la chaleur solaire. La rentabilité du solaire augmente si le prix du mazout, du gaz, du bois ou de l'électricité prennent l'ascenseur. En effet, le solaire n'a pas besoin de combustible.

Les prix des combustibles indiqués ci-dessous comprennent la taxe sur le CO<sub>2</sub> qui représente 1 centime par kWh pour le mazout. L'impôt sur les huiles minérales n'a pratiquement aucun effet sur le prix des combustibles.

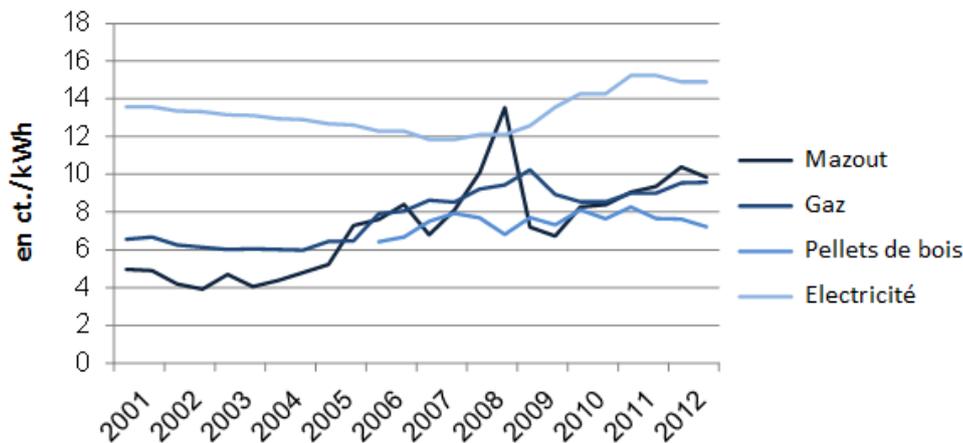


Fig. 16 Evolution des prix du mazout, du gaz, des pellets de bois et de l'électricité (prix moyens, indice des prix à la consommation, OFEN, 2012b)

La figure 16 illustre l'évolution des prix du mazout, du gaz, des pellets de bois et de l'électricité depuis 2001. Les prix du mazout et du gaz ont augmenté depuis 2001. En 2008, les prix du mazout sont montés en flèche pour atteindre pendant une courte période presque 14 ct./kWh.

L'évolution future de ce prix dépend de multiples facteurs, tels que la situation politique internationale, les taux d'extraction de pétrole brut, l'évolution de la demande, le cours des changes, etc. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) anticipe une augmentation de 35 % environ du prix du pétrole importé à l'horizon 2035, si la politique de l'énergie se poursuit selon la même tendance qu'aujourd'hui.

En Suisse, il est très probable que les prix augmenteront à partir de 2014, suite à l'augmentation de la taxe sur le CO<sub>2</sub>. En effet, si les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ne sont pas atteints, la taxe sera majorée. Pour le long terme, le Conseil fédéral penche pour l'introduction d'une réforme fiscale écologique comme instrument d'incitation.

### Prescriptions

En Suisse, les prescriptions en matière de construction sont de la compétence des cantons. Ces dernières années, elles se sont rejointes en grande partie, suite aux efforts entrepris par les cantons pour élaborer un modèle de prescriptions harmonisées dans le domaine de l'énergie.

S'agissant de la chaleur solaire, l'article 1.20 du Modèle de prescriptions énergétiques actuel (MoPEC) joue le rôle principal. Il prescrit, pour les nouvelles constructions ou les agrandissements de bâtiments existants,

que les besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS ne peuvent être couverts par des énergies non renouvelables qu'à concurrence de 80 % au maximum. Il est possible de respecter cette clause soit en améliorant l'isolation du bâtiment, soit en recourant partiellement aux énergies renouvelables. Une des solutions standards pour ce faire est d'installer des capteurs solaires thermiques. Ainsi, à elle seule, cette prescription est un puissant facteur incitatif pour s'équiper d'une installation solaire thermique. Elle a été reprise au début des années 2000 dans les législations sur l'énergie de la plupart des cantons, et est donc d'application dans presque tout le pays (OFEN, 2012a).

Certains cantons ont modifié ces exigences ou en ont ajouté d'autres<sup>4</sup>:

- Dans le canton de Bâle-Campagne, la production d'ECS doit se faire au moins à 50 % à partir d'énergies renouvelables pour 50 % pour tout nouveau bâtiment et dans le cas de l'assainissement global du système central de production. Des dérogations sont possibles dans des cas particuliers.
- Dans le canton de Bâle-Ville, les mêmes prescriptions s'appliquent. Elles ont même été étendues au cas du remplacement de la chaudière. Lorsqu'elle a été introduite, en 2010, cette règle a soulevé un tollé. Depuis lors, les esprits se sont calmés et la mesure a été appliquée sans difficulté.
- Dans le canton de Berne, la production d'ECS dans les nouveaux bâtiments doit se faire pour 50 % à partir d'énergies renouvelables. Lors du calcul de la part maximale d'énergies non renouvelables autorisée, cette production d'énergie renouvelable est imputée.
- Dans le canton de Genève, la production d'ECS dans les nouveaux bâtiments doit se faire pour 30 % au moins à partir d'énergie solaire. Cette règle s'applique aussi à la rénovation intégrale des toitures. Des dérogations sont accordées pour les bâtiments chauffés au bois ou au moyen d'une pompe à chaleur efficace. En raison du risque de freiner par cette mesure la rénovation des toitures, le canton continue d'accorder des subventions pour cette opération, et ce, malgré l'obligation légale.
- Dans le canton de Neuchâtel, et depuis 2013, une exigence supplémentaire s'applique aux nouvelles constructions. Au moins 50 % de l'ECS doit provenir de l'énergie solaire (ou une quantité équivalente d'énergie doit être produite par une installation photovoltaïque). La chaleur solaire n'est pas comptabilisée dans la quote-part obligatoire d'énergies renouvelables. De plus, lors du remplacement d'un chauffe-eau, l'installateur est tenu d'offrir au client au moins une variante basée sur des capteurs solaires.
- Dans le canton de Vaud, depuis 2006, une exigence supplémentaire a été posée pour la production d'ECS dans les nouveaux bâtiments. Au moins 30 % des besoins doivent être couverts par l'énergie solaire, le bois ou la chaleur produite à partir de déchets. Dans les bâtiments chauffés au moyen d'une pompe à chaleur, cette part peut aussi être couverte par de l'énergie photovoltaïque. La limite a été fixée à 30 %, afin d'améliorer la rentabilité des installations dans les immeubles locatifs. Dans les villas ou maisons familiales, ce taux est en général plus élevé dans la réalité.

Le Modèle 2014 de prescriptions énergétique des cantons est actuellement soumis à révision. A l'avenir, les nouveaux bâtiments devront être autosuffisants pour la production de chaleur. Pour les bâtiments existants, il s'agira d'accélérer la transition vers les énergies renouvelables. Il est notamment prévu d'introduire l'obligation d'assainir les chauffe-eau électriques dans un délai de 10 ans. D'autres prescriptions concrètes pourraient concerner les bâtiments existants, mais elles n'ont pas encore été définies avec suffisamment de clarté.

---

<sup>4</sup> La liste n'est pas exhaustive et n'entre pas dans tous les détails des prescriptions de chaque canton.

Mais les facteurs favorisant la percée du solaire sur le marché sont aussi fonction des exigences posées aux autres systèmes de chauffage, comme la promulgation de seuils d'émissions pour les chauffages à bois, le durcissement des exigences pour les citernes à mazout enterrés dans les jardins, ou encore l'interdiction des boilers électriques et des chauffages électriques à résistance, introduite dans de nombreux cantons.

Les multiples prescriptions légales de l'Union européenne (UE) auront des répercussions sur la Suisse, ne serait-ce que sur le plan technique. Citons, par exemple, la question des labels (labels Eco, Solar Keymark pour les systèmes, signe CE, etc.), ainsi que les directives pour les bâtiments ou les compresseurs.

### **Procédure d'autorisation**

Les procédures d'autorisation ou de permis de construire restent aujourd'hui un obstacle qui freine la réalisation d'installations solaires thermiques. En effet, elles induisent des frais administratifs supplémentaires, peuvent retarder la réalisation du projet de construction, et risquent même de semer le doute dans l'esprit du maître d'ouvrage quant à la faisabilité d'une telle installation.

Dans certains cantons, c'est l'administration cantonale qui octroie les permis ou autorisations; dans d'autres, c'est la commune. Les procédures sont encore très variables d'un canton ou d'une commune à l'autre. Certaines communes ont supprimé l'autorisation, pour peu que l'installation respecte certaines directives. Dans d'autres, il est possible de se passer de l'enquête publique si les voisins ont donné leur accord par écrit. Dans d'autres communes au contraire, aucune simplification de procédure n'est accordée (WWF / infras, 2008).

Une prescription à ce sujet a été introduite au niveau national en 2008 dans la loi fédérale sur l'aménagement du territoire: les installations solaires soigneusement intégrées aux toits et aux façades sont autorisées dès lors qu'elles ne portent atteinte à aucun bien culturel ni à aucun site naturel d'importance cantonale ou nationale. L'expression « soigneusement intégrées » laisse une grande marge de manœuvre aux autorités et est sujette à des interprétations différentes en fonction des acteurs qui l'utilisent. Dans la LAT révisée, qui entrera en vigueur en 2014, il est stipulé que les installations solaires « suffisamment bien intégrées » pourront être réalisées sans permis de construire. Par contre, il faudra obtenir un permis pour poser une telle installation sur des monuments historiques d'importance nationale ou cantonale. Mis à part ce cas particulier, la priorité sera dorénavant accordée à l'utilisation de l'énergie solaire, qui prime sur les critères esthétiques. Ainsi, la procédure d'autorisation sera simplifiée et uniformisée à l'échelle de la Suisse entière.

### **Information et conseils**

De nombreux propriétaires de bâtiments ne sont pas au courant des données concernant les installations solaires (faisabilité, fiabilité, rentabilité, etc.). Aucune étude récente n'est disponible sur cette question. Des enquêtes plus anciennes avaient cependant démontré que les propriétaires ignorent tout des coûts, des taux de couverture et des durées de vie des installations solaires (OFEN, 2002). Lors d'une enquête en ville de Zurich, de nombreux maîtres d'ouvrage ont prétendu que les installations solaires n'étaient pas rentables, alors qu'ils n'avaient jamais entrepris aucun calcul à ce sujet. Ils ne connaissaient pas non plus les subventions disponibles à l'époque, et estimaient les difficultés trop élevées pour obtenir une autorisation, alors même que la ville avait supprimé l'autorisation pour les installations solaires d'une surface < 35 m<sup>2</sup> (econcept, 2007).

Être bien informé et bien conseillé est une condition importante pour décider de s'équiper d'une installation solaire. De nombreux canaux peuvent être utilisés pour diffuser l'information. Pensons aux contributions

dans les médias, aux manifestations, aux courriels, aux flyers imprimés et aux systèmes de diffusion en ligne. L'utilisation des contributions directes d'encouragement dépend aussi d'une bonne diffusion de l'information et d'un bon accompagnement. L'information et le conseil complètent les subventions et en augmentent l'efficacité.

De très nombreux acteurs offrent de l'information et du conseil, notamment Swissolar, le Programme SuisseEnergie, les cantons, les communes, les distributeurs d'énergie et les représentants de la branche.

### **Subventions directes**

Des contributions financières pour la pose de capteurs solaires contribuent à améliorer la rentabilité de l'installation, au bénéfice du propriétaire. Le fait que les pouvoirs publics attribuent des moyens financiers accroît la confiance des investisseurs et des instituts de financement (WWF, *infras*, 2008). De plus, le fait qu'ils lient l'attribution des subventions à la bonne qualité du matériel (label Solar Keymark exigé) contribue à élever le niveau de qualité des installations sur le marché.

Ce sont les cantons qui sont responsables de la promotion de la chaleur d'origine solaire dans le domaine du bâtiment. Cependant, la Confédération soutient les programmes cantonaux d'encouragement en leur attribuant des contributions globales. Les cantons font la promotion du solaire thermique déjà depuis de nombreuses années (cf. Fig. 17). En 2009, les montants mis à disposition par la Confédération ont augmenté massivement dans le cadre d'un programme conjoncturel. Dans le même temps, la plupart des cantons ont également élevé leur propre budget d'encouragement. Depuis 2010, les contributions globales de la Confédération sont alimentées par l'affectation partielle des recettes de la taxe sur le CO<sub>2</sub> (art. 10 loi sur le CO<sub>2</sub>) et se situent à un niveau encore plus élevé qu'avant 2009, lorsqu'elles émargeaient encore au budget général de la Confédération. Les subventions cantonales varient d'un canton à l'autre et couvraient en 2012 entre 10 et 30 % des coûts d'investissement. En moyenne sur tous les cantons, ce taux s'établissait à 15 %, indépendamment de la grandeur de l'installation. Pour les grandes installations, la plupart des cantons accordent des taux de subvention diminués. Mais on trouve aussi des cantons qui pratiquent au contraire un taux de subvention qui augmente avec la grandeur de l'installation (calculs indépendants réalisés par Swissolar, 2012).

La promotion du label MINERGIE représente une forme indirecte de subventionnement du solaire thermique, puisqu'une des conditions d'attribution est de couvrir une partie des besoins au moyen d'énergies renouvelables.

### **Déductions fiscales**

En principe, les mesures énergétiques, telles que les installations solaires, sont considérées comme contribuant à augmenter la valeur des bâtiments. Leur coût ne devrait donc pas être déductible du revenu sur le plan national. En réalité, la Confédération admet, dans le calcul de l'impôt fédéral direct, que le coût des mesures énergétiques soit intégralement déductible du revenu, à condition qu'ils contribuent à augmenter la valeur de l'immeuble. La grande majorité des cantons ont repris directement cette règle dans leur législation. Une telle pratique rend les installations solaires plus rentables et favorise donc le recours à l'énergie solaire. Cependant, la mesure ne porte effet que plus d'un an après l'achat de l'installation. De fait, au moment de prendre la décision d'achat, le propriétaire ne fait pas le calcul de soustraire la subvention du montant des investissements.

### Répercussion des frais sur les loyers

Un bailleur n'est guère encouragé à investir dans des capteurs solaires puisque c'est lui qui en porte entièrement la charge financière, et que ce sera le locataire qui bénéficiera seul de la baisse des frais d'exploitation. Mais depuis 2008, le droit du bail prévoit que le recours aux énergies renouvelables peut être considéré comme une prestation supplémentaire du bailleur (art. 14 OBLF). Pratiquement, cela conduit à la situation suivante:

- Si la pose d'une installation solaire est une mesure isolée, les coûts supplémentaires peuvent être intégralement reportés sur les locataires, car ces derniers bénéficient de la baisse des frais accessoires.
- Si, au contraire, l'installation solaire fait partie d'un programme global de rénovation énergétique, seule la partie des coûts ayant véritablement un effet sur l'augmentation de la valeur du bâtiment peut être ainsi comptabilisée. De nombreux investisseurs ne sont pas conscients de cette règle.

### Corrélations

L'évolution des surfaces de capteurs solaires thermiques installés chaque année dépend de nombreux facteurs. La comparaison entre le nombre de capteurs posés, le montant des subventions et le niveau de prix du mazout permet de déduire que ces deux derniers facteurs ont largement contribué à l'essor de la chaleur solaire avant 2008 (cf. Fig. 17). Depuis lors, la surface de capteurs a continué d'augmenter, alors que le prix du mazout baissait mais que les subventions continuaient de croître. Par la suite, cette surface n'a plus augmenté. C'est la preuve que les subventions jouent actuellement encore un rôle majeur dans le développement de la chaleur solaire.

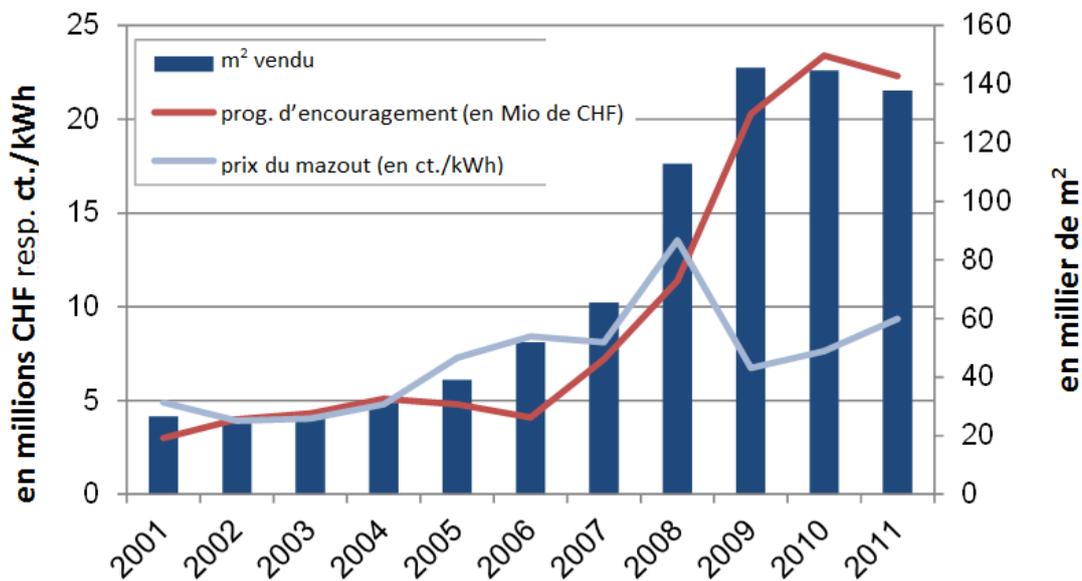


Fig. 17 Evolution des surfaces de capteurs plans et de capteurs à tubes sous vide vendues au cours du temps (OFEN / Swissolar, 2002-2012), en corrélation avec l'évolution des subventions cantonales versées (OFEN / infras, 2005-2012) et l'évolution du prix moyen du mazout (OFS, 2012b)

### 3 Analyses opportunités-risques (analyses SWOT)<sup>5</sup>

Une analyse SWOT étudie les forces, les faiblesses, les opportunités et les risques auxquels la branche du solaire est confrontée. Elle tire les conclusions de l'étude de marché et les synthétise sous la forme d'un positionnement commercial. Elle permet ainsi d'identifier les principaux facteurs internes et externes qui influencent le développement de la branche.

Les facteurs internes sont les forces et les faiblesses et concernent la branche elle-même, tandis que les facteurs externes sont les opportunités et les risques, qui sont des données sur lesquelles la branche n'a guère d'influence.

<p><b>Forces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecologique</li> <li>- Bonne image</li> <li>- Possibilité de stockage pendant quelques jours</li> <li>- Sécurité d'approvisionnement</li> <li>- Permet d'économiser des frais</li> <li>- Stabilité des prix en cours d'exploitation</li> </ul>	<p><b>Faiblesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigences techniques élevées</li> <li>- Rareté des spécialistes et manque d'expérience parmi les fournisseurs potentiels</li> <li>- Faible rentabilité</li> <li>- Capacités de stockage insuffisantes pour le complément au chauffage</li> <li>- Coordination du marché insuffisante</li> </ul>
<p><b>Opportunités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propriétaires de leur propre logement: un segment de marché peu sensible à la question des coûts</li> <li>- Prix de l'énergie à la hausse</li> <li>- Mutation politique en cours</li> <li>- Potentiel énorme</li> <li>- Technologie de stockage</li> </ul>	<p><b>Risques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de motivation des fournisseurs potentiels</li> <li>- Certains segments de clientèle importants sont sensibles à la question des prix</li> <li>- Concurrence du photovoltaïque</li> <li>- Important travail nécessaire pour décrocher une autorisation et des subventions</li> <li>- Information lacunaire des investisseurs et de leurs conseillers</li> <li>- Mutation énergétique en cours principalement orientée sur la question de l'électricité</li> </ul>

Tab. 4: Vue d'ensemble de l'analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des risques de la branche du solaire thermique

#### 3.1 Forces

##### Ecologique

La chaleur d'origine solaire se distingue par sa qualité écologique élevée. Pour le propriétaire de son propre logement, ce critère est parfois déterminant pour le décider à s'équiper de capteurs solaires. En effet, lors de leur exploitation, les capteurs solaires ne génèrent pas de gaz à effet de serre. Ils sont donc compatibles avec la protection du climat. Comme ils n'émettent pas de CO<sub>2</sub> ni de poussières fines, ils contribuent au maintien d'une bonne qualité de l'air.

<sup>5</sup> SWOT = Strengths Weakness Opportunities Threats

## **Bonne image**

L'énergie solaire bénéficie d'une excellente image dans le public. Les gens associent volontiers le soleil à la notion d'indépendance, ce qui les rassure. Une telle image joue un rôle certain dans les comportements d'achats et les choix d'équipements. Un avantage des capteurs solaires est qu'ils se voient de partout, et que le propriétaire peut donc afficher publiquement son engagement.

## **Possibilité de stockage pendant quelques jours**

Les systèmes solaires thermiques sont capables de stocker l'énergie solaire pendant un certain temps, sous forme de chaleur. Les chaudières à mazout, à gaz ou à bois peuvent aussi offrir une telle flexibilité de mise en œuvre. Cet avantage est surtout important si on le compare à l'absence de flexibilité des installations photovoltaïques, qui sont contraintes de valoriser le courant produit de manière instantanée. Cet argument doit être avancé avec force dans le débat politique autour des questions d'encouragement du solaire thermique par les pouvoirs publics.

## **Sécurité d'approvisionnement**

Un autre avantage du solaire thermique est de garantir l'approvisionnement en chaleur, puisque l'énergie solaire ne se raréfie pas et peut être utilisée directement. Les propriétaires de bâtiments ont la possibilité de s'affranchir partiellement de leur dépendance par rapport aux biens importés et se prémunissent aussi contre les augmentations du prix des combustibles. Le mazout et le gaz, dont les gisements utilisables vont en se raréfiant, et qui dépendent parfois de l'évolution politique dans les pays producteurs, peuvent être confrontés à des problèmes à l'importation et subir des augmentations de prix. Les pompes à chaleur, quant à elles, dépendent de la production de courant électrique. Leur utilisation pourrait perturber les réseaux de distribution et surcharger les installations de pompage-turbinage.

## **Permet d'économiser des frais**

Si l'on compare les prix suisses avec les prix dans les régions étrangères limitrophes de la Suisse, on s'aperçoit que de grandes économies pourraient encore être réalisées. Il est donc possible de pallier cette faiblesse due au manque de rentabilité grevant de nombreuses applications du solaire thermique.

## **Stabilité des prix en cours d'exploitation**

Le prix de revient des installations solaires thermiques est principalement constitué des coûts d'investissement. Les frais d'exploitation, sur une durée de vie de 25 ans, ne concernent que la maintenance et l'électricité nécessaire pour les pompes. Ils sont donc peu élevés et stables au cours du temps, contrairement à ceux générés par les chaudières à mazout, à gaz ou à bois, qui fluctueront fortement au cours des décennies à venir, en fonction du prix des combustibles.

## 3.2 Faiblesses

### Exigences techniques élevées

Aujourd'hui, les installations solaires thermiques ne sont pas encore capables de couvrir tous les besoins des habitations. Le plus souvent, elles peuvent servir à la préparation de l'eau chaude sanitaire et parfois compléter le chauffage des locaux. Une autre source de chaleur est nécessaire pour couvrir les besoins restants. Les solutions combinées ne sont parfois pas encore complètement abouties. Vu leur complexité, elles demandent de la part de l'installateur un soin particulier au niveau de la planification, de la pose et de la régulation des installations, ce qui tend à réduire la rentabilité du solaire thermique.

### Rareté des spécialistes et manque d'expérience parmi les fournisseurs potentiels

Il est vrai qu'aujourd'hui, le nombre d'installateurs fiables qui planifient et posent des systèmes solaires thermiques est important. Mais une majorité d'investisseurs, d'architectes, de concepteurs et d'installateurs qui agissent dans ce milieu professionnel ne disposent pas encore du savoir-faire nécessaire pour construire de telles installations.

### Faible rentabilité

De nombreuses applications dans le domaine du solaire thermique offrent encore aujourd'hui une rentabilité moins bonne que d'autres systèmes d'approvisionnement en chaleur. Les principaux facteurs qui grèvent leur rentabilité sont les suivants:

- Nécessité de recourir à une seconde source de chaleur
- Prix relativement élevé des composants et du travail de pose (en comparaison internationale)
- Difficulté à valoriser les excédents de chaleur
- Exigences élevées sur le plan de l'esthétique
- Parfois, procédure d'octroi d'autorisation longue et compliquée
- Bas prix de l'énergie pour les autres systèmes de production de chaleur

Les investisseurs institutionnels portent une plus grande attention au critère de rentabilité que les propriétaires de maisons individuelles.

### Capacités de stockage insuffisantes pour le complément au chauffage

La plupart des installations solaires thermiques actuelles ne peuvent conserver l'énergie collectée que pendant un court laps de temps en raison des capacités limitées des accumulateurs. Conserver la chaleur dans de l'eau requiert aujourd'hui d'énormes volumes de stockage, ce qui réserve cette solution éventuelle aux seuls nouveaux bâtiments. De plus, une telle solution ne se justifie pas sur le plan de la rentabilité.

### Coordination du marché insuffisante

Les installateurs du bâtiment doivent posséder de nombreuses qualifications pour poser des capteurs solaires, qui représentent parfois un véritable défi pour eux. Une telle installation ne sera vraiment efficace que

si ce sont des spécialistes qui s'occupent des différents volets du montage. Ainsi, il est rare que le couvreur ait les compétences nécessaires à la cave, et que le technicien en chauffage soit habile pour les travaux en toiture. Il est encore trop rare de voir les entreprises coopérer pour ces travaux, et trop rare aussi de trouver des entreprises qui réunissent toutes les compétences professionnelles sous un même toit.

### 3.3 Opportunités

#### **Propriétaires de leur propre logement: un segment de marché peu sensible à la question des coûts**

Lorsqu'il s'agit de prendre des décisions de construction sur la base de critères économiques, les propriétaires de leur propre maison sont moins vigilants que les autres investisseurs. Cette observation s'applique aussi aux installations solaires thermiques. Ces propriétaires privés décident souvent de s'équiper en solaire thermique, non pour des raisons de rentabilité, mais pour affirmer leur engagement écologique et pour ne pas dépendre du marché de l'énergie.

#### **Prix de l'énergie à la hausse**

Il est fort probable que les prix du mazout, du gaz, du charbon et de l'électricité vont prendre l'ascenseur, répondant ainsi à la forte croissance de la demande en énergie au niveau mondial et à la raréfaction des ressources exploitables à un coût raisonnable. Ce facteur pourrait grever les agents énergétiques concurrents et rendre le solaire thermique plus attractif en comparaison. Toutefois cette hypothèse est liée à de nombreuses incertitudes. L'augmentation des prix a permis, en effet, de développer de nouvelles méthodes d'extraction, qui sont devenues rentables. Ainsi, aux Etats-Unis, l'extraction de pétrole, mais surtout de gaz a de nouveau augmenté, ce qui a modifié les conditions du marché mondial.

#### **Mutation politique en cours**

Le Conseil fédéral, dans sa nouvelle politique énergétique, vise à abandonner la filière nucléaire et à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, ce qui va favoriser l'avènement du solaire thermique. Il veut taxer plus les combustibles fossiles et encourager davantage les énergies renouvelables. Développer le recours à la chaleur d'origine solaire est une mesure typique permettant d'accroître l'efficacité, puisqu'elle permet de remplacer des agents énergétiques fossiles.

#### **Potentiel énorme**

Actuellement, le potentiel encore inexploité du solaire thermique est gigantesque. D'autres agents énergétiques, que l'on considère aussi comme écologiques, disposent d'une marge de développement bien moindre (exploitation de la chaleur résiduelle, bois-énergie).

#### **Technologie de stockage**

S'il était possible de disposer d'accumulateurs plus efficaces, permettant de stocker de la chaleur sur une longue durée, le solaire thermique pourrait trouver de nombreuses autres applications. Il serait notamment capable de fournir une contribution bien plus importante pour le chauffage des locaux. Les recherches

s'orientent principalement sur le stockage de chaleur dans le sol, au moyen de champs de sondes géothermiques (cf. également chap. 2.4).

## 3.4 Risques

### Peu de motivation des fournisseurs potentiels

Depuis quelques années, la branche du bâtiment se porte très bien. Le taux d'occupation des fournisseurs est élevé, notamment chez les installateurs et les concepteurs d'installations. Cette situation de saturation pousse les fournisseurs à proposer des solutions standards bien rodées, pour économiser du temps, diminuer les coûts et réduire les risques de plaintes pour installations défectueuses. A l'heure actuelle, peu d'avantages économiques sont proposés aux architectes, concepteurs ou installateurs, qui les pousseraient à réaliser des installations solaires thermiques. En effet, leurs marges ne sont pas plus intéressantes que pour des formes plus traditionnelles d'approvisionnement en énergie. Au contraire, le solaire thermique, en raison de son intégration complexe dans un système de chauffage, exige de leur part beaucoup plus de temps de mise en œuvre, d'autant plus s'ils sont inexpérimentés. Dans ce contexte, il ne faut pas sous-estimer le temps nécessaire à se former dans le domaine en suivant des cours de perfectionnement, ainsi que le temps qu'il faut consacrer à faire sa place sur le marché du solaire thermique.

### Certains segments de clientèle importants sont sensibles à la question des prix

En raison de nombreux facteurs de coûts qui renchérissent le solaire thermique, seules quelques applications présentent une rentabilité capable de concurrencer d'autres systèmes. Les clients qui acceptent de payer un surcoût pour s'équiper en solaire thermique sont peu nombreux. Les segments concernés sont les pionniers et les propriétaires de leur propre maison, qui ont la « fibre écologique ». Tous les autres segments de clientèle sont plus sensibles au niveau des prix.

### Concurrence du photovoltaïque

Aujourd'hui, le photovoltaïque représente un concurrent sérieux du solaire thermique sur le plan des investissements. Si un investisseur peut bénéficier de la rétribution à prix coûtant du courant injecté dans le réseau (RPC), il obtient une meilleure rentabilité en choisissant la solution photovoltaïque plutôt que la solution solaire thermique. Les acteurs du marché perçoivent le photovoltaïque comme une technologie plus innovante et plus actuelle. Les médias contribuent à cette impression en multipliant les reportages à ce sujet. En raison de la forte baisse de prix des modules photovoltaïques, cette solution – en combinaison avec une pompe à chaleur – représente même une concurrence directe au solaire thermique pour la production de chaleur.

### Important travail nécessaire pour décrocher une autorisation et des subventions

La procédure à suivre pour l'obtention d'un permis de construire pour une installation solaire thermique varie beaucoup selon les régions. Dans certains cas, les conditions sont si sévères et/ou les procédures si longues que les investisseurs potentiels se découragent. D'autres obstacles de taille sont le manque de transparence dans les multiples sources potentielles de subventionnement, ainsi que la complexité du dossier de demande de subventions, en comparaison du montant de la subvention elle-même. Pourtant ce

risque ira en diminuant, suite à la révision de la loi sur l'aménagement du territoire, qui entrera en vigueur en 2014. Les procédures seront uniformisées et simplifiées à l'échelle de toute la Suisse.

### **Information lacunaire des investisseurs et de leurs conseillers**

De nombreux investisseurs potentiels, et même leurs conseillers (architectes, concepteurs, etc.), manquent encore singulièrement d'informations au sujet du solaire thermique, notamment s'agissant de ses possibilités d'application, de sa rentabilité ou d'autres aspects (tels que la possibilité de reporter les frais d'équipement sur les loyers). Ils manquent aussi d'expérience en la matière.

### **Mutation énergétique en cours principalement orientée sur la question de l'électricité**

L'opinion publique est encore souvent persuadée que le tournant énergétique est une question de production d'électricité, un point c'est tout. Cette opinion est alimentée par les débats politiques et par les contributions des médias, qui focalisent l'attention du public sur les questions du photovoltaïque, des usines de pompage-turbinage et des réseaux de transport et de distribution d'électricité. L'approvisionnement en chaleur, et donc aussi tout le solaire thermique, sont relégués à l'arrière-plan, et même menacés d'être oubliés dans la répartition des deniers publics.

## **3.5 Conclusions**

Le marché de la chaleur solaire est né de l'initiative de pionniers et d'idéalistes, que ce soit au niveau de l'offre ou de celui de la demande. Au cours des dix années passées, l'offre s'est professionnalisée. Il a donc été possible d'acquérir de nouveaux segments de marché du côté de la demande, notamment les propriétaires de leur propre maison ayant une conscience écologique. Cette évolution a été possible grâce à l'*augmentation du prix de l'énergie*, d'une part, mais également, d'autre part, grâce à des conditions générales favorables instituées par la sphère politique: soutien à la recherche technologique, promulgation de prescriptions dans le domaine du bâtiment (nouvelles constructions), programmes de subventionnement, introduction d'une taxe sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Jusqu'à présent, la clientèle-type pour le solaire thermique était représentée par les propriétaires de leur propre maison, qui privilégient l'*engagement écologique* et l'*autonomie (sécurité d'approvisionnement)*, et sont moins sensibles à la question des coûts. Dans le modèle classique de la diffusion des innovations, le solaire thermique se trouve encore au stade dit des « Adeptes précoces » (cf. Fig. 18). Logiquement, le prochain stade de l'évolution du marché devrait être celui de la « Majorité précoce », c'est-à-dire la percée dans un marché de masse. Geoffrey Moore (1991), identifie le plus grand fossé qu'une nouvelle technologie ou une innovation ait à surmonter, justement entre le stade « Adeptes précoces » et le stade « Majorité précoce » (gouffre de Moore). On observe que la diffusion des capteurs solaires thermiques a subi cette loi ces dernières années, puisqu'elle manifeste une stagnation ou même une baisse.

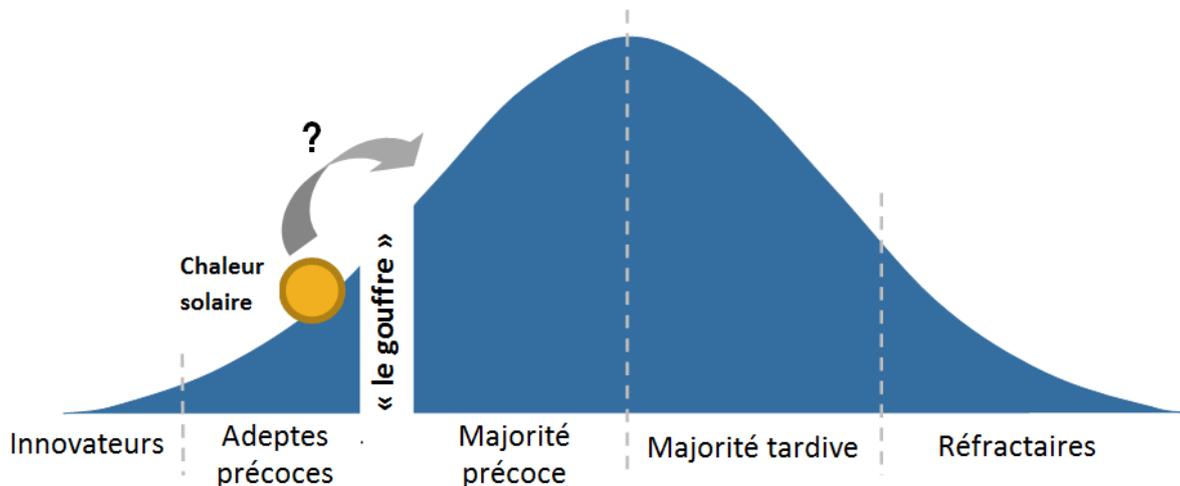


Fig. 18 Modèle de diffusion des technologies (Rogers 1962 et Moore 1991)

Des opportunités significatives se présentent toutefois. Le *potentiel* technique du solaire thermique est très important. Il ne manque pas de surfaces de toits ou de façades. A cela s'ajoute le fait qu'un *tournant énergétique* est en cours, qui pousse la sphère politique et toute la société vers une refonte complète du système de distribution d'énergie en Suisse et vers un recours accru aux énergies renouvelables. Mais la condition de la réussite de cette mutation est que la « Majorité précoce » puisse être intégrée au marché. Or les personnes qui la constituent ont d'autres besoins que les « Adeptes précoces ». Si ces derniers peuvent se contenter de jouir des nouvelles technologies et se satisfaire de leur conscience écologique, les représentants de la « Majorité précoce » exigent des systèmes de chauffage simples, sûrs et d'un prix abordable. Ainsi les obstacles les plus marquants qui empêchent pour le moment de faire le saut vers un marché de masse intéressant la « Majorité précoce » sont: la *complexité* des systèmes d'approvisionnement en chaleur à partir de deux sources (bivalence) et l'*absence de rentabilité*. Au contraire du photovoltaïque, qui a vu ses prix chuter drastiquement ces quelques dernières années, le solaire thermique n'a pas réussi à baisser ses prix finaux, malgré une augmentation des volumes de production en Suisse et à l'étranger. Donc, une des principales forces du solaire thermique, à savoir son *potentiel de réduction des coûts*, n'a pas encore pu être exploité comme il se devrait.

## 4 Orientations stratégiques

Le Masterplan recommande à la branche du solaire thermique de suivre les orientations stratégiques suivantes, qui ont des objectifs clairs, se concentrent sur les segments de clientèle prioritaires pour développer le marché et suivent deux axes de mise en œuvre.

### 4.1 Objectifs de la branche du solaire thermique

En 2012, Swissolar s'était fixé comme objectif d'installer 2 m<sup>2</sup> de capteurs thermiques par habitant d'ici à 2035. Elle avait communiqué cette intention dans le cadre du 1<sup>er</sup> congrès Chaleur solaire Suisse 2012. Cela permettrait de couvrir environ 20 % des besoins de chaleur des ménages. Cet objectif a été revu dans le cadre de l'élaboration du Masterplan, et ce, pour deux raisons. D'une part, ce n'était pas approprié de réduire les besoins de chaleur aux seuls ménages. En effet, on peut escompter que, d'ici 2035, le solaire thermique pourra couvrir les besoins en chaleur d'autres bâtiments (EMS, restaurants, hôpitaux, etc.), et même des entreprises (chaleur industrielle). D'autre part, pour atteindre, d'ici 2035, le seuil de 20 % de couverture des besoins pour les ménages ou même pour tous les utilisateurs confondus, il faudrait que de nouvelles technologies fassent rapidement leur apparition, et que les prix des matériels diminuent fortement.

Swissolar a reformulé son objectif de manière plus réaliste : d'ici 2035, le solaire thermique devra couvrir 10 % des besoins en chaleur de tous les utilisateurs en Suisse, ce qui représente une surface de capteurs installés de 15 millions de m<sup>2</sup>, ou 1,7 m<sup>2</sup>/habitant. Cela correspond à l'objectif intermédiaire de 3 millions de m<sup>2</sup> d'ici 2020. Pour l'atteindre, il faudra multiplier par trois le taux de croissance annuel par rapport à 2011. Par le passé, la branche du solaire a déjà vu des taux de croissance supérieurs à cela. Par exemple, entre 2006 et 2009, la surface de capteurs posés a été multipliée par trois en seulement trois ans.

Besoins de chaleur en 2035, selon la nouvelle politique énergétique (chauffage, ECS et chaleur industrielle)	77 TWh
Rendement annuel des capteurs solaires thermiques (moyenne sur la période 2013-2035, y c. stockage de longue durée)	500 kWh/m <sup>2</sup>
Population 2035	8,8 millions d'habitants
Surface de capteurs posés en 2035	15 mio. de m <sup>2</sup> , soit 1,7 m <sup>2</sup> /hab., Production totale : 7,5 TWh

Tab. 5 Données de base pour qualifier l'objectif de Swissolar (besoins et population)  
(source: OFEN / prognos, 2012)

### 4.2 Segments de marché

Pour atteindre ces objectifs et gagner en efficacité, la branche devra se concentrer sur les segments de marché les plus prometteurs. Les considérations qui suivent identifient les segments de marché potentiels et les classent par ordre de priorité. La segmentation du marché se base, d'une part, sur la partition des groupes de clientèle (cf. p 15) et, d'autre part, sur la structure des différentes applications (cf. p. 16). Ce sont deux critères de différenciation importants. Par exemple, le propriétaire d'une villa n'est pas autant à cheval

sur la rentabilité qu'une entreprise industrielle. De même, il ne faut pas traiter le secteur de la chaleur industrielle de la même manière que celui des installations combinées.

Lors de l'analyse du marché, il est intéressant de distinguer les nouveaux bâtiments des bâtiments subissant un assainissement énergétique. Dans le premier cas, des prescriptions minimales concernant les énergies renouvelables s'appliquent, et la part de l'installation solaire dans l'ensemble des coûts est relativement modeste. Au contraire, dans le cas d'assainissements, l'ampleur des travaux et leurs coûts sont significativement plus importants (carottage, etc.). Nous renonçons toutefois à poursuivre cette différenciation pour faciliter la compréhension du propos. D'ailleurs, l'objectif est tellement ambitieux qu'il ne pourra être atteint que si les bâtiments existants fournissent une contribution majeure.

Champs d'application	Segments de clientèle		
	Propriétaires de villas	Propriétaires d'immeubles locatifs	Entreprises tertiaires et industrielles
Production d'ECS	X	X	X
Installations solaires combinées ECS et complément au chauffage	X	X	X
Chaleur industrielle			X
Réseaux de distribution de chaleur	X	X	X
Refroidissement solaire			X

Tab. 6: Identification des segments de marché (ovales) en croisant les champs d'application avec les catégories de clientèle

L'estimation du taux de succès des différents segments de marché se base sur les critères suivants:

- **Besoins de chaleur 2035:** cette colonne indique quelle est la demande théorique à long terme. Ainsi, en 2035, les besoins de chaleur pour le chauffage des locaux restent bien plus élevés que pour la production d'ECS (cf. aussi les indications sur l'évolution des besoins au chap. 2.1). Ce critère est encore indépendant de l'aptitude de la chaleur solaire à satisfaire les besoins.
- **Degré de maturité des produits et expérience:** cette colonne donne des indications sur la fiabilité des produits et leur maturité commerciale, ainsi que sur les expériences dont disposent les installateurs.
- **Faiblesse de l'écart par rapport au seuil de rentabilité:** pour finir, un critère majeur pour estimer les chances de percer sur le marché dans les différents segments est la faiblesse actuelle de l'écart qui sépare encore le produit de son seuil de rentabilité.

Le tableau qui suit présente l'évaluation des segments de marché à la lumière des trois critères susmentionnés. Plus il y a d'étoiles à la croisée des deux axes du tableau, plus grands sont les besoins de chaleur, plus fiables sont les produits et plus proches de la rentabilité sont les installations.

Segment	Besoins de chaleur du segment en 2035	Fiabilité des produits & expérience des installateurs	Faiblesse de l'écart par rapport au seuil de rentabilité
Villas, ECS	*	***	***
Villas, installations combinées	***	**	*
Locatifs+, ECS	**	**	***
Locatifs+, installations combinées	****	*	*
Chaleur industrielle	***	*	*
Réseaux de distribution de chaleur.	**	*	*
Refroidissement solaire	*		

Tab. 7: *Evaluation des segments de marché*

(Villas = maisons à une famille, Locatifs+ = immeubles locatifs et grandes unités d'habitation [hôtels, EMS, hôtels]) Faibles opportunités (pas d'\*) à excellentes perspectives (4 \*)

C'est dans les trois premiers segments que les produits sont les plus aboutis. On trouve dans toute la Suisse des installateurs expérimentés, capables de monter de telles installations. De plus, les deux segments qui concernent la préparation de l'ECS sont ceux dont le seuil de rentabilité est le plus facilement accessible. Pourtant, le potentiel de développement du domaine de l'ECS est relativement limité, et significativement moins intéressant que celui des installations combinées. Même en 2035, les besoins de chaleur pour le chauffage des locaux seront encore quatre fois plus importants que ceux pour la préparation de l'ECS (scénario nouvelle politique énergétique, OFEN / prognos, 2012). Les installations combinées ont déjà réussi leur percée sur le marché. En moyenne sur les dernières années, on constate qu'un quart des installations équipant les villas sont déjà des installations combinées pour la préparation de l'ECS et le complément au chauffage. Dans le cas des immeubles locatifs, ce sont encore les simples installations de préparation de l'ECS qui dominent sans l'ombre d'un doute. Seule une installation sur six fournit aussi de la chaleur pour compléter le chauffage des locaux, ce qui est dû principalement au manque de place pour un gros accumulateur de chaleur. En Allemagne et en Autriche, le taux des installations combinées est déjà bien supérieur (AIE, 2012).

Dans ce domaine, on constate que la demande en chaleur industrielle est importante, ce qui laisse bien augurer du développement futur de ce segment, et ce, d'autant plus que cette demande est constante tout au long de l'année. Mais les produits ne sont pas encore au point dans ce domaine. Seules quelques installations isolées ont été construites jusqu'à présent. Les segments les moins avancés en Suisse sont celui des installations couplées à des réseaux de distribution de chaleur à distance et celui de la climatisation solaire. Il faut dire que ces deux applications n'offrent que des débouchés limités en Suisse pour ces prochaines années.

Sur la base de ces évaluations, le Masterplan recommande d'explorer en priorité les applications dans les domaines de l'habitat et de la chaleur industrielle. Il ne développera donc pas davantage les domaines des réseaux de chaleur et du froid solaire.

### 4.3 Stratégies de mise en œuvre

Comme les différents segments se trouvent à des stades de développement variables, il s'agira de mettre en œuvre deux stratégies également différentes. Pour les segments déjà bien établis, le but, à court terme, sera de pénétrer dans le marché de masse. Pour les autres segments, la stratégie à court terme visera à préparer le terrain pour pouvoir exploiter plus tard les grands potentiels identifiés (cf. Fig. 19).

#### Pénétration du marché de masse

L'objectif 2020 du Masterplan est de tripler la surface de capteurs solaires thermiques installés, qui passera de 0,1 m<sup>2</sup>/personne aujourd'hui, à 0,3 m<sup>2</sup>/personne en moyenne. La stratégie de mise en œuvre à court terme visera donc à permettre aux segments où la percée s'est déjà faite, de pénétrer plus avant le marché de masse. Dans ces segments, les produits sont déjà fiables aujourd'hui et proches du seuil de rentabilité: installations pour l'ECS dans les villas et les immeubles locatifs, ainsi que, en troisième position, installations combinées dans les villas.

La branche a l'intention, en priorité, de tout faire pour réduire les coûts, simplifier et améliorer les produits, et garantir la qualité des installations d'un bout à l'autre de la chaîne de production. Etant donné que ces segments sont déjà bien développés, l'objectif est de réduire à moyen terme les subventions directes et de transformer les exigences formelles en directives contraignantes.

#### Préparation du terrain

Par ailleurs, pour atteindre les objectifs à long terme (jusqu'en 2035) du Masterplan, il est nécessaire de suivre une seconde stratégie de mise en œuvre. Il s'agit de préparer le terrain pour l'arrivée sur le marché des produits offrant un grand potentiel de développement, mais dont la mise au point n'est pas terminée. Sont principalement concernées les installations combinées pour les immeubles d'habitation et les installations de production de chaleur industrielle. Les domaines d'intervention sont ici la recherche et le développement, ainsi que le subventionnement et l'accompagnement de la réalisation des premières installations.

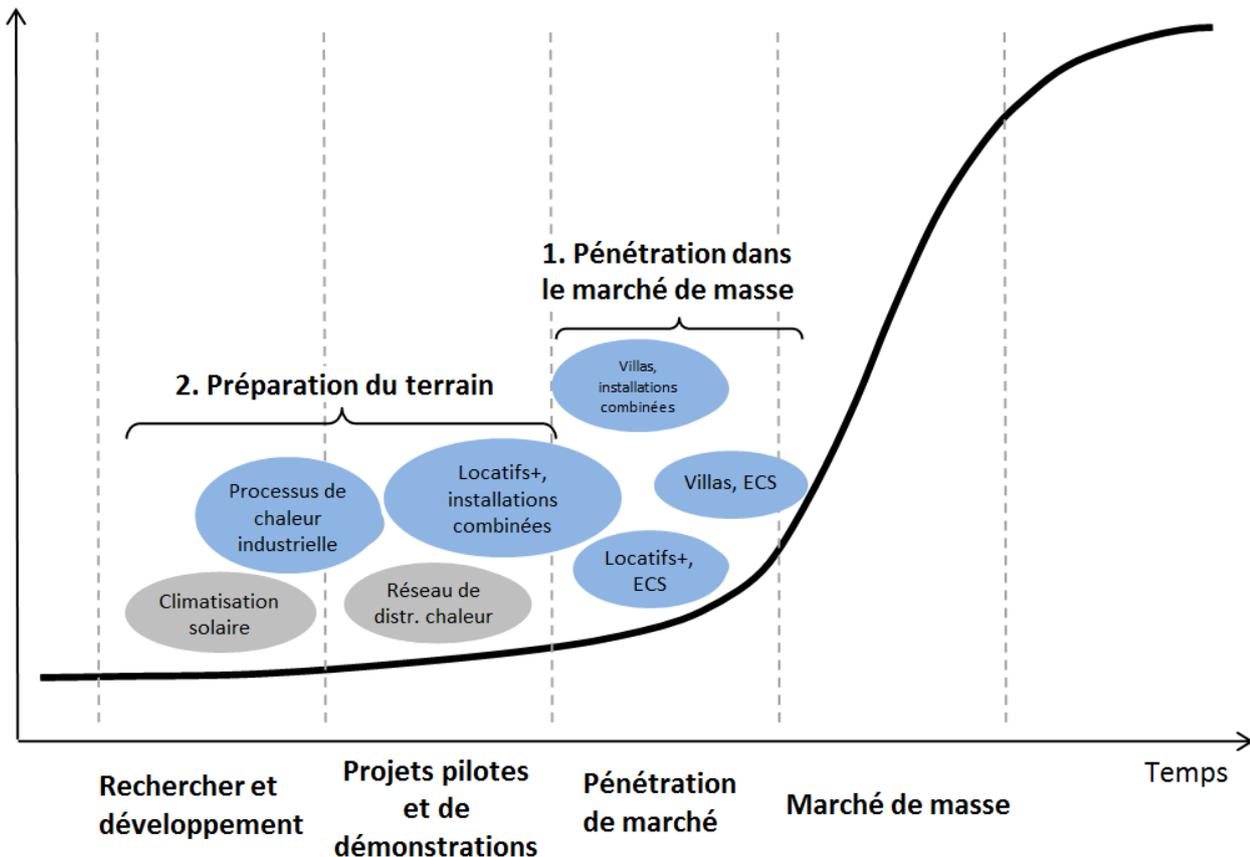


Fig. 19 Position des segments de marché en Suisse et axes stratégiques. La grandeur des ellipses donne une indication sur l'importance des besoins de chaleur en 2035 dans le segment concerné, les segments marqués gris ne sont pas poursuivis en priorité (d'après Weiss, 2008 ; Villas = maisons à une famille, Locatifs+ = immeubles locatifs et grandes unités d'habitation [hôpitaux, EMS, hôtels])

#### 4.4 Contribution des segments de marché à la réalisation des objectifs

La Fig. représente une des possibilités de combiner les segments de marché pour atteindre les objectifs de Swissolar en 2020, 2029 et 2035. Au cours des premières années, le Masterplan table sur une forte croissance du nombre d'installations dans le domaine des habitations, puis sur un tassement progressif dans ce secteur. La proportion des installations combinées augmente régulièrement et leur grandeur moyenne augmente également lentement à partir de 2020, parallèlement à l'amélioration des possibilités de stockage de la chaleur de longue durée. A l'horizon 2035, une part importante de l'objectif est atteinte au moyen des installations combinées. Ces prochaines années, le nombre d'installations de production de chaleur industrielle croîtra lentement, tout en restant relativement modeste. Grâce à la préparation du terrain (R&D), de meilleurs produits seront disponibles en 2020, ce qui permettra d'accélérer le mouvement de diffusion dès cette date.

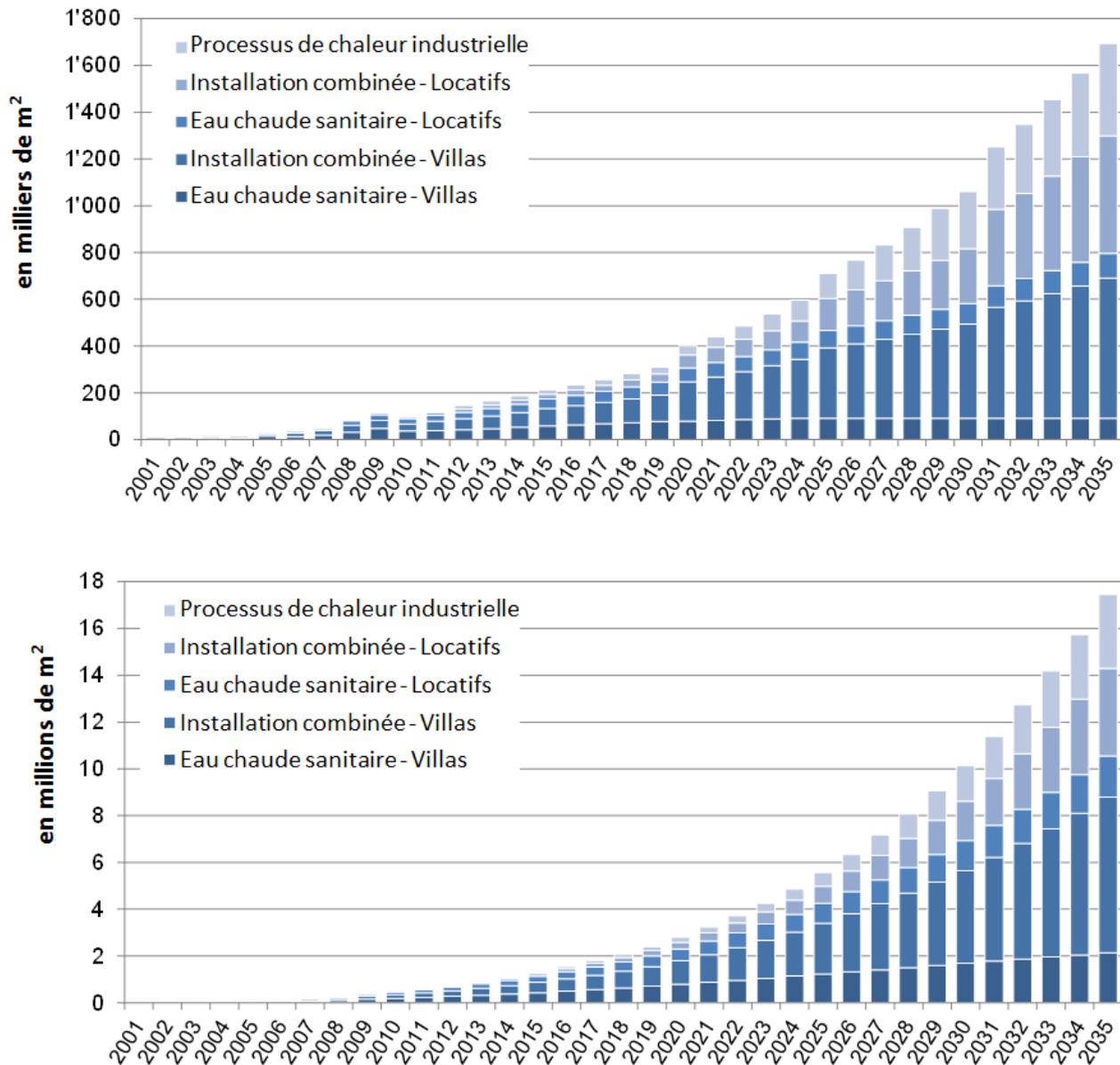


Fig. 21 Développement probable des différents segments de marché pour atteindre l'objectif. (En-haut, surfaces de capteurs installés; en-bas, surface totale des capteurs installés en Suisse. Les installations de remplacement ont été soustraites.)

## 5 Stratégie pour pénétrer le marché de masse

Les sous-chapitres suivants présentent les principaux domaines d'intervention spécifiques aux trois segments de marché prioritaires. L'objectif, pour les trois segments, est de réduire à moyen terme les subventions directes et de les remplacer par des prescriptions légales ou de laisser le marché se réguler par ses propres tendances (en assurant une compétitivité de la chaleur solaire par rapport aux autres systèmes). Parallèlement, il s'agit de lutter contre la rareté des spécialistes – un phénomène qui entrave la réduction des prix. Il est aussi nécessaire de soigner la communication autour de la chaleur solaire. A la fin du chapitre sont présentées les mesures à prendre, tous segments confondus.

### 5.1 Segment 1: préparation de l'ECS dans les villas

Bien implantées sur le marché, les installations solaires de préparation de l'ECS pour les villas sont courantes depuis de nombreuses années. Les produits ont déjà atteint une bonne maturité et les installateurs disposent de suffisamment d'expérience. Jusqu'à présent, les principaux clients étaient des propriétaires de leur propre maison d'habitation, conscients des questions d'environnement et peu sensibles au niveau des coûts. S'ajoutent les maîtres d'ouvrage de nouveaux bâtiments décidés à couvrir la part obligatoire d'énergies renouvelables avec la chaleur d'origine solaire. La stagnation des ventes observée ces dernières années laisse supposer que ce segment partiel est proche du seuil de saturation. Les autres propriétaires de villas attachent moins d'importance à des valeurs écologiques et privilégient plutôt les systèmes simples et rentables. Pour atteindre ces propriétaires-là, il est nécessaire de faire baisser les prix. Il est aussi capital de renforcer la coopération avec les couvreurs, les ferblantiers et les installateurs sanitaires, ce qui permettra d'élargir le cercle de clientèle. Le développement de ce segment de marché est donc de la responsabilité de la branche. Comme les applications sont déjà bien établies dans ce domaine, c'est maintenant au législateur de poser le cadre légal nécessaire (cf. domaines d'intervention complémentaires ci-dessous).

### 5.2 Segment 2: préparation de l'ECS dans les immeubles locatifs

Les grandes installations solaires de préparation de l'ECS ont également percé sur le marché pour équiper des immeubles d'habitation. Pour les propriétaires concernés, la question de la rentabilité est plus importante que pour les propriétaires de villas. Ainsi, les durées d'amortissement sont notablement plus courtes que pour les villas. C'est pourquoi il est également capital de réduire les coûts de ces grandes installations et d'acquérir de nouveaux clients en renforçant la coopération avec les installateurs. Contrairement aux petites installations standard pour les villas, les grandes installations complexes n'ont pas encore atteint systématiquement un niveau de fiabilité satisfaisant, ce qui doit être corrigé. Au stade actuel de développement de ces installations, les conditions-cadres jouent un rôle prépondérant, comme on le verra plus loin en traitant des domaines d'intervention touchant plusieurs segments.

### 5.3 Segment 3: installations combinées dans les villas

Les installations combinées sont les moins développées des trois segments sur le plan commercial. Bien qu'une installation sur quatre vendues soit déjà de ce type, leur place sur le marché n'est pas encore acquise. Comme la demande en chaleur pour le chauffage des locaux est énorme, ce segment a un potentiel de développement particulièrement intéressant. Si l'on combine une installation solaire avec un autre système de chauffage, la complexité de l'ensemble devient flagrante, et le travail de planification, de pose et de régulation augmente en proportion. Mis à part les domaines d'intervention déjà cités, il s'agit ici, en priorité,

d'améliorer les produits ainsi que les prestations des professionnels. Une politique de subventionnement bien ciblée et constante permet d'améliorer la rentabilité des systèmes, d'enrichir l'expérience des installateurs et d'accroître la confiance des clients dans la technologie solaire.

## 5.4 Domaines d'intervention et mesures

Domaines d'intervention	Mesures	Acteurs concernés
1. Faire baisser les coûts	<p>a) <b>Analyse des différences de prix par rapport aux pays étrangers:</b> les installations posées en Suisse sont environ deux fois plus chères que celles posées en Allemagne ou en Autriche. Le niveau des salaires et celui des coûts n'expliquent pas entièrement cette situation. Il faudra analyser les causes de ces différences en étudiant les différents postes: coûts de production, montage, normes, procédures d'autorisation, exigences de qualité, marché du travail, etc. Sur cette base, il sera possible de proposer des mesures permettant de faire baisser ces prix.</p>	Confédération et cantons
	<p>b) <b>Simplification systématique des systèmes existants:</b> en simplifiant les systèmes, on contribue à en faire baisser le coût. Pour ce faire, il faut standardiser les installations, concevoir les produits pour qu'ils soient aussi simples et rapides à poser que possible, sans erreur, et enfin, améliorer la compatibilité entre les différents composants.</p>	Producteurs, instituts de recherche, Swissolar
	<p>c) <b>Coopération plus étroite avec des installateurs, pose plus efficace de petites installations :</b> en renforçant la coopération avec les installateurs, on poursuit deux objectifs, à savoir, en premier lieu, améliorer la qualité et l'efficacité des installations, puisque les installateurs sanitaires travaillent main dans la main avec les couvreurs ou ferblantiers. Toutes les formes de coopération sont envisageables, depuis la sensibilisation des entreprises mixtes existantes, jusqu'à des fusions d'entreprises, en passant par diverses formes de coopération. Autre possibilité : des entreprises spécialisées ou des producteurs de matériels peuvent offrir également la pose des capteurs sur le toit, ce qui permettrait à de simples installateurs sanitaires d'offrir des installations solaires sans grandes dépenses. Pour les petites installations solaires, les coûts peuvent être réduits de manière significative, car, si le temps de montage est réduit, il n'est plus nécessaire de monter des échafaudages permanents pour protéger le personnel contre les chutes.</p> <p>Le second objectif est d'augmenter la part de marché des installations solaires thermiques. Toute rénovation de toiture est une bonne opportunité d'installer des capteurs solaires. Si les coopérations sont bien établies, les couvreurs ou ferblantiers seront incités à offrir une variante comprenant une installation solaire pour chaque demande de rénovation de toiture.</p> <p>Une même réflexion peut se faire dans le domaine du chauffage. A l'occasion du remplacement d'une chaudière, il faudrait systématiquement proposer une variante d'équipement qui intègre des capteurs solaires dans le circuit de chauffage. Les nouvelles formes de coopération sont favorables pour appliquer cette mesure.</p>	Installateurs, évt. producteurs ou importateurs, Swissolar
	<p>d) <b>Publication de l'évolution des prix:</b> c'est déjà la troisième fois cette année que les prix des installations photovoltaïques sont analysés. Au contraire, il n'existe aucune source fiable qui indiquerait comment les prix des capteurs solaires évoluent. La rumeur laisse entendre que les prix</p>	Office fédéral de l'énergie (OFEN)

	<p>sont stables ou même en augmentation. Une enquête sérieuse sur les prix et la publication de ses résultats permettrait d'accroître la pression sur la branche pour que les prix chutent.</p>	
2.	<p>a) <b>Elever les exigences à l'égard des Pros du solaire®</b>: l'enquête par échantillonnage effectuée dans les deux demi-cantons de Bâle a conclu que même des professionnels du solaire ont réalisé des installations avec des défauts ou dont la qualité était tout juste suffisante. Or, il faudrait absolument que « Pros du solaire » rime avec « solaire fiable ». Il s'agit donc d'élever le niveau d'exigences concernant leur formation. Il s'agit d'obliger les professionnels du solaire à suivre régulièrement des cours de perfectionnement et à faire tester périodiquement des installations de référence.</p>	Swissolar
Garantir la qualité	<p>b) <b>Meilleure intégration des connaissances dans la formation de base</b>: les connaissances relatives au solaire thermique, et notamment le savoir-faire des praticiens, doivent être mieux intégrés dans la formation de base. Il s'agit de renforcer la collaboration avec les associations d'enseignants des écoles professionnelles. Il faudra également créer une plateforme d'échange et de partage des supports d'enseignement.</p>	Swissolar, centres de formation professionnels, associations professionnelles
	<p>c) <b>Contrôles par échantillonnage</b>: comme les installations sont souvent basées sur deux sources de chaleur (bivalence), il est rare que leurs défauts soient détectés. Pourtant, ces défauts péjorent la rentabilité des systèmes. Les cantons et/ou les communes devront effectuer des contrôles des installations réalisées, dans le cadre des modalités de subventionnement et au moment de la réception des ouvrages. Si une entreprise est prise en défaut plusieurs fois pour des erreurs grossières de montage, elle devrait pouvoir être sanctionnée d'une manière ou d'une autre. Les erreurs répétées fréquemment devront être consignées et expliquées dans le cadre de la formation de base et du perfectionnement des professionnels du solaire.</p>	Swissolar, cantons et/ou communes
	<p>d) <b>Solutions de surveillance</b> : étant donné que l'utilisateur ne s'aperçoit généralement pas des dysfonctionnements de l'installation, et qu'il en résulte des pertes de rendement, il faudrait développer des solutions de surveillance. Ces dernières pourraient être offertes dans l'assortiment des produits standard.</p>	Producteurs et importateurs
3. Améliorer les produits et les prestations	<p>a) <b>Fonds d'innovation pour le solaire thermique</b>: le système actuel de soutien à l'innovation est aujourd'hui conçu pour les grands projets. Pourtant, afin d'améliorer les produits, il serait souvent souhaitable de soutenir plutôt de petits projets conjoints entre les producteurs de matériels et les instituts de recherche. C'est pourquoi il est utile de constituer un fonds d'innovation spécifique à la chaleur solaire, doté de 500 000 CHF pour trois ans. Ces moyens seront consacrés à soutenir de petits projets de collaboration entre producteurs et instituts de recherche, sans formalités administratives compliquées. Cela permettra d'améliorer les systèmes globaux et de faciliter l'intégration des composants au sein des systèmes.</p>	KTI, Confédération
	<p>b) <b>Constitution d'un groupe de travail (Task Force) pour les systèmes globaux et l'intégration des composants</b>: l'objectif est d'augmenter la qualité et la fiabilité des systèmes globaux et de simplifier la pose des installations. La clientèle étant surtout intéressée à disposer de chaleur fournie par des installations fiables dans leur fonctionnement global, il s'agit de mieux orienter les produits pour ce marché-là. Il est vrai que tous les acteurs appellent de leurs vœux une telle amélioration des systèmes globaux, mais il n'existe pas de stratégie visant à atteindre cet objectif le plus rapidement possible. Un groupe de travail rassemblant tous les acteurs devrait se réunir et concevoir, au cours de différents ateliers, une stratégie commune ainsi que les mesures pour la concrétiser</p>	Swissolar, instituts de recherche, producteurs, installateurs

	<p>c) <b>Développer des solutions standard combinant le solaire avec le gaz (ou le mazout) compatibles avec le label MINERGIE</b> : le label MINERGIE ne prévoit qu'une seule solution standard pour les nouvelles constructions ou pour les rénovations, basée sur des capteurs solaires (combinés avec une chaudière à bois). Il s'agit de développer de nouvelles solutions standard comprenant une chaudière à gaz ou à mazout avec complément solaire, puis d'en assurer la commercialisation systématique.</p>	<p>Swissolar, Association suisse de l'industrie gazière (ASIG), producteurs, importateurs, installateurs</p>
	<p>a) <b>Imposer un quota d'énergies renouvelables pour la production d'ECS pour les nouvelles constructions et pour le remplacement de chaudières</b> : les prescriptions modèles des cantons seront rendues plus sévères en 2014, à l'occasion de leur révision. De nombreux cantons ont expérimenté la faisabilité de tels modèles (cf. chap. 2.5). Comme l'a fait le canton de Bâle-Ville, il s'agit d'imposer une part de 50 % d'énergies renouvelables pour la préparation de l'ECS, à l'occasion du remplacement de la chaudière ou du système de production d'ECS. Cette mesure permettra d'accélérer l'assainissement des systèmes énergétiques dans le parc immobilier actuel et de pousser les propriétaires à s'équiper de capteurs solaires thermiques.</p>	<p>Cantons</p>
<p>4. Améliorer les conditions générales</p>	<p>b) <b>Unification des subventions de base au plan national grâce au Programme Bâtiments</b>: Pour assurer l'efficacité de la mesure, il serait bon de garantir un subventionnement constant des capteurs solaires sur plusieurs années. Les moyens nécessaires ne devraient pas dépendre des budgets cantonaux annuels. De plus, il faudrait simplifier au maximum la procédure de demande de subventions. Pour ces raisons, on devrait proposer dans toute la Suisse les mêmes subventions de base et les intégrer au Programme Bâtiments. Cela permettrait de rendre la subvention de base indépendante des budgets cantonaux. Le requérant n'aurait qu'une seule demande à remplir, même pour plusieurs mesures (« guichet unique »). Autre avantage : le propriétaire qui souhaite rénover le toit de sa maison peut être rendu attentif à la possibilité d'y placer des capteurs solaires, et peut même être gratifié d'un bonus s'il entreprend les deux mesures en même temps.</p>	<p>Confédération et cantons</p>
	<p>c) <b>Compléter la RPC pour les petites installations PV en ajoutant un bonus pour les installations combinées</b>: Le Conseil fédéral envisage de supprimer la rétribution du courant injecté à prix coûtant (RPC) à partir de 2015 (évent. 2014), et de la remplacer par une subvention unique à l'investissement. Cette nouvelle politique de subventionnement devrait ajouter un bonus pour encourager les propriétaires à choisir des installations combinées (photovoltaïque + chaleur solaire).</p>	<p>Confédération et cantons</p>
<p>5. Communication</p>	<p>a) <b>Renforcement de la communication spécifique à l'attention des groupes-cibles de clientèle</b>: Il s'agit de soutenir plus efficacement deux groupes d'acteurs considérés comme des multiplicateurs. Premier groupe, les installateurs, principaux diffuseurs: mettre à leur disposition des « sets de communication » contenant des idées, des conseils de planification, des astuces, un argumentaire et des supports d'information pour leur faciliter la communication lors d'inaugurations ou d'anniversaires, ou à l'occasion de publications dans des médias locaux. Deuxième groupe, les clients satisfaits: développer diverses mesures à leur intention, en accord avec le concept de communication, dont l'édition de cartes postales attrayantes diffusées gratuitement, pour qu'ils aient quelque chose à montrer dans leurs cercles d'amis ou en discutant avec leurs voisins. Par ailleurs, il faut aussi considérer les Cités de l'énergie comme des multiplicateurs importants, et leur réserver une place de choix. Les questions à aborder vont de la présentation d'exemples réussis ou de campagnes d'information au prélèvement de taxes, via les procédures d'autorisation, ou toute autre question qui les préoccupe.</p>	<p>Swissolar, installateurs, cantons, communes</p>

- b) **Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan:** Dans l'opinion publique et les médias, la chaleur solaire a été évincé du devant de scène par le photovoltaïque. La publication du Masterplan doit offrir l'occasion d'une campagne de sensibilisation qui rende à la chaleur solaire sa juste place. Parmi les événements à organiser, citons une action « coup de poing » dans les médias, la mobilisation simultanée des Cités de l'énergie et des services industriels des communes, ou encore l'orientation thématique des Journées du Soleil sur la chaleur solaire.
- c) **Campagne d'information à l'adresse des locataires:** les projets menés jusqu'à présent pour inciter les propriétaires de logements en location n'ont eu que peu d'effets. Souvent, le locataire recule devant les protestations du propriétaire. Le but de cette campagne est donc d'encourager les locataires à se réunir pour sommer le propriétaire d'agir. Des valeurs indicatives pour le calcul, des conseils et des modèles de courriers seront mis à disposition.

Swissolar, Agence des énergies renouvelables, installateurs, cantons, communes, centres de formation professionnelle, Société suisse des propriétaires fonciers, associations de locataires

Tab. 8: Domaines d'intervention prioritaires et mesures à prendre

## 5.5 Stratégie pour la préparation du terrain

Les installations destinées à compléter le chauffage dans les immeubles locatifs sont, certes, sorties du stade de projets de démonstration, mais elles n'ont pas encore réussi de se faire une place sur le marché. Au stade actuel, il s'agit de prendre une part de ce marché. Dans ce segment, la priorité doit être accordée par les fournisseurs à la simplification et à l'amélioration des produits et des prestations.

Les développements de la chaleur industrielle sont encore moins avancés. L'objectif, dans ce cas, est de mettre au point des applications fiables et fonctionnelles. Dans ce segment, on pourrait également envisager une forme de commercialisation sous la forme de contrats de prestations. L'encouragement au cas par cas et l'accompagnement spécifique de certaines installations jouent un rôle important dans ce contexte.

Domaine d'intervention complémentaire	Mesures	Acteurs concernés
6. Préparation du terrain	<p>a) <b>Programmes de pénétration du marché (grandes installations) :</b> il s'agit de concevoir un programme national d'encouragement qui vise un large public et qui pourra aider les grandes installations à se faire une place sur le marché de la chaleur solaire. On choisira 50 installations (chaleur industrielle, réseaux de chaleur, installations combinées pour immeubles locatifs et autres) que l'on subventionnera et auxquelles on offrira le soutien de divers experts à toutes les phases de leur construction (étude de faisabilité, planification de détail, réalisation, optimisation et controlling). Ce soutien permettra d'élever le niveau de qualité des installations, ce qui rendra les propriétaires encore plus satisfaits, eux qui ne manqueront pas ensuite d'en parler autour d'eux (effet multiplicateur). D'un autre côté, les acteurs impliqués gagnent en expérience et sont capables de transférer leur savoir-faire dans le cadre d'ateliers ou de journées d'étude. On pourrait aussi demander aux fondations (Klik! ou myclimate) qui drainent les fonds pour la compensation des émissions de CO<sub>2</sub> de participer au financement de ces projets.</p>	Confédération et cantons, Swissolar, distributeurs d'énergie

<p>b) <b>Etudes approfondies pour développer des parts de marché:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Potentiels de la chaleur solaire industriel:</b> Les branches industrielles suisses de la chaleur solaire devront lancer une étude pour vérifier si elles sont à même de relever ce défi. Par la même occasion, il faudra faire une enquête pour identifier les motivations et les exigences des entreprises des branches concernées. Une telle étude devrait servir de base aux producteurs de matériels et aux distributeurs d'énergie (pour le <i>contracting</i>) afin de les soutenir pour conquérir le marché.</li> <li>- <b>Capacités des capteurs hybrides :</b> Les capteurs hybrides fournissent en été plus de chaleur que nécessaire. Il est donc suggéré d'introduire cette chaleur en excédent dans le sous-sol et de régénérer ainsi les champs de sondes géothermiques. Cette option devra être confrontée à l'option photovoltaïque pour fabriquer de la chaleur solaire. Il s'agira alors d'analyser les domaines d'application et les capacités spécifiques des deux systèmes.</li> <li>- <b>Opportunités de connexion aux réseaux de chaleur :</b> Les réseaux de chaleur sont un segment de marché à explorer et à évaluer plus en détail. Il sera intéressant de dresser un constat sur les installations intégrées existantes en Suisse, d'estimer le potentiel de ces solutions et d'évaluer les différentes conceptions de l'intégration de la chaleur solaire dans les réseaux de chaleur.</li> </ul>	<p>Swissolar, Confédération et cantons</p>
<p>c) <b>Améliorer les accumulateurs :</b> Les objectifs de ces améliorations sont, d'une part, de réduire le coût des appareils dans tous les domaines d'application ; d'autre part, de concevoir des accumulateurs de grand volume, qu'il sera possible de monter également dans les bâtiments existants (grâce à un système de montage par éléments)</p>	<p>Instituts de recherche, producteurs d'accumulateurs</p>

Tab. 9 : Domaines d'intervention prioritaires et mesures à prendre

## 6 Vue synoptique des mesures

### 6.1 Mesures par acteur

Le tableau qui suit présente les mesures citées aux chapitres 5.4 et 5.5, triées par acteur.

Acteurs concernés	Mesures	N°
Swissolar	Analyse des différences de prix par rapport aux pays étrangers	1.a
	Elever les exigences à l'égard des Pros du solaire®	2.a
	Meilleure intégration des connaissances dans la formation de base	2.b
	Constitution d'un groupe de travail ( <i>Task Force</i> ) pour les systèmes globaux et l'intégration des composants	3.b
	Renforcement de la communication Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan	5.a 5.b
	Programmes de pénétration du marché (pour les grandes installations)	6.a
	Etude approfondie pour soutenir l'entrée sur le marché	6.b
Producteurs et importateurs	Simplification systématique des systèmes existants	1.b
	Coopération renforcée avec les installateurs	1.c
	Constitution d'un groupe de travail ( <i>Task Force</i> ) pour les systèmes globaux et l'intégration des composants	2.a 3.b
	Renforcement de la communication Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan	3.a 5.b
Confédération et cantons	Publication de l'évolution des prix	1.d
	Contrôles par échantillonnage	2.c
	Fonds pour l'innovation dans le domaine de la chaleur solaire	3.a
	Taux obligatoire d'énergies renouvelables pour la production d'ECS	4.a
	Unification des exigences de base au plan national grâce au Programme Bâtiments	4.b 4.c
	Compléter la RPC pour les petites installations PV en ajoutant un bonus pour les installations combinées	6.a
	Programmes de pénétration du marché (pour les grandes installations)	6.b
	Etude approfondie pour soutenir l'entrée sur le marché	
Installateurs	Coopération renforcée avec les installateurs	1.c
	Renforcement de la communication Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan	5.a 5.b
Instituts de recherche	Simplification systématique des systèmes existants	1.b
	Constitution d'un groupe de travail ( <i>Task Force</i> ) pour les systèmes globaux et l'intégration des composants	3.b 6.c
	Accumulateurs plus performants	
Communes, Cités de l'énergie	Renforcement de la communication Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan	5.a 5.b
Centres de formation professionnelle	Meilleure intégration des connaissances dans la formation de base	2.b
	Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan	5.b

## 6.2 Mesures par segments

Le tableau qui suit présente les mesures tirées des chapitres 5.4 et 5.5 en fonction de leur importance dans les cinq segments sélectionnés.

N°	Mesures	ECS villas	Inst. Combinées pour villas	ECS pour immeubles locatifs+	Inst. Combinées pour immeubles locatifs +	Chaleur industrielle
1.a	Analyse des différences de prix par rapport aux pays étrangers	XX	X			
1.b	Simplification systématique des systèmes existants	XX	XX	XX	X	
1.c	Coopération renforcée avec les installateurs	X	XX	XX	XX	
1.d	Publication de l'évolution des prix	XX	X	XX		
2.a	Elever les exigences à l'égard des Pros du solaire®	X	XX	XX	XX	
2.b	Meilleure intégration des connaissances dans la formation de base	XX	X	XX	X	X
2.c	Contrôles par échantillonnage	X	XX	XX	XX	X
2.d	Solutions de surveillance			XX	XX	
3.a	Fonds pour l'innovation dans le domaine de la chaleur solaire	X	X	X	X	X
3.b	Constitution d'un groupe de travail ( <i>Task Force</i> ) pour les systèmes globaux et l'intégration des composants		XX		XX	
3.c	Développer des solutions combinées avec le gaz (MINERGIE)		X			
4.a	Taux obligatoire d'énergies renouvelables pour la production d'ECS	XX		XX		
4.b	Unification des exigences de base au plan national grâce au Programme Bâtiments	X	X	X	X	
4.c	Compléter la RPC pour les petites installations PV en ajoutant un bonus pour les installations combinées	X	X	X	X	
5.a	Renforcement de la communication	X	X	X	X	X
5.b	Campagne d'information initiale concertée pour le lancement du Masterplan	XX	XX	XX	X	X
5.c	Campagne d'information à l'adresse des locataires			X	X	
6.a	Programmes de pénétration du marché (pour les grandes installations)			XX	XX	X
6.b	Etude approfondie pour soutenir l'entrée sur le marché			X	X	X
6.c	Accumulateurs plus performants	X	XX	XX	XX	X

## 7 Sources

- AEE 2010, Agence pour les énergies renouvelables: Développement de l'innovation dans le domaine des énergies renouvelables. *Renews Spezial*, Ausgabe 37/ Juli 2010.
- BFE 2002: Marktchancen und Markthindernisse der thermischen Solarenergie. Energieforschungsprogramm EWG.
- BFE 2010: Weiterbildung Solarthermie: Grundlagenbericht.
- BFE 2011a: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2010 nach Verwendungszwecken.
- BFE 2011b: energieschweiz: Extrablatt für Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer, März 2011, Berechnung mit Energysystems ([www.energysystems.ch](http://www.energysystems.ch))
- BFE 2012a: Stand der Energiepolitik in den Kantonen 2012.
- BFE 2012b: Weiterbildung Solarwärme: Umsetzungskonzept 2012 bis 2015.
- BFE & EnFK / infras 2010: Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2009): Schlussbericht.
- BFE / infras 2005 – 2012: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG: Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme.
- BFE / infras 2005: Kosten und Nutzen von Solarenergie in energieeffizienten Bauten.
- BFE / NET AG 2012: Potenzialabschätzung zum solarthermischen Beitrag zur Wärmeversorgung im schweizerischen Wohngebäudepark. Gesamtschweizerische Extrapolation der Ergebnisse aus den Regionalstudien für den Kanton Freiburg und die Stadt Zürich.
- BFE / prognos 2012: Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050: Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050. Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem.
- BFE / Swissolar 2001 - 2012: Markterhebungen Sonnenenergie 2000 – 2001
- BFE / Wüest & Partner 2004: Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen: Perspektiven bis 2035.
- BFS 2012a: Auszug der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) für das Jahr 2010: Energieträger für Heizung, Energieträger für Warmwasser
- BFS 2012b: Landesindex der Konsumentenpreise, Durchschnittspreise Energie
- BSW (2012): Fahrplan Solarwärme: Strategie und Massnahmen der Solarwärme-Branche für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030.
- econcept 2007: Einsatz von Sonnenkollektoren auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Markthemmnisse und Massnahmen zu ihrer Überwindung.
- IEA 2011: Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2009.
- IEA 2012: Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2010.
- IEA 2012: International Energy Agency: World Energy Outlook 2012.
- Moore 1991: Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers, HarperCollins Publishers, New York, NY, 1991.
- Porter 1979: How Competitive Forces Shape Strategy, Harvard Business Review, März/April 1979.
- Rogers 1962: Diffusion of Innovations. Glencoe: Free Press.
- Swissolar 2012: Solarwärme 2012: Förderung durch den Bund, Kantone und Gemeinden; Baubewilligungen.
- Universität Kassel 2011: Das Potential solarer Prozesswärme in Deutschland. Teil 1 des Abschlussberichtes zum Forschungsvorhaben „SOPREN – Solare Prozesswärme und Energieeffizienz“.
- Weiss 2008: Werner Weiss: Fachartikel „Welchen Beitrag kann Solarwärme in einem nachhaltigen Energiesystem leisten?“; erschienen in der Fachzeitschrift „erneuerbare energie“, Ausgabe 1-2008, AEE INTEC, Gleisdorf, 2008.
- WWF / infras 2008: Kantonsvergleich Solarenergie: Förderung von Anlagen zur thermischen Nutzung von Solarenergie.

## 8 Partenaires interviewés

Nom	Organisation ou entreprise
Walter Aeschlimann	Emmi Suisse
Thomas Ammann	Société suisse des propriétaires fonciers (HEV)
Thomas Arnold	Emmi Suisse
Cristiano Covelli	Ernst Schweizer AG
Kurt Egger	Nova Energie GmbH
Joël Fournier	Service de l'énergie et des forces hydrauliques, Valais
Marcel Guggenbühler	Soltop
Roger Hackstock	Austria Solar
Armin Hauser	Tertianum Seniorenresidenzen
Heiri Huber	Institut pour l'énergie dans la construction, HES Suisse du Nord-Ouest (FHNW)
Heinrich Kriesi	Walter Meier AG
Hansruedi Kunz	Service de l'énergie, Office de l'eau, de l'énergie et de l'air (AWEL) du canton de Zurich
Hansjürg Leibundgut	Institut pour la technologie en architecture (EPFZ)
Paolo Lendi	Verit
Roman Lutz	Lutz /Bodenmüller AG
Jörg Mayer	Bundesverband Solarwirtschaft Deutschland
Stefan Minder	NEP Solar
Mirco Moser	Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili
Markus Nater	Corporate Real Estate and Services, Credit Suisse
Markus Portmann	e4plus AG
Pierre Renaud	Swissolar, Planair SA
Matthias Rommel	Institut für Solartechnik (SPF)
Christoph Schär	Swissolar, suissetec
Marcel Staubli	Conseiller en énergie
Antonio Turiel	SEREC
Robert Uetz	Amstein und Walthert
Christian Völlmin	Swissolar, Sopra Solarpraxis AG
Urs Wolfer	Office fédéral de l'énergie (OFEN)
Felix Wuhrmann	Allreal

Tableau 8: Partenaires interviewés

## 9 Table des illustrations

Fig. 1	Structure générale de l'analyse .....	11
Fig. 2	Evolution des besoins de chaleur en Suisse en fonction des politiques énergétiques choisies (OFEN / prognos 2012).....	12
Fig. 3	Surface de référence énergétique (SRE) d'après l'affectation des bâtiments (OFEN / Wüest & Partner 2004) .....	12
Fig. 4	Besoins en chaleur industrielle dans quelques branches particulières en Allemagne (Université de Kassel, 2011) .....	13
Fig. 5	Surface de capteurs solaires thermiques installée chaque année en Suisse (OFEN / Swissolar 2012).....	14
Fig. 6	Surface de capteurs installés par habitant en comparaison internationale (AIE, 2011) .....	14
Fig. 7	Surfaces de capteurs installés en Suisse en 2011 (OFEN / Swissolar 2012) .....	16
Fig. 8	Nombre de capteurs plans installés entre 2001 et 2011 en Suisse (OFEN / Swissolar, 2002 – 2012, total = 76 163 installations) .....	16
Fig. 9	Processus industriels capables d'utiliser de la chaleur solaire (Université de Kassel, 2011) .....	19
Fig. 10	Structure du prix final payé en 2011 en Allemagne par le client pour une installation solaire de complément au chauffage, avec 11 m <sup>2</sup> de capteurs plans (prix net env. 8 500 euros; BSW, 2012) .....	21
Fig. 11	Canaux de distribution des capteurs plans et des capteurs à tubes sous vide installés en Suisse entre 2001 et 2011 (OFEN / Swissolar 2002–2012) .....	22
Fig. 12	Vue synoptique des entreprises de la branche solaire en Suisse (sans garantie d'exhaustivité) .....	23
Fig. 13	Vue d'ensemble de la provenance des capteurs plans vendus en Suisse .....	24
Fig. 14	Répartition des bâtiments d'habitation par agent énergétique: à gauche, pour le chauffage, à droite pour la préparation de l'ECS (OFS, 2012a).....	25
Fig. 16	Les capteurs hybrides permettent de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité. Le surplus de chaleur de l'été est dissipé dans le sous-sol, et est à disposition de la pompe à chaleur en hiver, comme source à température plus élevée que d'habitude. (source: 3S).....	29
Fig. 16	Evolution des prix du mazout, du gaz, des pellets de bois et de l'électricité (prix moyens, indice des prix à la consommation, OFEN, 2012b) .....	33
Fig. 17	Evolution des surfaces de capteurs plans et de capteurs à tubes sous vide vendues au cours du temps (OFEN / Swissolar, 2002-2012), en corrélation avec l'évolution des subventions cantonales versées (OFEN / infras, 2005-2012) et l'évolution du prix moyen du mazout (OFS, 2012b).....	37
Fig. 18	Modèle de diffusion des technologies (Rogers 1962 et Moore 1991).....	44
Fig. 19	Position des segments de marché en Suisse et axes stratégiques. La grandeur des ellipses donne une indication sur l'importance des besoins de chaleur en 2035 dans le segment concerné (d'après Weiss, 2008) (Villas = maisons à une famille, Locatifs+ = immeubles locatifs et grandes unités d'habitation [hôpitaux, EMS, hôtels]).....	49