



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

25 février 2015

Comparaison de technologie: chaleur solaire et photovoltaïque

**Rapport du Conseil fédéral donnant suite au postulat 11.3350, Theophil Pfister,
du 13 avril 2011, et à la motion 11.3417, Groupe BD, du 14 avril 2011**



Résumé

En Suisse, le potentiel pour l'utilisation de l'énergie solaire est énorme, mais encore peu exploité comparativement aux pays voisins, aussi bien dans le domaine de la chaleur que dans celui de l'électricité. Pour atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 concernant l'extension des énergies renouvelables, il faut encore un fort développement des deux technologies. Au vu de ce qui précède, les questions posées par le postulat Pfister du 13 avril 2011 (11.3350 «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques») et par la motion du Groupe BD du 14 avril 2011 (11.3417 «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur») sont importantes. Le présent rapport approfondit ces questions, met en parallèle les deux technologies et explique les systèmes d'incitation existants ainsi que la situation du marché.

Une comparaison des qualités énergétiques de l'électricité et de la chaleur montre que les deux technologies sont parfaitement comparables quant aux rendements techniques. En fin de compte, l'intégration de l'installation au système global et les profils d'utilisation, notamment de la chaleur, déterminent la technologie la plus judicieuse pour chaque cas particulier.

Les deux technologies présentent des différences dans les systèmes d'incitation existants et dans la situation du marché. Alors que le photovoltaïque est encouragé surtout par la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC), donc par un instrument de la Confédération, ce sont surtout les cantons qui sont actifs dans l'encouragement de la chaleur solaire. En l'occurrence, il convient de prendre en compte que l'encouragement du photovoltaïque ne concerne en principe que l'énergie injectée dans le réseau électrique public. Par contre, s'agissant de la chaleur solaire, c'est la production d'énergie solaire pour la consommation propre qui est encouragée.

Les installations solaires thermiques bénéficient déjà de plusieurs mesures incitatives: directives cantonales, procédures d'autorisation simplifiées, avantages fiscaux, contributions financières. Les instruments pour promouvoir la chaleur solaire sont nombreux. Actuellement, la Confédération participe déjà indirectement à l'encouragement des installations solaires thermiques avec les contributions globales aux programmes cantonaux d'encouragement. Le durcissement des prescriptions pour l'utilisation de la chaleur renouvelable et une augmentation de la taxe CO₂ sur les combustibles créent des incitations supplémentaires pour la construction d'installations solaires thermiques.

Par rapport à la situation du marché, les installations PV ont connu un essor considérable ces cinq dernières années, notamment grâce au développement des technologies et des marchés à l'échelle mondiale, aux contributions de la RPC et à une forte baisse des coûts des installations. Dans le cas des installations solaires thermiques, les coûts n'ont guère baissés sur le même laps de temps en dépit de mesures de promotion technologique.

Dans le même laps de temps, une évolution des coûts n'est guère perceptible pour les installations solaires thermiques malgré l'encouragement du solaire thermique. Si l'on prend en compte la qualité énergétique différente de l'électricité et de la chaleur, les installations PV présentent souvent une meilleure efficacité du point de vue économique et aussi énergétique. C'est pourquoi il n'est pas justifié d'offrir aux installations solaires thermiques des avantages commerciaux en les imposant comme condition de base pour l'encouragement des installations PV. Cela serait contraire à la stratégie actuelle adoptée dans le domaine de la législation et de la promotion, une stratégie qui consiste à imposer des objectifs et non pas des mesures.

On notera in fine que le législateur devrait par principe renoncer à accorder la priorité à l'une des technologies et laisser le choix technologique au maître d'ouvrage. Il s'agit aussi de renoncer à des mesures incitatives supplémentaires de la Confédération telles qu'exigées dans la motion du Groupe BD du 14 avril 2011 (11.3417 «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur»). D'une part, il existe déjà toute une palette d'instruments d'incitation au



niveau des cantons et des communes et, d'autre part, les mesures concernant la consommation énergétique dans les bâtiments sont principalement du ressort des cantons.



Table des matières

Liste des figures	i
Liste des tableaux	i
1. Introduction.....	1
1.1. Contexte	1
1.1.1. Postulat «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques» (11.3350)	1
1.1.2. Motion «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur» (11.3417)	1
1.2. Procédure pour donner suite aux deux interventions.....	2
2. Fondements de la chaleur solaire et du photovoltaïque	2
2.1. Objectifs de la Stratégie énergétique 2050	2
2.2. Evolution du marché.....	2
2.3. Utilisation	4
2.4. Rendements	4
2.5. Prix et encouragement	7
2.6. Choix de la technologie	11
3. Incitations déjà en place pour les installations solaires thermiques	13
3.1. Prescriptions cantonales	13
3.2. Procédures d'autorisation.....	14
3.3. Soutien financier direct.....	15
3.4. Soutien financier au moyen de déductions fiscales	16
3.5. Taxe sur le CO ₂	16
3.6. Information et conseil, assurance qualité, formation et perfectionnement.....	16
4. Future conception des instruments d'encouragement.....	16
4.1. Prescriptions cantonales	17
4.2. Augmentation de la taxe sur le CO ₂ et encouragement.....	17
5. Réponses aux questions.....	18
5.1. Postulat 11.3350 «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques».....	18
5.2. Motion 11.3417 «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur»	19
6. Conclusions finales	19



Liste des figures

Figure 1	Evolution de la vente annuelle d'énergie solaire	3
Figure 2	Evolution du rendement énergétique cumulé	3
Figure 3	Domaines d'application des installations solaires vendues entre 2001 et 2012	4
Figure 4	Rendements caractéristiques de la chaleur solaire selon l'utilisation des capteurs	5
Figure 5	Schéma de la transformation de chaleur solaire en électricité (à gauche) et de chaleur solaire en chaleur (à droite) lors d'un processus réversible de Carnot	6
Figure 6	Exemples de coûts de production d'énergie	7
Figure 7	Evolution relative des prix pour les deux technologies solaires (y c. coûts des installations)	8
Figure 8	Contributions cantonales d'encouragement pour les installations solaires thermiques de 2001 à 2013 (y c. les contributions globales de la Confédération)	9
Figure 9	Encouragement de l'énergie solaire en Suisse	10
Figure 10	Encouragement des cantons entre 2008 et 2012 (versements déclarés à la Confédération uniquement)	15

Liste des tableaux

Tableau 1:	Rendements des installations PV combinées avec des pompes à chaleur	5
Tableau 2:	Encouragement de l'énergie solaire en Suisse	10
Tableau 3:	Majorations de prix sur les combustibles fossiles en fonction de différents taux de la taxe sur le CO ₂	18



1. Introduction

1.1. Contexte

1.1.1. Postulat «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques» (11.3350)

Le postulat Pfister du 13 avril 2011 (11.3350 «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques») charge le Conseil fédéral d'examiner la thèse défendue par les milieux spécialisés (entre autres la société Jenni Energietechnik) selon laquelle, avant d'équiper une maison d'habitation d'une installation photovoltaïque subventionnée, il faudrait d'abord l'équiper d'une installation solaire thermique pour la préparation d'eau chaude.

Le postulat a été déposé le 13 avril 2011. Il s'agit de savoir si, dans de nombreux cas, l'installation photovoltaïque n'a pas pour effet collatéral d'empêcher d'équiper une maison d'habitation d'une installation solaire thermique, parce que les surfaces adéquates du toit sont occupées par des panneaux solaires et qu'il n'y a plus de place pour l'énergie thermique. Selon le postulat, les installations solaires thermiques sont bien plus efficaces que les installations photovoltaïques et doivent donc être privilégiées dans les maisons d'habitation, car elles permettent la préparation d'eau chaude.

Dans sa prise de position du 25 mai 2011, le Conseil fédéral a proposé d'accepter le postulat. Le Conseil national a suivi la proposition du Conseil fédéral en acceptant le postulat dans sa séance du 9 juin 2011.

1.1.2. Motion «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur» (11.3417)

La motion du Groupe BD du 14 avril 2011 (11.3417 «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur») charge le Conseil fédéral de créer un système d'incitation en vue de promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur pour les maisons d'habitation.

La motion a été déposée le 14 avril 2011. La rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) sert notamment à promouvoir les installations photovoltaïques. Dans le cas des maisons d'habitation, la production de chaleur au moyen d'installations solaires, notamment pour chauffer l'eau domestique, est souvent beaucoup plus efficace et plus économique. Ce mode de production d'énergie sur place permet de remplacer judicieusement les agents énergétiques fossiles et d'obtenir un degré d'efficacité élevé. C'est pourquoi le Conseil fédéral est chargé de créer un système d'incitation allant dans ce sens. Outre le fait que ces installations doivent pouvoir être mises en place sans nécessiter d'autorisation, il convient également d'élaborer un système d'incitation financier.

Dans sa prise de position du 25 mai 2011, le Conseil fédéral a fait référence au remaniement en cours des scénarios énergétiques ainsi que des plans d'action et trains de mesures correspondants. Les requêtes présentées par la motion devraient aussi être examinées dans le cadre de ces travaux et en lien avec la nouvelle orientation stratégique énergétique. A cette époque, le Conseil fédéral n'a toutefois pas voulu opter pour un système d'incitation déterminé, raison pour laquelle il a proposé de rejeter la motion.

Le Conseil national n'a pas suivi le Conseil fédéral et a accepté la motion le 9 juin 2011. La Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil des Etats a proposé à son conseil de transformer la motion en mandat d'examen. Le texte modifié de la motion charge le Conseil fédéral d'examiner l'opportunité de créer un système d'incitation en vue de promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur pour les maisons d'habitation et de faire rapport. Le 29 septembre 2011, le Conseil des Etats a adopté le texte modifié de la motion. Le 6 dé-



cembre 2011, le Conseil national a adhéré à cette modification et a transmis la motion au Conseil fédéral en tant que mandat d'examen.

1.2. Procédure pour donner suite aux deux interventions

L'hypothèse sur laquelle s'appuient les deux interventions est que les installations solaires thermiques seraient plus efficaces et plus économiques que les installations PV. Comme la RPC ne s'applique qu'à la production d'électricité issue d'énergies renouvelables et non pas à la production de chaleur, on suppose que l'utilisation de l'énergie solaire au moyen d'installations thermiques serait pénalisée.

Il s'agit donc d'une part d'examiner quelle valeur il faut attribuer à l'utilisation thermique de l'énergie solaire par rapport à la technologie PV et d'autre part si la Confédération doit créer un système d'incitation financier pour la production de chaleur avec des installations solaires.

Le présent rapport décrit et compare la situation du marché, les aspects techniques et les systèmes d'incitation existants pour l'utilisation de l'énergie solaire avec des installations thermiques et photovoltaïques. Il est donc censé répondre aux questions soulevées par le postulat et par la motion.

2. Fondements de la chaleur solaire et du photovoltaïque

2.1. Objectifs de la Stratégie énergétique 2050

Les énergies renouvelables jouent un rôle considérable dans la production de chaleur et d'électricité de la politique énergétique de la Confédération. Les compétences de la Confédération sont néanmoins limitées dans le domaine de la chaleur. Dans le message relatif au premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050, l'impact de ce premier paquet de mesures a été évalué à l'aide des Perspectives énergétiques 2050¹, sur la base du scénario «*Mesures politiques*». Jusqu'en 2050, il faudra ainsi produire 15 PJ (4,1 TWh) de chaleur solaire par année, la production de chaleur avec l'énergie solaire devant plus que doubler par rapport à 2010 d'ici 2020. Actuellement, cette croissance est atteinte. Mais aujourd'hui, l'extension des capteurs solaires stagne à environ 120'000 m². On s'attend donc à ce que l'augmentation prévue ne puisse pas se maintenir à l'avenir.

Concernant la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, à l'exception de l'énergie hydraulique, le Conseil fédéral prévoit une extension devant permettre à la production indigène moyenne d'atteindre au moins 4,4 TWh en 2020 et 14,5 TWh en 2035. Selon le scénario «*Mesures politiques*» de la Stratégie énergétique 2050, on table pour l'année 2035 sur une production d'électricité d'environ 7 TWh dans le domaine du photovoltaïque. Avec une production de quelque 500 GWh en 2013 et un accroissement annuel de 300 MWp, comme cela a été le cas pour la première fois en 2013, cet objectif peut être réalisé.

2.2. Evolution du marché

La branche des installations solaires thermiques et celle du PV ont des origines et des structures très différentes. Les installateurs d'installations solaires thermiques sont généralement des techniciens en chauffage qui offrent des installations solaires en complément. Même si, au début, ils développaient parfois leurs propres produits et atteignaient rapidement de bons rendements, le solaire thermique est avant tout un complément pour l'entreprise de chauffage et sanitaire proprement dite.

¹ Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 – Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050 (en allemand), Office fédéral de l'énergie, Prognos SA, septembre 2012



En 2012, on a vendu plus de 120'000 mètres carrés de capteurs solaires. Il s'agit presque exclusivement de nouvelles installations et actuellement, seul un très petit nombre remplace des installations existantes. En Suisse, les capteurs plans représentent la plus grande part de capteurs vendus. Ils sont en forte augmentation depuis 2005 en raison de la hausse des prix de l'énergie et d'un encouragement accru de la part des cantons (Figure 1 à gauche). La demande stagne depuis 2009.

A l'opposé, la branche PV est plus spécialisée et plus spécifique aux produits. Différentes entreprises se sont dès lors spécialisées dans la production d'installations PV. La fabrication de modules PV est plus complexe. Côté produits, le marché a pris une envergure plus internationale. Grâce à l'injection dans le réseau, les installations PV peuvent en outre être dimensionnées indépendamment des besoins propres, si bien qu'on en équipe fréquemment toute la toiture. Contrairement au solaire thermique, un marché de masse a ainsi pu se développer rapidement. Tout cela a généré une évolution très dynamique du marché du photovoltaïque².

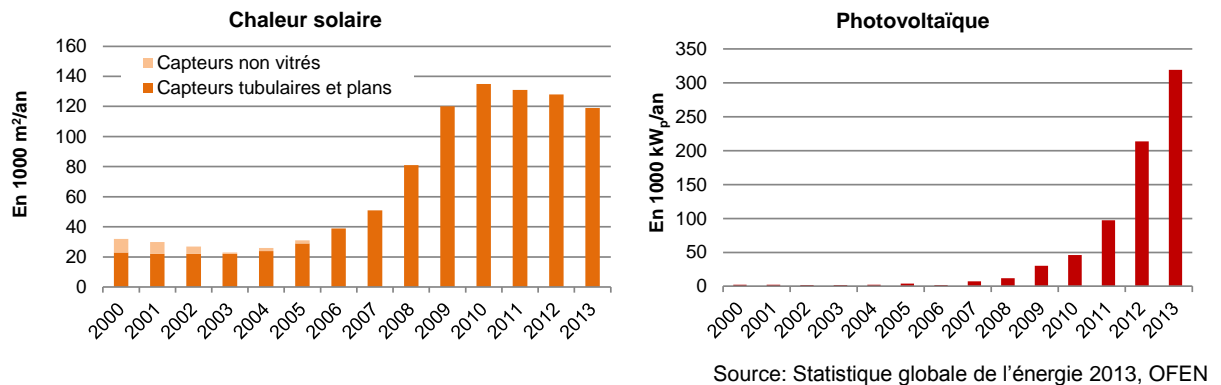


Figure 1 Evolution de la vente annuelle d'énergie solaire

En 2013, on a installé en Suisse des installations PV d'une puissance de 320 MW_p, ce qui représente une surface presque 20 fois plus grande que celle occupée par la chaleur solaire. A la différence de la chaleur solaire, la croissance de la branche a commencé plus tard, mais elle s'est avérée nettement plus forte (Figure 1 à droite).

Cette évolution différente se reflète également dans l'estimation du rendement énergétique des installations mises en place. Au cours des dernières années, la production de chaleur a constamment augmenté pour atteindre environ 500 GWh (Figure 2 à gauche). Longtemps, le photovoltaïque a produit moins de 30 GWh, mais depuis 2008, la production a rapidement progressé jusqu'à plus de 500 GWh en 2013 (Figure 2 à droite).

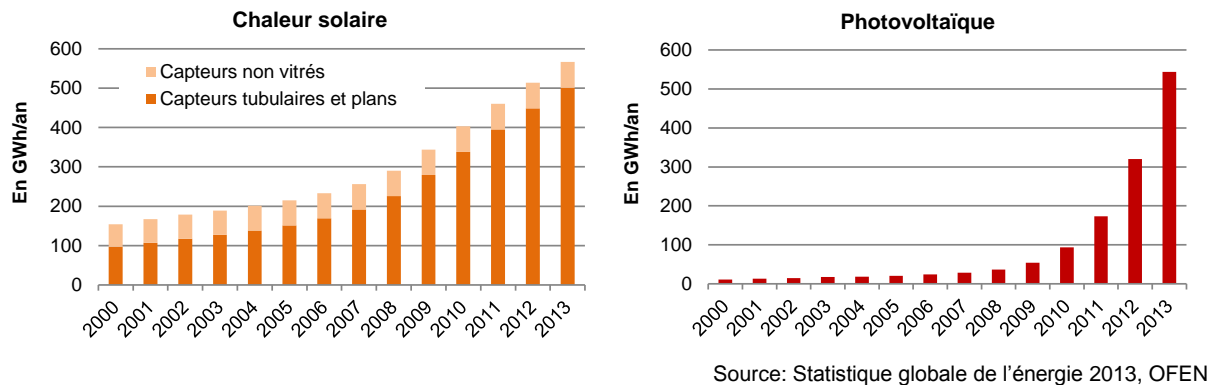


Figure 2 Evolution du rendement énergétique cumulé

² Photovoltaik-Grossanlagen in der Schweiz, Ernst Basler + Partner, mai 2014, p. 10 ss.

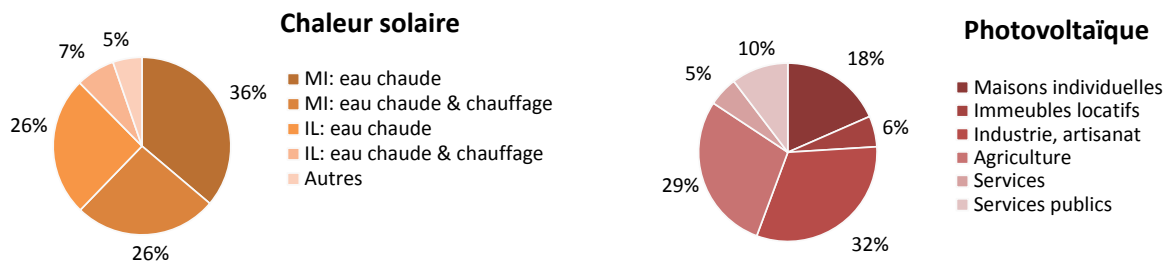


Dans cette comparaison de technologie, on notera cependant que la chaleur est comparée directement avec l'électricité, sans prendre en compte la qualité énergétique différente. Alors que le courant PV peut être injecté dans le réseau électrique et donc utilisé à plusieurs fins (chaleur incluse), la chaleur solaire doit être stockée sur place et utilisée comme telle.

2.3. Utilisation

Aujourd'hui, la grande partie de la chaleur solaire est utilisée pour la production d'eau chaude dans les maisons d'habitation (Figure 3 à gauche). Près de 60% des installations vendues entre 2001 et 2012 servent à la seule préparation d'eau chaude tandis que 30% des installations combinent la production d'eau chaude avec l'appoint au chauffage. Bien que les installations sur les immeubles locatifs (IL) soient plus grandes que sur les maisons individuelles (MI), les maisons individuelles représentent toujours plus de 60% des surfaces vendues.

L'image du photovoltaïque est tout autre. En fait, la plus grande partie des installations est mise en place sur les maisons individuelles. Mais mesurée en termes de puissance installée, cette utilisation ne représente qu'à peine 20% (Figure 3 à droite). La majeure partie de la puissance installée se trouve sur les grandes toitures de l'industrie, de l'artisanat et de l'agriculture.



Source: Recensement du marché solaire de l'énergie, Swissolar 2002 - 2013

Figure 3 Domaines d'application des installations solaires vendues entre 2001 et 2012

2.4. Rendements

2.4.1. Installations PV

Le rendement des installations PV dépend du rendement des cellules photovoltaïques, de l'onduleur et de l'orientation de l'installation. Le rendement idéal caractéristique des cellules photovoltaïques au silicium varie entre 12% et 23%. Le rendement global réel des installations est généralement environ 20% inférieur et oscille donc entre environ 10% et 18%.

Pour comparer le rendement électrique par rapport au rendement thermique, il convient de prendre en considération la qualité énergétique différente des deux formes d'énergie. Cela signifie qu'il faut tenir compte du potentiel technique pour transformer la chaleur en électricité et inversement. Pour ce faire, les scientifiques recourent habituellement au facteur Carnot (voir encadré). Pour faire le lien avec la pratique, on part du principe, à des fins de comparaison, que le courant provenant de l'installation PV est utilisé simultanément pour la production de chaleur avec une pompe à chaleur. En fonction de la température exigée ainsi que de l'efficacité des cellules et de la pompe à chaleur, il en résulte un rendement «thermique» entre 24% et 64% pour les installations PV (Tableau 1).

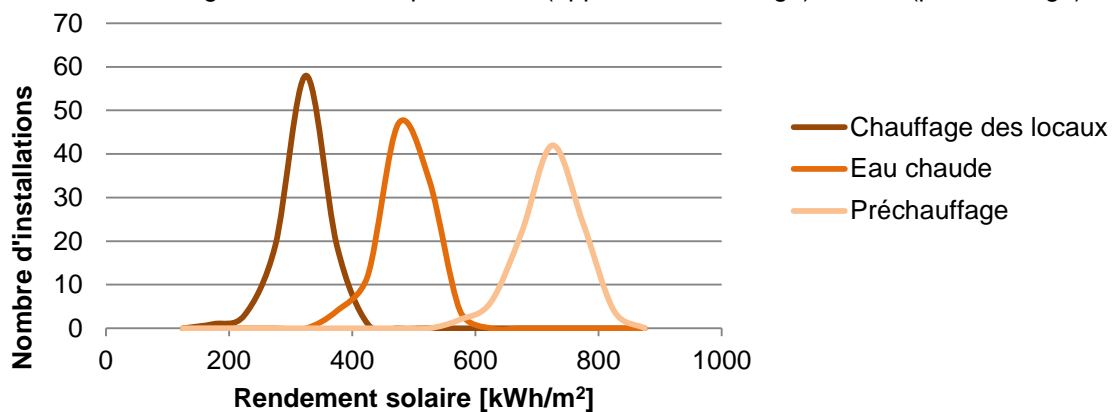


Tableau 1: Rendements des installations PV combinées avec des pompes à chaleur

	bas	haut
Rendement électrique de l'ensemble de l'installation	10%	18%
Rendement thermique (pompe à chaleur, CPA ³ = 2,5)	24%	46%
Rendement thermique (pompe à chaleur, CPA = 3,5)	34%	64%

2.4.2. Installations thermiques

Pour la chaleur solaire, la situation est également complexe, car le rendement dépend fortement du type d'utilisation. Le plus haut rendement de l'installation est ainsi atteint lors du préchauffage solaire de l'eau chaude (le plus souvent dans les immeubles locatifs) (Figure 4). A l'instar de la pompe à chaleur, le rendement d'un capteur augmente lorsque la différence de température diminue. Par ailleurs, le rendement de l'installation augmente lorsque que les pertes thermiques diminuent. Les deux cas de figure se présentent lors du préchauffage de l'eau chaude. La différence de température est faible, car lors du préchauffage, les capteurs solaires chauffent l'eau à un niveau de température plus bas que lors de la préparation d'eau chaude. Les pertes thermiques sont également faibles, car même pendant les journées très ensoleillées, si la stratification de l'accumulateur est conforme, la plus grande partie de la chaleur peut être utilisée. Il en est tout autre pour le chauffage de l'eau chaude (niveau de température plus élevé, davantage de pertes) et l'appoint au chauffage (niveau de température plus élevé, encore davantage de pertes parce que le chauffage n'est pas utilisé en été et que l'installation est ainsi surdimensionnée en cette saison). Le rendement caractéristique des installations de chaleur solaire oscille ici également entre à peine 30% (appoint au chauffage) et 60% (préchauffage).



Source: Analyse 150 SPF-geprüfter Kollektoren, Stephan A. Mathez 2009

Figure 4 Rendements caractéristiques de la chaleur solaire selon l'utilisation des capteurs

³ Le coefficient de performance annuel (CPA) est le rapport entre la chaleur cédée durant l'année et l'énergie électrique absorbée.



Digression sur la thermodynamique

Le second principe de la thermodynamique mentionne qu'il n'est pas possible de construire une machine qui transforme complètement un flux thermique en énergie mécanique ou électrique. En effet, lors de cette transformation, une chaleur résiduelle est toujours restituée à l'environnement. A l'inverse, avec la transformation d'électricité en chaleur, il est possible d'extraire de la chaleur supplémentaire de l'environnement et de la restituer à l'accumulateur de chaleur.

Les limites physiques de la conversion de la chaleur en électricité et vice versa sont reproduites par le processus réversible de Carnot. Celui-ci définit:

- le meilleur rendement théoriquement possible lors de la transformation de chaleur en énergie mécanique ou électrique (Figure 5, partie de gauche),
- l'énergie thermique maximale réalisable avec de l'énergie mécanique ou électrique (Figure 5, partie de droite),

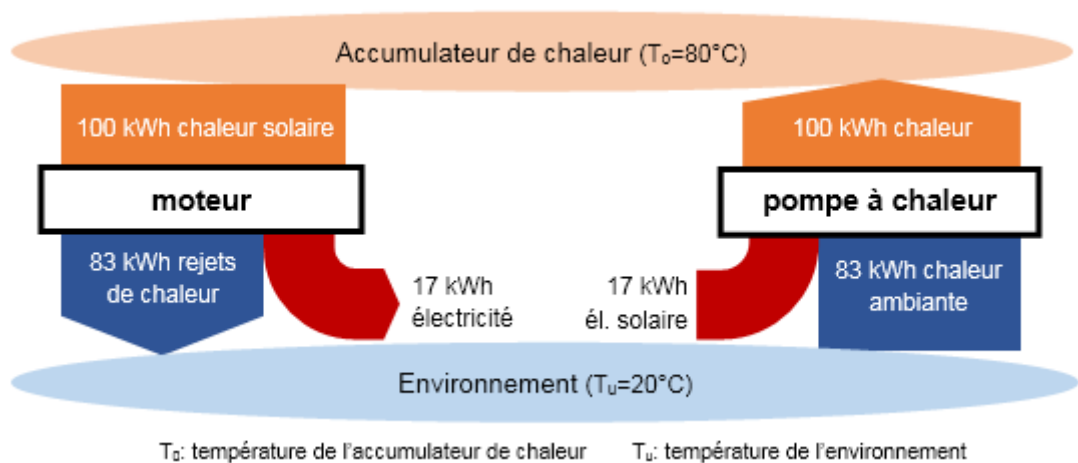


Figure 5 Schéma de la transformation de chaleur solaire en électricité (à gauche) et de chaleur solaire en chaleur (à droite) lors d'un processus réversible de Carnot

Du processus de Carnot peut être déterminé le **facteur de Carnot**. Il définit la valeur thermodynamique de l'électricité par rapport à la chaleur, à un niveau de température donné:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_u}{T_o} = \frac{\text{énergie électrique}}{\text{énergie thermique}} \quad \begin{array}{l} T_u: \text{température ambiante} \\ T_o: \text{température de l'accumulateur de chaleur} \end{array}$$

Il en résulte qu'avec une chaleur de 80°C (353 K) et une température ambiante de 20°C (293 K), le rendement électrique théorique pouvant être atteint s'élève à 17% au maximum. Inversement, avec une température ambiante de 20°C et 17 kWh d'électricité, il est possible de transférer jusqu'à 100 kWh de chaleur à un accumulateur de chaleur ayant une température de 80°C .



2.4.3. Conclusion

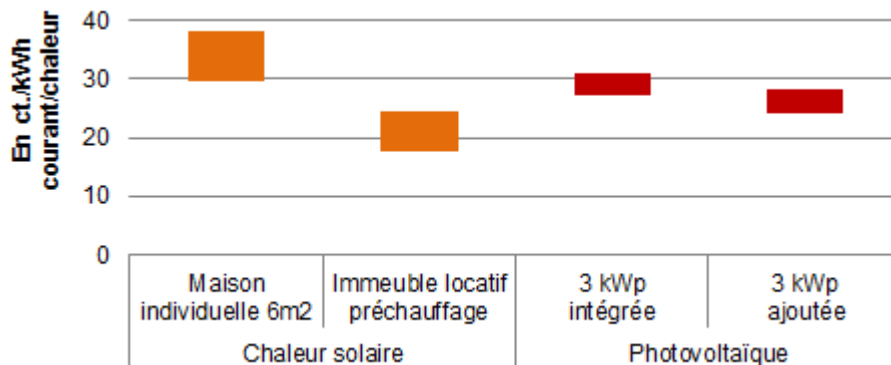
En ce qui concerne l'utilisation de l'énergie solaire, le rendement des systèmes PV et des installations solaires thermiques est à peu près comparable, si l'on prend en compte la qualité différente de la forme d'énergie (électrique ou thermique) qui en découle.

Pour une utilisation optimale de l'énergie solaire, il faut tenir compte du rendement technique, mais aussi d'aspects relatifs à l'exploitation. En l'absence de besoins propres suffisants, l'exploitant d'une installation PV peut injecter le courant produit dans le réseau électrique public. Indépendamment du dimensionnement de l'installation, on a ainsi la garantie que la capacité technique de production est totalement exploitée. La capacité technique de production peut être exploitée intégralement. Pour les installations solaires thermiques, la capacité de production n'est exploitée que s'il existe un accumulateur de chaleur suffisamment grand et une demande de chaleur correspondante. Par conséquent, le rendement de l'installation dépend du profil d'utilisation du consommateur de chaleur, du système de stockage sur place et du dimensionnement de l'installation. En utilisant la chaleur solaire pour la régénération de sondes géothermiques ou en combinaison avec des accumulateurs saisonniers, on peut aussi atteindre un rendement maximum avec les installations solaires thermiques.

2.5. Prix et encouragement

2.5.1. Coûts de production

Les coûts de production de chaleur solaire varient entre 15 et 40 ct./kWh_{th}. Outre la taille de l'installation, le type d'utilisation (appoint au chauffage, production d'eau chaude, préchauffage de l'eau chaude) joue un rôle déterminant (voir aussi le chapitre 2.6). En revanche, les coûts de l'électricité issue des petites installations PV oscillent actuellement entre 24 et 30 ct./kWh_{él}. La Figure 6 représente les coûts de quelques exemples d'installations.



Source: Swissolar

Figure 6 Exemples de coûts de production d'énergie

2.5.2. Evolution des prix

En Suisse, les prix des installations de chaleur solaire ne sont pas systématiquement relevés. Il n'existe donc pas de base fiable indiquant l'évolution des prix au cours des dernières années. En Autriche, on saisit systématiquement les prix. Ils sont toutefois jusqu'à 50% plus bas qu'en Suisse et n'ont guère varié ces dernières années⁴. Selon les informations des producteurs, les coûts des sys-

⁴ *Innovative Energietechnologien in Österreich. Marktentwicklung 2012*, Ministère fédéral des transports, de l'innovation et de la technologie, 2013.



tèmes en Suisse ont récemment diminué. Pour étayer cette affirmation, la Figure 7 montre l'évolution normalisée pour 2009 des prix du produit standard d'un producteur suisse. Selon les indications des fabricants, les prix pour les grandes installations ont connu une baisse un peu plus forte. Une étude de l'Office fédéral de l'énergie a analysé les différences de prix entre la Suisse et l'Autriche et arrive à la conclusion que des réductions de prix de l'ordre de 20% à 30% sont possibles⁵ même en prenant en compte les différents éléments de coûts spécifiques à chaque pays.

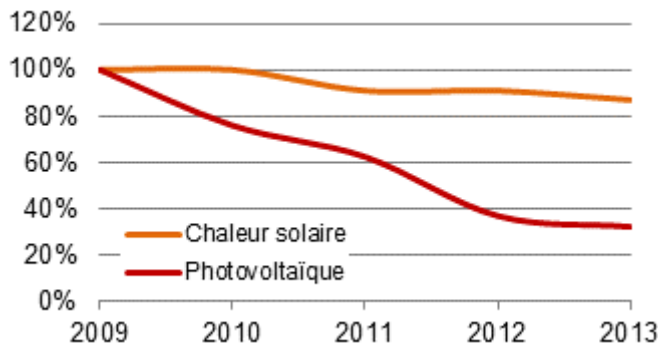


Figure 7 Evolution relative des prix pour les deux technologies solaires (y c. coûts des installations)

En revanche, les prix du photovoltaïque sont relevés systématiquement de différentes manières. Ces dernières années, ils se sont littéralement effondrés. La baisse est notamment due à l'évolution des prix des modules. Ceux-ci ont diminué à cause de la forte augmentation des quantités de modules produits à l'échelle mondiale et de la forte concurrence internationale. D'autres composants ainsi que les coûts d'installation ont aussi connu une baisse. Compte tenu de l'intégration accrue des cellules photovoltaïques dans les éléments de construction (tuiles solaires, éléments de façades), on estime que les coûts pour la pose d'installations PV continueront de baisser, en particulier pour les nouveaux bâtiments.

En Suisse, le prix moyen pour un kilowatt de puissance installée a baissé de presque 70% entre 2009 et 2013 (Figure 7). Par rapport à 2011, l'année où les postulats ont été déposés, les prix ont baissé de 50%. De façon analogue, les taux de rétribution RPC ont également baissé d'environ 70% depuis leur introduction.

2.5.3. Encouragement

Dans la comparaison de l'encouragement du courant PV et de la chaleur solaire, il faut noter que pour la chaleur solaire, seule la consommation propre est encouragée, alors que pour la production d'électricité, on rétribue en principe seulement l'injection dans le réseau public (consommation tierce) (concernant les exceptions, voir ch. 2.5.3.2). Les installations PV destinées exclusivement à la consommation propre et non reliées au réseau électrique public (installations autonomes), ne sont pas soutenues. La base et le financement de l'encouragement public ne sont pas identiques non plus.

2.5.3.1. Installations thermiques

Concernant l'encouragement de la chaleur solaire, il s'agit avant tout d'une mesure visant à réduire les émissions de CO₂ et partant la consommation de combustibles fossiles dans les bâtiments. Les cantons en particulier sont compétents pour les mesures d'encouragement concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments. Depuis l'an 2000, la Confédération octroie des contributions globales aux programmes cantonaux d'encouragement. Jusqu'en 2009, les fonds de la Confédération provenaient du budget ordinaire de l'Etat (environ 13 millions de francs par an) et depuis 2010, dans le cadre du programme Bâtiments de la Confédération et des cantons, de l'affectation partielle de la

⁵ *Preise und Kosten thermischer Solaranlagen*, Ernst Basler + Partner, octobre 2014



taxe sur le CO₂ (environ 60 millions de francs par an pour les contributions globales; partie B du programme Bâtiments).

Depuis l'an 2000, l'encouragement des installations solaires thermiques fait partie des principaux encouragements cantonaux. Ces dernières années, tous les cantons ont soutenu les installations solaires thermiques. Entre 2001 et 2013, les cantons ont ainsi investi quelque 150 millions de francs pour encourager les installations solaires thermiques.

Un renforcement du programme Bâtiments est proposé dans le cadre du message relatif à la Stratégie énergétique 2050. Alors qu'aujourd'hui, environ 350 millions de francs sont consacrés à l'encouragement, l'adoption de ce renforcement permettrait de mettre à disposition quelque 525 millions de francs, dont les deux tiers proviennent de l'affectation partielle de la taxe sur le CO₂. Grâce à ces fonds supplémentaires, les cantons pourraient soutenir davantage les installations solaires thermiques.

Concrètement, l'encouragement de la chaleur solaire provient des cantons par le biais des contributions d'investissement (voir aussi le chapitre 3.3). Les contributions d'encouragement oscillent entre 1,6 et 9 ct./kWh et le montant moyen (pondéré en fonction des quantités) atteignait à peine 3 ct./kWh de chaleur en 2012 (Tableau 2).

Le recul des contributions d'encouragement entre 2010 et 2013 (Figure 8) est principalement dû à une diminution des installations (cf. à ce propos la Figure 1).

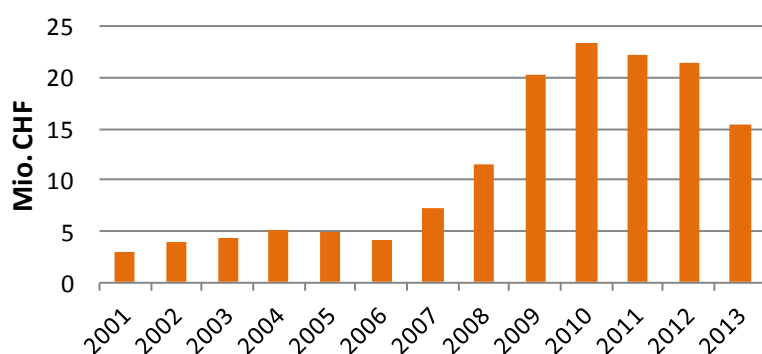


Figure 8 Contributions cantonales d'encouragement pour les installations solaires thermiques de 2001 à 2013 (y c. les contributions globales de la Confédération)

2.5.3.2. Installations PV

Les rétributions du courant issu d'installations PV dans le cadre de la RPC et de la rétribution unique visent en premier lieu une augmentation de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables. Pour les installations rétribuées par la RPC, seule l'électricité injectée dans le réseau public et donc vendue est rétribuée. Le courant produit pour la consommation propre n'est pas rétribué ni encouragé. Depuis 2014, les petites installations jusqu'à 30 kWp peuvent néanmoins être encouragées par une rétribution unique, indépendamment de la part de consommation propre. La rétribution maximale correspond alors à 30% des coûts de l'installation.

Par conséquent, pour comparer avec le courant solaire l'encouragement de la consommation propre de chaleur solaire, on présuppose ici un encouragement par la rétribution unique pour une consommation propre de 100%. En 2014, l'équivalent de l'encouragement aux installations inférieures à 10 kWp oscillait entre 4,2 et 6,2 ct./kWh d'électricité⁶. Si ce courant était utilisé pour produire de la cha-

⁶ Hypothèse 25 ans x production de 1000 kWh/kWp



leur avec une pompe à chaleur, il résulterait un encouragement oscillant entre 1,7 et 4,1 ct./kWh de chaleur. Les contributions d'encouragement supplémentaires pour les pompes à chaleur nécessaires sont également incluses (voir Tableau 2 et Figure 9).

Tableau 2: Encouragement de l'énergie solaire en Suisse

	Encouragement	Commentaire
Chaleur solaire	2,9 ct./kWh _{th}	Moyenne des cantons pondérée en fonction des quantités, 2012
Photovoltaïque	4,2 - 6,2 ct./kWh _{él} 1,7 - 2,5 ct./kWh _{th} 3,5 - 4,1 ct./kWh _{th}	Encouragement par une rétribution unique (< 10kW _p) Equivalent de chaleur avec pompe à chaleur à air (CPA 2,5) Equivalent de chaleur avec pompe à chaleur à sondes géothermiques (CPA 3,5) y c. 2,3 ct./kWh _{th} d'encouragement des pompes à chaleur

Source: Chaleur solaire et pompes à chaleur⁷, photovoltaïque⁸

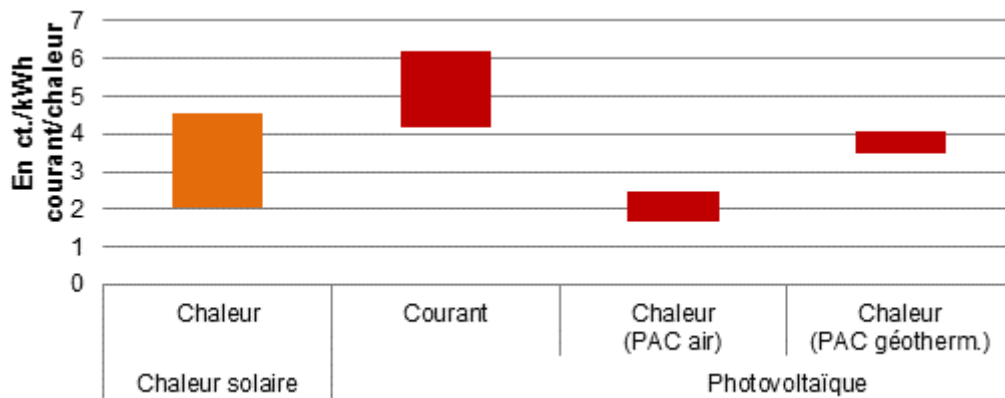


Figure 9 Encouragement de l'énergie solaire en Suisse

⁷ Contributions globales aux cantons conformément à l'art. 15 LEne, Office fédéral de l'énergie, 2013

⁸ Cahier technique Photovoltaïque No 1, Swissolar 2014



2.6. Choix de la technologie

2.6.1. Domaines d'application des installations solaires thermiques

Le postulat 11.3350 demande qu'on examine si, pour les maisons d'habitation, la chaleur solaire doit être considérée comme une condition préalable obligatoire pour l'encouragement du photovoltaïque. Une installation solaire thermique comme condition préalable ne ferait cependant sens que si une utilisation optimale était garantie dans chaque cas.

Pour qu'une installation solaire thermique puisse injecter de l'énergie dans le système d'eau chaude, elle a besoin d'un rayonnement solaire direct en particulier pendant le semestre d'hiver. Sinon, la température est insuffisante pour augmenter la température existante dans le réservoir d'eau chaude. Pour couvrir les besoins en eau chaude même en cas d'absence prolongée de rayonnement solaire direct, on combine généralement les installations solaires thermiques avec d'autres systèmes de chauffage. L'adéquation d'une installation solaire thermique dépend du système de chauffage principal.

Systemes de chauffage (chauffages à bois, à mazout ou à gaz):

Entre le printemps et l'automne, une installation solaire thermique permet de réduire drastiquement la consommation de bois, de mazout ou de gaz pour la préparation d'eau chaude, ce qui diminue également les émissions de CO₂. Du point de vue écologique et en partie aussi économique, une combinaison de systèmes de chauffage avec des installations solaires thermiques est judicieuse.

Pompes à chaleur:

Aujourd'hui, les pompes à chaleur sont les systèmes de chauffage les plus fréquents dans les nouveaux bâtiments. Dans ce cas, une installation solaire thermique traditionnelle pour l'utilisation directe de la chaleur n'est guère opportune, car le meilleur rendement de l'installation solaire thermique concerne précisément les mois où le fonctionnement de la pompe à chaleur est optimal (du printemps à l'automne).

Si la pompe à chaleur prélève la chaleur au moyen d'une sonde géothermique, l'utilisation d'installations solaires thermiques pour régénérer la sonde peut néanmoins s'avérer judicieuse. Le refroidissement de la zone entourant la sonde est ainsi plus faible, ce qui améliore le coefficient de performance annuel de la pompe à chaleur. Cela est notamment le cas dans les régions à forte densité de sondes. Pour régénérer les sondes géothermiques, on peut également utiliser des capteurs solaires non vitrés et à moindre prix ou des modules hybrides qui produisent aussi bien de la chaleur que de l'électricité (chapitre 2.6.4).

Accumulation saisonnière:

Pour que le fonctionnement d'une installation solaire thermique soit optimal, les besoins en chaleur doivent correspondre à la production maximale possible. Selon la taille de l'accumulateur, on enregistre au semestre d'été souvent un excédent de chaleur inutilisable. Au semestre d'hiver, la production doit être complétée par le système de chauffage principal.

Les accumulateurs suffisamment grands permettent de transférer au semestre d'hiver la chaleur solaire produite pendant le semestre d'été, comme l'a démontré l'entreprise Jenni Energietechnik SA par différents exemples. Ainsi, une installation solaire thermique peut aussi être exploitée en mode monovalent, c'est-à-dire sans système de chauffage supplémentaire. Mais de telles solutions nécessitent beaucoup d'espace, génèrent des coûts supplémentaires et sont souvent difficilement réalisables, voire irréalisable dans les bâtiments existants.



2.6.2. Domaines d'application des installations PV

Les installations PV raccordées au réseau électrique peuvent en tout temps y injecter l'énergie produite. Elles peuvent dès lors être dimensionnées indépendamment des besoins en électricité et du profil d'utilisation des habitants, sans que cela ait une influence quelconque sur le rendement global. L'énergie excédentaire est utilisée ailleurs. C'est pourquoi en été, surtout lors de faibles besoins ou de besoins irréguliers en eau chaude, une installation PV est plus judicieuse pour utiliser l'énergie solaire qu'une installation solaire thermique. Si à l'avenir le photovoltaïque se développe suffisamment pour couvrir une part prépondérante des besoins en électricité, il faudra éventuellement se poser la question de l'accumulation saisonnière pour cette technologie.

Les installations PV peuvent notamment aussi se combiner avec des pompes à chaleur dans les nouveaux bâtiments ou dans les bâtiments existants bien isolés. Avec une réglementation correspondante des pompes à chaleur, la consommation propre de courant solaire peut être considérablement augmentée.

Par ailleurs, en équipant d'installations PV les surfaces entières des toitures ou des façades, on obtient un rendement optimal. Le plus souvent, l'intégration au bâtiment est aussi améliorée. A la différence d'une installation thermique, les installations PV produisent également du courant dans des conditions de lumière diffuse.

2.6.3. Intégration au bâtiment

Suite au développement du solaire, les produits ont aussi évolué. L'intégration architectonique des installations revêt de plus en plus d'importance. Les installations intégrées au bâtiment ou aux éléments de construction offrent deux avantages essentiels: l'esthétique de la construction peut constituer un critère de sélection pour une installation solaire et pour les nouveaux bâtiments, les frais de montage peuvent fréquemment être intégrés dans les coûts normaux de construction.

Les technologies intégrées au bâtiment existent aussi bien pour les installations thermiques que pour les installations photovoltaïques et l'intégration au bâtiment ne se limite pas aux surfaces de toitures. L'énergie solaire est de plus en plus utilisée sur les façades, les allèges et autres éléments du bâtiment. En hiver, quand les besoins en électricité et en chaleur sont élevés, les installations intégrées aux façades sont souvent plus productives que les installations intégrées au toit.

Une multitude de possibilités d'intégration au bâtiment se sont notamment développées pour les installations PV, comme par exemple les modules PV semi-transparentes comme éléments d'ombrage ou différents concepts de couleurs. Des directives sur le choix des technologies lors de l'encouragement de l'utilisation de l'énergie solaire seraient une entrave inutile à de tels développements en matière d'intégration au bâtiment.

Si l'on met en place une installation solaire thermique comme appoint au chauffage, le toit n'est pas nécessairement plus indiqué que la façade. Notamment dans les bons ou très bons nouveaux bâtiments, la période de chauffage devient de plus en plus courte et se limite parfois seulement aux mois d'hiver, de décembre à février. Précisément pendant les mois d'hiver, où le toit et l'installation solaire risquent d'être recouverts de neige, une solution de façade peut s'avérer nettement plus efficace. Une installation PV recouvrant toute la surface du toit n'empêche pas forcément l'utilisation thermique de l'énergie solaire sur ce bâtiment.

2.6.4. Modules hybrides

Différents fabricants proposent aussi ce qu'on appelle des modules hybrides, qui combinent l'utilisation solaire thermique et l'utilisation photovoltaïque: l'eau est en même temps chauffée par des boucles de refroidissement dans les modules PV. Ce type de modules convient particulièrement bien à la chaleur solaire de basse température telle qu'utilisée pour la régénération des sondes géother-



miques ou en combinaison avec des accumulateurs de glace. Le refroidissement des modules PV permet d'obtenir un meilleur rendement dans la production d'électricité, tandis que la régénération de la sonde géothermique permet de réaliser un meilleur coefficient de performance annuel de la pompe à chaleur et donc de réduire les besoins en électricité.

3. Incitations déjà en place pour les installations solaires thermiques

Les cantons en particulier sont responsables des mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments (art. 89, al. 4, Cst.). De plus, dans le domaine de l'aménagement du territoire, la Confédération ne dispose que d'une compétence législative limitée aux principes (cf. art. 75, Cst.). Le droit de la construction reste par ailleurs dans le domaine de compétence des cantons. Les mesures concernant la chaleur solaire (réglementation, encouragement, etc.) relèvent donc en premier lieu des cantons. Le présent chapitre indique les différentes incitations déjà en place pour la chaleur solaire.

3.1. Prescriptions cantonales

Compte tenu du modèle de prescriptions énergétiques développé en commun au cours des dernières années, les cantons ont maintenant des prescriptions très proches les unes des autres.

Concernant la chaleur solaire, l'article 1.20 de l'actuel Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) est déterminant. Il stipule que les nouveaux bâtiments et les extensions de bâtiments existants doivent être construits et équipés de sorte que les énergies non renouvelables ne couvrent pas plus de 80% des besoins de chaleur admissibles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Cette prescription peut être respectée grâce à une amélioration de l'isolation thermique ou à l'utilisation d'énergies renouvelables. Quatre des onze solutions standard pour répondre à cette exigence mentionnent l'installation de capteurs solaires. La mise en œuvre de cette prescription est donc une incitation importante pour installer des capteurs solaires. Au début des années 2000, cette prescription a été reprise dans la législation de la plupart des cantons et elle s'applique aujourd'hui quasiment sur l'ensemble du territoire⁹.

Certains cantons ont défini d'autres exigences ou des exigences supplémentaires dans leur législation énergétique. Par exemple:

- Dans le canton de Bâle-Campagne, au moins 50% de l'eau chaude domestique doivent être couverts par des énergies renouvelables dans les nouveaux bâtiments et lors du renouvellement intégral de chauffe-eau électriques centralisés. Des dérogations sont accordées dans des cas particuliers.
- Le canton de Bâle-Ville applique en principe la même prescription que Bâle-Campagne, mais elle s'applique également lors du remplacement du chauffage. Lors de son introduction en 2010, cette nouvelle prescription a rencontré des oppositions. Entre-temps, les esprits se sont calmés et la mise en œuvre est effective.
- Dans le canton de Berne, au moins 50% de la consommation d'eau chaude doivent être couverts par des énergies renouvelables dans les nouveaux bâtiments. La production d'énergie renouvelable est prise en compte dans le calcul de la part maximale d'énergies non renouvelables.
- Le canton de Genève exige qu'au moins 30% de la consommation d'eau chaude soient cou-

⁹ Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie et SuisseEnergie, *Etat de la politique énergétique dans les cantons*, Rapport annuel 2012-2013



verts par l'énergie solaire dans les nouveaux bâtiments ou lors de l'assainissement de la toiture. Il existe plusieurs exceptions, comme par exemple pour les bâtiments raccordés au réseau de chauffage à distance ou chauffés au bois ou par une pompe à chaleur efficace. Comme cette réglementation risque de retarder l'assainissement des toitures, ces installations bénéficient toujours d'un encouragement financier malgré la prescription.

- Dans le canton de Neuchâtel, une exigence supplémentaire est en vigueur depuis 2013 pour les nouveaux bâtiments. Au moins 50% de l'eau chaude domestique doivent être couverts par la chaleur solaire (ou le volume énergétique équivalent de photovoltaïque). La chaleur solaire n'est pas prise en compte dans la part prescrite de 20% de renouvelable. D'autre part, lors du remplacement du chauffe-eau, l'installateur est tenu de proposer au moins une variante avec capteurs solaires.
- Dans le canton de Vaud, une exigence supplémentaire est en vigueur depuis 2006 pour l'eau chaude dans les nouveaux bâtiments. Elle a été légèrement adaptée au 1^{er} juillet 2014. Au moins 30% des besoins en eau chaude doivent être couverts par la chaleur solaire, le bois, les rejets de chaleur ou par un réseau énergétique alimenté en grande partie par des énergies renouvelables. La limite a été fixée à 30% afin d'augmenter la rentabilité des installations dans les immeubles locatifs. Dans les maisons individuelles, on atteint généralement une part plus élevée. En plus des exigences concernant l'eau chaude, les nouveaux bâtiments doivent couvrir 20% de leur consommation électrique avec des énergies renouvelables (principalement du photovoltaïque).

Ces prescriptions cantonales ont pour conséquence que les installations solaires thermiques sont mises en place pour respecter les dispositions légales dans les nouveaux bâtiments et de plus en plus dans les bâtiments existants.

3.2. Procédures d'autorisation

Pendant longtemps, les procédures d'autorisation ont constitué des obstacles importants à la mise en place d'installations solaires. Elles peuvent donner lieu à des charges administratives et à des retards du projet de construction, mais également créer une incertitude quant à la possibilité de construire l'installation.

Jusqu'à présent, les procédures d'autorisation étaient très différentes les unes des autres. Encore récemment à l'échelon national, la directive de la loi sur l'aménagement du territoire stipulait que les installations peuvent être autorisées si elles sont soigneusement intégrées et ne causent aucun préjudice aux monuments naturels et culturels d'importance cantonale ou nationale. La formulation «soigneusement intégrées» laissait une grande marge d'interprétation et a effectivement donné lieu à des interprétations diverses. Depuis le 1^{er} mai 2014, la version révisée de la loi est en vigueur: elle prévoit que les installations solaires «suffisamment adaptées» au toit ne nécessitent pas d'autorisation et doivent être simplement annoncées à l'autorité compétente (art. 18a LAT). Un permis de construire est toutefois nécessaire pour les monuments d'intérêt national ou cantonal. A part cela, les intérêts de l'utilisation de l'énergie solaire doivent en principe avoir explicitement la primauté sur les objectifs esthétiques.

La nouvelle réglementation simplifie et unifie les procédures d'autorisation pour les installations solaires en Suisse. Les procédures d'autorisation ne sont plus un obstacle à l'utilisation de l'énergie solaire à grande échelle.



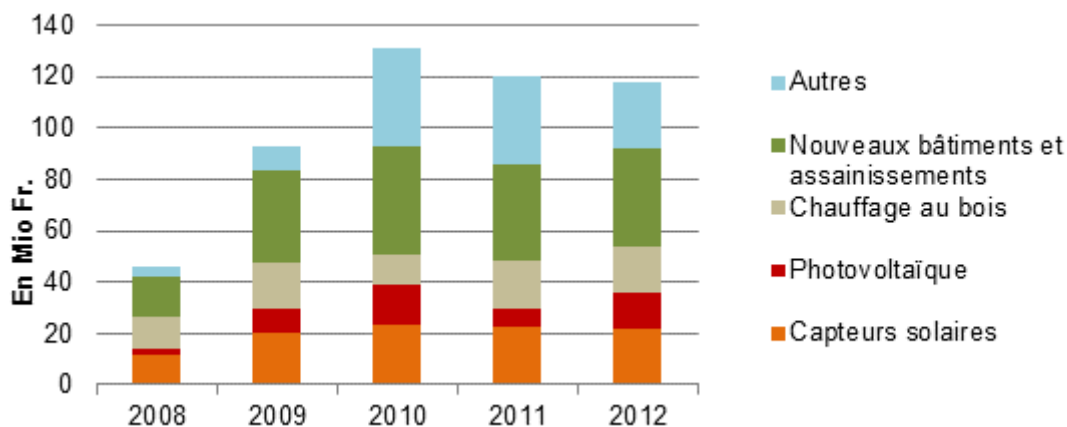
3.3. Soutien financier direct

Les contributions financières d'encouragement pour la pose de capteurs solaires améliorent la rentabilité des installations. Par ailleurs, l'encouragement par l'Etat renforce la confiance des investisseurs et des établissements financiers dans la technologie. Actuellement, sur l'ensemble du territoire, l'encouragement est subordonné à un certificat de qualité («Solar Keymark»), ce qui influence aussi la qualité des installations sur le marché.

Depuis de nombreuses années déjà, les cantons encouragent les capteurs solaires dans le cadre de vastes programmes d'encouragement (Figure 10). Ceux-ci sont principalement menés par les cantons et soutenus par les contributions globales de la Confédération. En 2009, les fonds d'encouragement ont connu une forte hausse, car la Confédération a nettement augmenté les contributions globales dans le cadre d'un programme conjoncturel et la plupart des cantons ont alors aussi augmenté leurs budgets d'encouragement. Depuis 2010, les contributions globales sont financées par l'affectation partielle de la taxe sur le CO₂ (art. 34 de la loi sur le CO₂) et sont supérieures à la période d'avant 2009, quand elles étaient prélevées sur le budget de la Confédération.

En 2012, le soutien financier, qui varie d'un canton à l'autre, a couvert entre 10% et 30% des coûts d'investissement. La moyenne de l'ensemble des cantons s'élevait à 15% environ, indépendamment de la taille de l'installation. Pour les grandes installations, la majorité des cantons baissent la part relative d'encouragement, alors que d'autres cantons la relèvent.

Au cours des cinq dernières années, l'encouragement direct des capteurs solaires a représenté entre 20% et 25% des fonds d'encouragement versés. Il faut noter que les prescriptions légales des cantons (voir chapitre 3.1) et p. ex. également l'encouragement Minergie (dans la Figure 10, dans la catégorie «Nouveaux bâtiments et assainissements») soutiennent indirectement l'installation de capteurs solaires, puisque les normes Minergie exigent des pourcentages minimaux d'énergies renouvelables, qui sont produits en partie par des capteurs solaires.



Source: Contributions globales aux cantons selon l'art. 15 LEne, Office fédéral de l'énergie, 2009-2013

Figure 10 Encouragement des cantons entre 2008 et 2012 (versements déclarés à la Confédération uniquement)

La Figure 10 montre que les cantons soutiennent aussi la technologie PV. Il s'agit avant tout de programmes avec lesquels certains cantons suppléent à l'absence de soutien jusqu'à l'octroi de la RPC.



3.4. Soutien financier au moyen de déductions fiscales

Pour l'impôt fédéral direct, les mesures énergétiques peuvent être déduites du revenu à hauteur de 100%, même si elles créent une plus-value. A quelques exceptions près, tous les cantons ont repris cette règle. Cela favorise encore davantage les investissements dans l'utilisation de la chaleur solaire, en particulier pour les maîtres d'ouvrage à revenus élevés.

Il n'existe pas de statistiques nationales sur les recettes fiscales auxquelles la Confédération et les cantons renoncent en encourageant la chaleur solaire par le biais de déductions fiscales.

3.5. Taxe sur le CO₂

Depuis 2008, on prélève en Suisse une taxe CO₂ sur les combustibles. Il s'agit d'une taxe incitative visant à encourager une utilisation économe des combustibles fossiles. Depuis le 1^{er} janvier 2014, la taxe s'élève à 60 francs par tonne de CO₂.

Suite au renchérissement des combustibles fossiles, la rentabilité des installations solaires thermiques augmente par rapport aux chauffages à mazout et à gaz, qui crée indirectement une incitation supplémentaire à utiliser la chaleur solaire.

3.6. Information et conseil, assurance qualité, formation et perfectionnement

Nombreux sont les propriétaires de bâtiments n'ayant pas les connaissances nécessaires sur les installations de chaleur solaire (utilisation, fiabilité, rentabilité, etc.). Selon d'anciens sondages, beaucoup de propriétaires ne connaissent pas les coûts, le taux de couverture et la durée de l'installation¹⁰.

Dans la ville de Zurich, nombre de maîtres d'ouvrages ont affirmé dans un sondage que les installations solaires ne sont pas rentables, bien qu'ils n'aient pas effectué de calculs. Par ailleurs, ils ne connaissaient pas l'aide existant à l'époque et estimaient que les charges pour une autorisation étaient considérables, bien que déjà en ce temps-là, aucune autorisation n'était nécessaire à Zurich pour les installations jusqu'à 35 m².¹¹

Des renseignements et des conseils suffisants constituent une base importante pour la décision d'achat. L'utilisation des contributions directes d'encouragement nécessite aussi des informations et un accompagnement: les informations et les conseils complètent l'encouragement direct et augmentent son efficacité. Il est également très important de disposer de suffisamment de spécialistes pour répondre de manière optimale à une demande croissante. La garantie d'offres d'information et de conseil ainsi que la promotion d'offres de formation de la Confédération et des cantons (notamment dans le cadre de SuisseEnergie) ainsi que des associations professionnelles comme Swissolar apportent un soutien important à la chaleur solaire.

4. Future conception des instruments d'encouragement

Pour quelques instruments décrits au chapitre 3, des modifications sont déjà prévues. Cela vaut notamment pour les prescriptions cantonales et pour la taxe sur le CO₂.

¹⁰ Office fédéral de l'énergie, 2002: *Marktchancen und Markthindernisse der thermischen Solarenergie*. Programme de recherche énergétique CEE

¹¹ econcept 2007: *Einsatz von Sonnenkollektoren auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Markthemmnisse und Massnahmen zu ihrer Überwindung*



4.1. Prescriptions cantonales

Au début janvier 2015, l'assemblée plénière de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) a adopté la nouvelle révision du Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Les prescriptions énergétiques harmonisées deviennent ainsi plus restrictives et adaptées à l'état de la technique.

La prescription nouvellement prévue lors du remplacement d'une chaudière revêt la plus grande importance. Lors du remplacement d'une chaudière à gaz ou à mazout, il faut veiller à ce que la proportion d'énergie non renouvelable ne dépasse pas 90% des besoins en chaleur. Alors que jusqu'à présent les prescriptions pour la production de chaleur concernaient presque exclusivement les nouveaux bâtiments, les bâtiments existants sont désormais concernés. Le recours aux capteurs solaires est l'une des onze solutions standard proposées pour respecter cette prescription. Comme cette prescription concerne les bâtiments existants, elle revêt une grande importance par rapport aux volumes: chaque année, environ 4% des générateurs de chaleur à gaz ou à mazout sont remplacés.

Une autre prescription concernant les bâtiments existants est l'obligation d'assainir prévue pour les chauffe-eau électriques. Dans un délai de 15 ans, les chauffe-eau centraux électriques doivent être remplacés par d'autres installations. Cela ouvre des possibilités supplémentaires pour la chaleur solaire.

S'agissant des nouveaux bâtiments, il est nouvellement prévu qu'une partie de l'électricité doit être autoproduite; sinon, une taxe compensatoire doit être acquittée. Cette prescription visant le photovoltaïque incitera dans bien des cas les propriétaires à recouvrir la surface du toit qui s'y prête de modules PV. Cela peut provoquer un conflit potentiel par rapport à l'utilisation de la chaleur solaire sur les nouveaux bâtiments. Dans le même temps, avec de telles dispositions, les maîtres d'ouvrages consacreront une attention particulière à l'utilisation des surfaces du toit et des façades pour l'énergie solaire, afin de trouver des solutions intéressantes au plan esthétique et économique. Ces mesures stimulent le marché du solaire dans le domaine de l'électricité et de la chaleur.

Les autres réglementations qui influenceront le recours à la chaleur solaire conformément au projet du modèle de prescriptions énergétiques sont les suivantes:

- Les prescriptions pour la chaleur renouvelable dans les nouveaux bâtiments et lors d'extensions doivent être renforcées pour atteindre le niveau actuel des exigences Minergie.
- Les chauffages centraux électriques et les chauffe-eau centraux électriques doivent être obligatoirement remplacés par d'autres systèmes de chauffage dans un délai de 15 ans.
- Les bâtiments et les installations des collectivités publiques seront alimentés d'ici 2050 à hauteur de 100% sans combustibles fossiles.
- Production propre d'électricité exigée pour les nouveaux bâtiments: l'installation productrice d'électricité – située à l'intérieur, sur le toit ou sur les façades des nouveaux bâtiments – doit avoir une surface de référence énergétique d'au moins 10 W par m² ou produire au moins 30 kW au total.

4.2. Augmentation de la taxe sur le CO₂ et encouragement

Conformément au droit en vigueur sur le CO₂, la taxe sur le CO₂ augmente automatiquement si les objectifs d'émissions de CO₂ prédéfinis ne sont pas atteints. A partir du 1^{er} janvier 2016, selon les objectifs réalisés, la taxe sera maintenue à 60 francs ou passera à 72 francs, ou à 84 francs. Une deuxième phase est prévue pour 2018. Si les objectifs ne sont pas atteints, le montant de la taxe sera alors de 96 francs ou de 120 francs. Le nouveau projet du Conseil fédéral, dans la Stratégie énergétique 2050, prévoit qu'avec la mise en vigueur de la version totalement révisée de la loi sur l'énergie,



ce montant minimal doit passer de 36 à 84 francs/t CO₂. Les majorations de prix sur les combustibles fossiles figurent dans le Tableau 3.

Tableau 3: Majorations de prix sur les combustibles fossiles en fonction de différents taux de la taxe sur le CO₂

Agent énergétique	Unité	Taxe 60 CHF	Taxe 72 CHF	Taxe 84 CHF	Taxe 96 CHF
Mazout	CHF/100l	16	19	22	25
Gaz naturel	Ct./kWh	1,2	1,4	1,7	1,9

Les installations solaires thermiques profitent doublement d'une augmentation de la taxe sur le CO₂. D'une part, l'économie accrue des coûts pour les combustibles fossiles améliore la rentabilité des installations solaires. D'autre part, un effet supplémentaire est dû au fait qu'une augmentation de la taxe entraîne également une augmentation des fonds disponibles de l'affectation partielle pour le programme Bâtiments.

5. Réponses aux questions

5.1. Postulat 11.3350 «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques»

Le postulat «Ne pas privilégier le photovoltaïque par rapport aux capteurs solaires thermiques» défend la thèse selon laquelle les installations solaires thermiques seraient plus efficaces que les installations PV et que par conséquent, avant d'équiper une maison d'habitation d'une installation photovoltaïque subventionnée, il faudrait d'abord l'équiper d'une installation solaire thermique pour la préparation de l'eau chaude. Comme constaté au chapitre 2.4, il est difficile de comparer le produit chaleur avec le produit électricité. Les deux formes d'énergie ont des qualités et des domaines d'application très différents. Si l'on utilise, avec la plus grande efficacité possible, l'électricité au moyen de pompes à chaleur pour produire de la chaleur pour le chauffage ou la préparation d'eau chaude, on estime que le rendement thermique d'une installation PV est comparable au rendement d'une installation solaire thermique directe. En fin de compte, les équipements techniques et le profil de l'habitant en termes d'utilisation de chaleur déterminent quelle technologie est plus efficace et plus judicieuse.

Alors que le courant provenant d'une installation PV peut être en tout temps injecté dans le réseau électrique public, la chaleur solaire reste inutilisée si les besoins à court terme en chaleur ou en eau chaude ne correspondent pas au volume de la production possible. Le stockage saisonnier, tel que réalisé par l'entreprise Jenni Energietechnik mentionnée dans le postulat, permet certes d'accroître le rendement solaire. De telles solutions sont intéressantes dans les nouveaux bâtiments, mais souvent difficilement réalisables, voire irréalisables en raison du manque d'espace dans les bâtiments existants. Les réseaux de chauffage publics (réseaux basse température ou réseaux anergie) avec accumulateurs de chaleur saisonniers, qui se prêteraient également à l'utilisation de la chaleur solaire, sont encore peu répandus en Suisse.

Plusieurs cantons favorisent déjà par des prescriptions et des contributions d'encouragement les installations solaires thermiques dans les nouveaux bâtiments. Des prescriptions selon lesquelles les installations PV sur les maisons d'habitation ne devraient bénéficier de contributions du fonds RPC que si une installation solaire thermique est installée, auraient pour conséquence principale que l'on construirait moins d'installations PV. Cela serait contraire aux objectifs de la Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral. Il faut donc renoncer par principe à privilégier une technologie et laisser au



maître d'ouvrage, dans le cadre des prescriptions légales, le libre choix du système d'utilisation de l'énergie solaire.

5.2. Motion 11.3417 «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur»

La motion «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur», transmise en tant que mandat d'examen au Conseil fédéral, a chargé celui-ci d'étudier l'opportunité d'un système d'incitation en vue de promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur pour les maisons d'habitation et ensuite de faire rapport. Au chapitre 2.5, le soutien financier de la chaleur solaire par les cantons a été comparé avec l'encouragement des installations photovoltaïques par le fonds RPC. Il faut relever que, lors de l'encouragement de la chaleur solaire, seule la production d'énergie pour la consommation propre est encouragée. Mais concernant les installations PV, les contributions financières directes n'encouragent en principe que l'injection de courant dans le réseau électrique public.

Différents systèmes d'incitation existants en faveur de la chaleur solaire ont été expliqués au chapitre 3. Il faut noter que, conformément à l'art. 89, al. 4, Cst., les cantons en particulier sont compétents pour les mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments. Par ailleurs, sur la base de l'art. 18a de la loi sur l'aménagement du territoire, il existe dans tous les cantons des allègements pour la mise en place d'installations solaires thermiques.

Le programme Bâtiments de la Confédération et des cantons constitue déjà un vaste programme en vue de la promotion des installations solaires servant à la production de chaleur pour les maisons d'habitation (voir chapitre 3.3). D'autre part, les cantons planifient des dispositions légales sur le remplacement des chauffages fossiles qui favorisent la mise en place d'installations solaires thermiques et rendront l'encouragement obsolète à moyen terme (chapitre 4.1). Un système d'incitation financier supplémentaire provoquerait un double encouragement et un recoupement avec des prescriptions légales à forts effets d'aubaine. Il faut renoncer à la création d'un système d'incitation financier supplémentaire.

6. Conclusions finales

Le présent rapport «Comparaison de technologie: chaleur solaire et photovoltaïque» décrit et compare les aspects techniques, les systèmes d'incitation existants et la situation du marché pour l'utilisation de l'énergie solaire avec des installations thermiques et photovoltaïques.

Une comparaison des qualités énergétiques de l'électricité et de la chaleur montre que les deux technologies sont comparables quant aux rendements techniques. S'agissant du rendement thermique possible, les installations photovoltaïques affichent des degrés d'efficacité oscillant entre 24% et 64%, alors que les valeurs se situent entre 30% (appoint au chauffage) et 60% (préchauffage de l'eau) pour les installations solaires thermiques. Cependant, les deux technologies se caractérisent par des qualités et des domaines d'application très différents. En fin de compte, l'intégration de l'installation au système global et les profils d'utilisation, notamment de la chaleur, déterminent la technologie la plus efficace pour chaque cas particulier.

Les deux technologies présentent des différences dans les systèmes d'encouragement. Alors que le photovoltaïque est encouragé surtout par la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC), donc par un instrument de la Confédération, ce sont en particulier les cantons qui sont actifs dans l'encouragement de la chaleur solaire. En l'occurrence, il convient de prendre en compte que l'encouragement du photovoltaïque ne concerne en principe que l'énergie injectée dans le réseau



électrique public. Par contre, s'agissant de la chaleur solaire, c'est la production d'énergie solaire pour la consommation propre qui est encouragée.

Les installations solaires thermiques bénéficient déjà de plusieurs mesures incitatives: directives cantonales, procédures d'autorisation simplifiées, avantages fiscaux, contributions financières. Les instruments pour promouvoir la chaleur solaire sont nombreux. Actuellement, la Confédération participe déjà indirectement à l'encouragement des installations solaires thermiques avec les contributions globales aux programmes cantonaux d'encouragement. Le durcissement des prescriptions pour l'utilisation de la chaleur renouvelable et une augmentation de la taxe CO₂ sur les combustibles créent des incitations supplémentaires pour la construction d'installations solaires thermiques.

Par rapport à la situation du marché, les installations PV ont connu un essor considérable au cours des cinq dernières années, notamment grâce au développement des technologies et des marchés à l'échelle mondiale, aux contributions de la RPC et à une forte baisse des coûts des installations.

Dans le même laps de temps, une évolution des coûts n'est guère perceptible pour les installations solaires thermiques malgré l'encouragement de cette technologie. Si l'on prend en compte la qualité énergétique différente de l'électricité et de la chaleur, les installations PV présentent souvent une meilleure efficacité du point de vue économique et aussi énergétique. C'est pourquoi il n'est pas justifié d'offrir aux installations solaires thermiques des avantages commerciaux en les imposant comme condition de base pour l'encouragement des installations PV. Cela serait contraire à la stratégie actuelle adoptée dans le domaine de la législation et de la promotion, une stratégie qui consiste à imposer des objectifs et non pas des mesures. Au final, l'extension des énergies renouvelables dans le domaine de l'électricité s'en trouverait entravée, ce qui contredirait les objectifs de la Stratégie énergétique.

On notera in fine que le législateur devrait par principe renoncer à accorder la priorité à l'une des technologies et laisser le choix technologique au maître d'ouvrage. Il s'agit aussi de renoncer à des mesures incitatives supplémentaires de la Confédération telles qu'exigées dans la motion du Groupe BD du 14 avril 2011 (11.3417 «Système d'incitation pour promouvoir les installations solaires servant à la production de chaleur»). D'une part, il existe déjà toute une palette d'instruments d'incitation au niveau des cantons et des communes et, d'autre part, les mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments sont en particulier du ressort des cantons.