

---

# PLAN SOLEIL : LES ENSEIGNEMENTS DES PREMIERS RÉSULTATS PROMETTEURS

par JEAN-LOUIS BAL

Directeur adjoint du bâtiment et des énergies renouvelables – Ademe

*La chaleur à basse température représente le premier besoin énergétique français en quantité, 33 % de l'énergie finale consommée et est responsable d'environ 20 % des émissions de gaz carbonique de notre pays. Ce sont des usages qui peuvent être facilement satisfaits par une bonne conception architecturale et par une valorisation des énergies locales et renouvelables comme le bois, le solaire thermique et la géothermie. Constatant la faiblesse du marché spontané des technologies solaires, à l'exception des DOM et TOM, le ministère de l'Industrie a demandé en 1999 à l'ADEME de lancer un programme de développement, le Plan Soleil, avec comme objectif principal de créer une filière industrielle et commerciale capable de proposer au secteur du bâtiment des produits et services performants, compétitifs et fiables. Après 3 années de fonctionnement, le bilan établi par l'ADEME, ses partenaires territoriaux et professionnels se révèle positif. Le marché se développe et les procédures de qualité mises en œuvre assurent aux usagers un service à la hauteur de leurs attentes. Ce développement du marché n'est toutefois pas encore du même niveau que celui des autres pays européens et les prix restent encore trop élevés. Cependant, des opérations récentes menées dans l'habitat neuf ont permis des réductions de coût de l'ordre de 30 %. Le secteur de l'habitat neuf groupé devrait être dans les prochaines années la cible prioritaire du programme. Dans le cadre du débat national sur les énergies, l'ADEME propose comme objectif 2010 d'atteindre un marché annuel d'un million de m<sup>2</sup> de capteurs solaires, ce qui supposerait une évolution des mécanismes d'incitation financière.*

**E**n 1999, le ministère de l'Industrie chargeait l'ADEME de concevoir et conduire un programme de développement des applications thermiques de l'énergie solaire dans les bâtiments, tant dans le secteur tertiaire que dans celui de l'habitat. Initialement baptisé Helios 2006, il a rapidement été désigné sous le vocable Plan Soleil. À l'issue de ses trois premières années pleines (2000-2002), il est possible et souhaitable d'en tirer un premier bilan et d'étudier les perspectives ouvertes.

---

## POURQUOI UN PLAN SOLEIL ?

---

Si l'on analyse la consommation d'énergie finale en France, on peut faire les constats suivants :

— la consommation d'énergie finale était en 2001 de 158 Mtep, la différence entre consommation d'énergie primaire, 267 Mtep, et consommation d'énergie finale s'expliquant par les usages non énergétiques (chimie) du pétrole et du gaz (16 Mtep) et par le rendement global du système énergétique qui tient compte notamment du rendement de conversion de l'énergie primaire en électricité, des consommations du secteur du raffinage et des diverses pertes de transport ;

— les secteurs résidentiel et tertiaire consomment 67 Mtep, dont 48 Mtep pour le chauffage de locaux et 4 Mtep pour le chauffage de l'eau sanitaire, soit 52 Mtep pour des usages thermiques à basse température, 3 Mtep pour la cuisson, 12 Mtep (140 TWh) pour les usages spécifiques de l'électricité ;

— le secteur de l'industrie consomme 38 Mtep dont 26 Mtep de combustibles (charbon, produits pétroliers, gaz et bois) et 12 Mtep (140 TWh) d'électricité ;

— le secteur des transports consomme 50 Mtep de produits pétroliers et 0,9 Mtep (10 TWh) d'électricité.

À la lecture de ces chiffres, un premier constat apparaît clairement : *la chaleur à*

basse température s'avère le premier besoin énergétique en quantité (33 %) de la société française. C'est aussi l'usage qui est le plus facilement satisfait par l'utilisation des EnR et qui est le plus à portée de maîtrise des consommations par le citoyen. On redécouvre à cette occasion tout l'intérêt de la bonne conception de l'architecture et de la construction ainsi que de la valorisation des énergies locales (bois, solaire et géothermie) pour lesquelles des technologies parfaitement maîtrisées sont disponibles: chaudières bois, planchers solaires et pompes à chaleur géothermiques. Ce constat est d'autant plus important que ces besoins de chaleur basse température sont liés aux secteurs résidentiel et tertiaire qui sont, après les transports, les deuxièmes contributeurs aux émissions françaises de gaz à effet de serre, environ 22 % des 544 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> et que les émissions de ces secteurs sont en progression.

Cela doit s'intégrer dans une démarche globale de proposition des technologies performantes dans l'habitat: un logement neuf bénéficiant des concepts et produits actuels de l'architecture climatique (dite aussi solaire passif, optimisation des surfaces vitrées, de leur orientation et de leur occultation en fonction des besoins, utilisation de l'inertie thermique du bâti, de la circulation d'air naturelle, isolation renforcée etc.) ainsi que des apports de systèmes solaires actifs (eau chaude et chauffage de l'habitat) peut voir ses besoins thermiques réduits à 20 kWh/m<sup>2</sup> de surface au sol-an (moyenne européenne) contre 80 kWh/m<sup>2</sup>-an pour un logement neuf respectant la réglementation thermique 2000, 182 kWh/m<sup>2</sup>-an pour la moyenne des logements français en 1997 et 320 kWh/m<sup>2</sup> en 1975. En réhabilitant des logements anciens avec les mêmes produits et services, il est possible de ramener leur consommation à 50 kWh/m<sup>2</sup>-an. *Il est donc techniquement et économiquement*

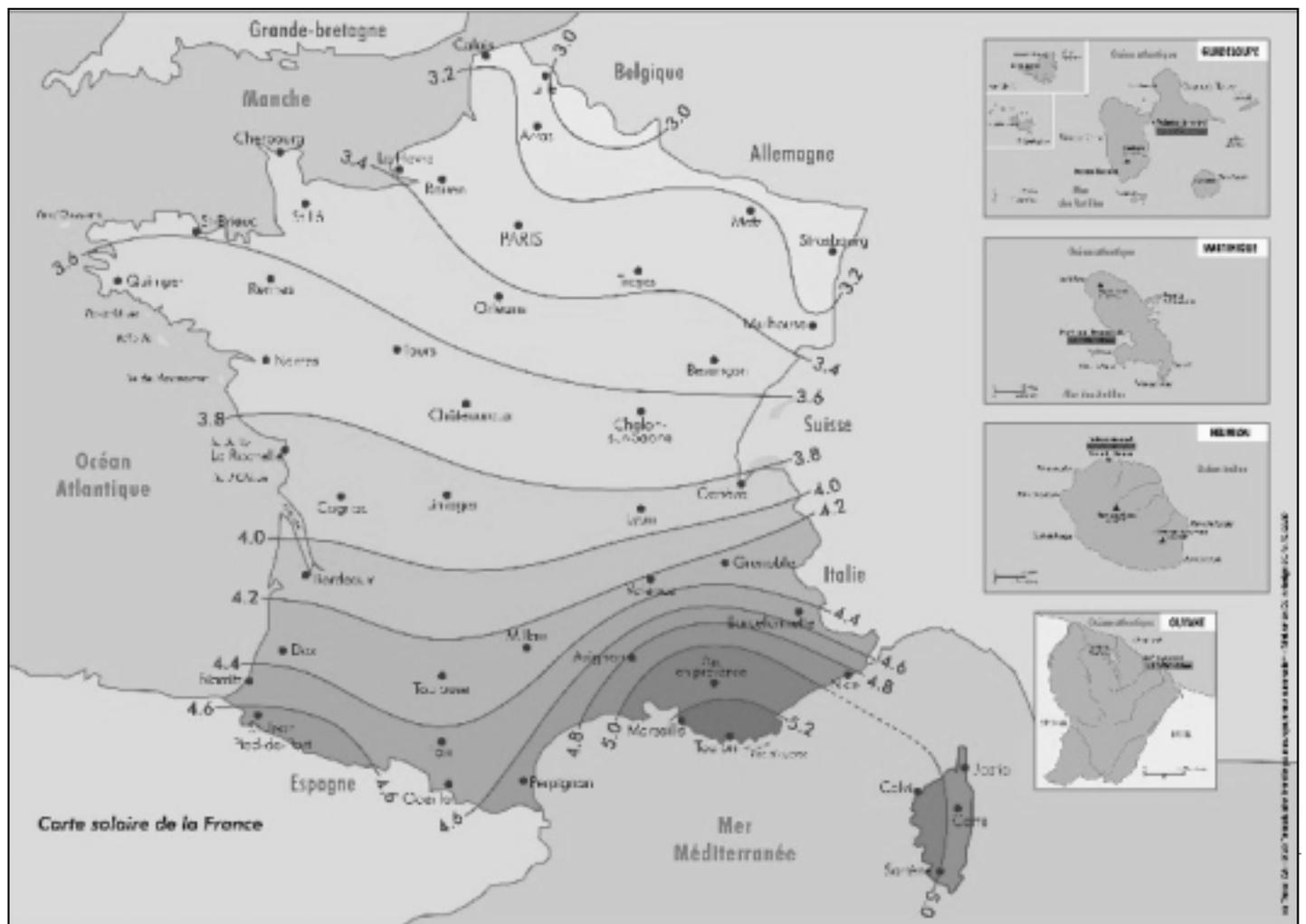
*possible de diviser la consommation totale du secteur du logement d'un facteur 4 dans l'existant et dans le neuf. Il en est de même pour le secteur du bâtiment tertiaire.*

(Pour rappel, il se construit environ 300 000 logements par an en France, dont les deux tiers en habitat individuel).

## LE CONTEXTE FRANÇAIS EN 1999

L'utilisation directe du rayonnement solaire peut viser, dans les conditions climatiques françaises, au chauffage de l'eau sanitaire et au chauffage de l'habitat. Le bon ensoleillement du territoire, y compris dans le nord du pays (encadrés 1 et 2) permet de couvrir de 40 à 70 % des besoins cumulés en eau chaude sanitaire et en chauffage. L'application la plus simple est celle du chauffe-eau solaire sur des applications indi-

ENCADRÉ 1 - Gisement solaire



## ENCADRÉ 2 - Performances des CESI en France

Les performances indiquées dans le tableau suivant correspondent à des besoins journaliers de 250 l/j à 45°C. Le CESI est à éléments séparés et circulation forcée. Les capteurs sont orientés plein sud et inclinés à 45° par rapport à l'horizontale.

Stations	Surface capteurs [m <sup>2</sup> ]	Taux de couverture [%]	Productivité [kWh/m <sup>2</sup> .an]
Lille	5,7	62	410
Abbeville	5,7	63	414
Paris	5,3	65	445
Rennes	4,9	63	469
Strasbourg	5,3	62	428
Lyon	4,5	63	503
Montélimar	3,7	64	617
Bordeaux	4,1	63	545
Marseille	3,2	66	675

Source : CLIPSOL - Campagne de mesures

viduelles ou collectives. Une extension à l'application au chauffage nécessite de passer par des émetteurs de chaleur à basse température qui favorisent un bon rendement des capteurs solaires, tels qu'un plancher chauffant, et est donc plus difficile à mettre en œuvre sur l'habitat existant.

Hormis les DOM et les TOM, où plus de 10.000 chauffe-eau solaires individuels (CESI), la plupart sans appoint, étaient installés chaque année, le marché français était pratiquement inexistant fin 1999 : une centaine de CESI par an, 2 à 3 installations collectives (1.000 m<sup>2</sup> de capteurs) et environ 70 installations de chauffage combiné de l'habitat et de l'eau sanitaire en 1999, soit environ 2.500 m<sup>2</sup> de capteurs solaires au total. La même année, il s'en installait plus de 600.000 m<sup>2</sup> en Allemagne.

Au plan industriel, deux fabricants français existent depuis plus d'une vingtaine d'années, et sont performants. L'un, Jacques Giordano Industries, s'est développé grâce au marché de l'eau chaude solaire dans les DOM et à l'exportation de capteurs. L'autre, Clipsol, a mis au point, d'abord seul, ensuite avec le soutien de l'ADEME, une technologie innovante : - celle du « PSD » (Plancher Solaire Direct) - qui valorise les calories solaires dans un plancher chauffant basse température (< 30 °C) et utilise l'inertie de ce

plancher chauffant comme stockage de l'énergie. Très performante, cette technologie est applicable à l'habitat neuf ou à des rénovations lourdes permettant l'installation d'un plancher chauffant adapté.

### QUELS OBJECTIFS?

Quels que soient les mérites de ces industriels, leur offre est bien entendu insuffisante pour relever le défi d'un développement du marché à la hauteur des enjeux énergétiques et environnementaux : l'offre de matériels devait être étendue et l'offre de services, ingénierie et installation, devait quasiment être créée : une dizaine d'installateurs de chauffe-eau solaires existaient début 2000 et un seul bureau d'études compétent méritait d'être mentionné.

Afin d'assurer aux usagers un service de qualité et des performances à la hauteur de leurs attentes, l'ADEME a défini, d'une part, une charte de qualité dénommée Qualisol, à l'intention des installateurs et, d'autre part, des critères techniques stricts de sélection des matériels portant sur l'ensemble du système, de ses performances et de sa fiabilité.

Pour aboutir à un large déploiement des technologies solaires, il fallait également

réduire sensiblement le prix qui, sans subventions ou avantages fiscaux, ne permettait pas un amortissement de l'investissement.

L'objectif principal était donc de donner au solaire thermique tous les atouts pour être intégré par les acteurs du bâtiment dans leur pratique quotidienne (architectes, lotisseurs, constructeurs de maisons individuelles, maîtres d'ouvrage sociaux, etc.) et par les organismes financiers.

## LES PRODUITS

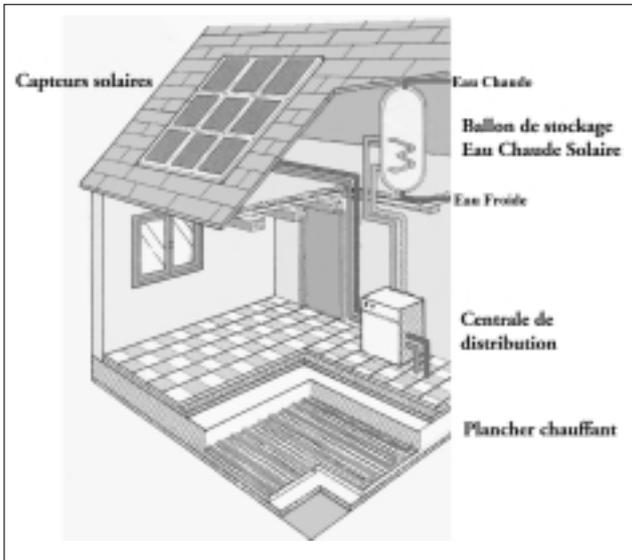
### Le Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI)

Un chauffe-eau solaire destiné à une famille-type de quatre personnes est composé de 4 m<sup>2</sup> de capteurs solaires et d'un accumulateur d'eau chaude de 200 l. Il coûte actuellement de l'ordre de 3 à 5000 € TTC installé. Ce prix devrait pouvoir descendre en dessous de 2 300 € dans le logement neuf lorsque le marché aura atteint un niveau suffisant, de l'ordre de 40 à 50 000 CESI installés par an. Ce chauffe-eau couvre par énergie solaire de 40 à 70 % des besoins annuels suivant la zone climatique, avec une productivité énergétique comprise entre 400 et 650 kWh thermiques/an.m<sup>2</sup> de capteurs.

### Les Systèmes Solaires Combinés (SSC)

Les capteurs solaires peuvent aussi servir à chauffer l'habitat. La technique la plus connue en France est celle du plancher solaire direct (PSD) où l'eau chauffée en toiture par les capteurs circule ensuite dans les tuyauteries d'un plancher chauffant. L'inertie du plancher permet de stocker et restituer à l'habitat les calories solaires avec un décalage de plusieurs heures, c'est-à-dire en soirée, moment où les besoins en chauffage sont les plus élevés. En été, les capteurs sont affectés

### ENCADRÉ 3 - Plancher Solaire Direct



est de l'ordre de 50 % en moyenne sur des installations bien conçues et bien dimensionnées avec des variations suivant les zones climatiques, et une productivité énergétique comprise entre 350 et 500 kWh/an.m<sup>2</sup>, (encadrés 3 et 4).

### L'eau chaude solaire en Garantie de Résultats Solaires (GRS)

Le concept de Garantie de Résultats Solaires (GRS) consiste en une garantie, en quantité annuelle en fonction des besoins, de la fourniture de kWh solaires. Le client est remboursé de l'éventuel manque à gagner par le consortium concepteur-installateur-fournisseur si les performances garanties ne sont pas atteintes. Le résultat garanti est calculé en fonction des données d'ensoleillement et de la consommation d'eau chaude prévue. C'est ce dernier facteur qui est le plus sujet à caution. Il est très souvent surévalué, ce qui entraîne un surdimensionnement de l'installation solaire et, partant, un gaspillage de l'énergie solaire captée. L'énergie solaire rayonnée varie, quant à elle, très peu d'une année à l'autre même si la variation peut être élevée d'un mois à l'autre (encadré 5).

### LES MOYENS MIS EN ŒUVRE

Le programme dénommé Plan Soleil s'est en premier lieu inscrit dans un partenariat avec les conseils régionaux au travers des Contrats de Plan État Région (CPER), auxquels sont venus s'ajouter des partenariats avec certains conseils généraux, ainsi qu'avec les secteurs professionnels du solaire thermique et du bâtiment.

Ce programme s'est traduit par :

- l'attribution de primes et de financements incitatifs à l'acquisition d'équipements solaires, apportés en partenariat avec la totalité des conseils régionaux et certains conseils généraux; ces primes sont renforcées dans le secteur de l'habitat individuel par un crédit d'impôt et par la TVA à 5,5 % dans l'habitat existant ;
- la mise en œuvre d'un dispositif de qualification solaire des installateurs, à travers la charte de qualité QUALISOL ;
- la sélection de matériels innovants et de qualité proposés par les industriels ;
- des opérations de sensibilisation des maîtres d'ouvrages et des prescripteurs ;
- des formations pour les installateurs et les donneurs d'ordre (architectes, bureaux d'études) ;

### ENCADRÉ 4 - Le PSD : des performances avérées

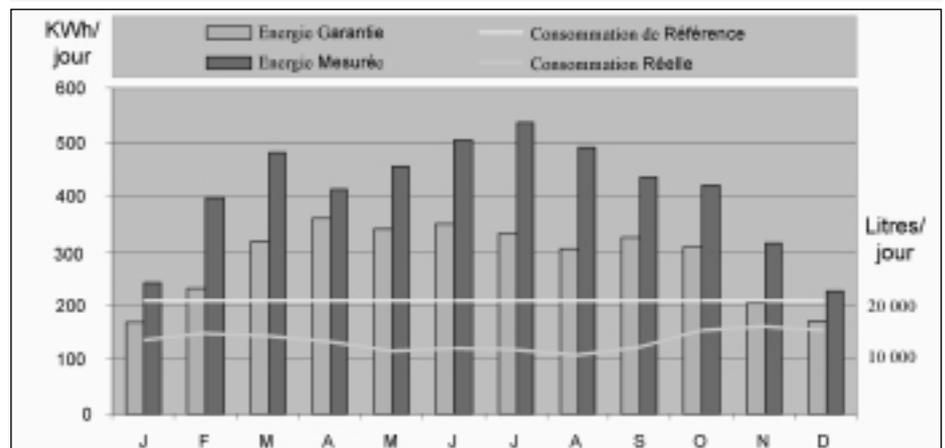
- Projet européen Thermie : 75 maisons neuves équipées de PSD
- Surface de capteur installée : 709 m<sup>2</sup>
- Surface de plancher chauffant de 4878 m<sup>2</sup> (soit 1.5 m<sup>2</sup> de capteur pour 10 m<sup>2</sup> de plancher)
- Campagne de mesures sur 2 ans
- Besoins totaux de chauffage : 435 237 kWh  
141 634 kWh fournis par le solaire
- Taux de couverture des besoins de chauffage de 33 %
- Besoins totaux d'ECS : 281 361 kWh  
189 366 kWh fournis par le solaire
- Taux de couverture des besoins en ECS de 67 %
- Besoins totaux de chauffage et d'ECS : 716 598 kWh  
331 000 kWh fournis par le solaire
- Taux de couverture des besoins thermiques totaux de 46 %

Source : Clipsol

au seul chauffage de l'eau sanitaire. Un PSD, pour une maison mono-familiale moyenne, comporte entre 10 et 20 m<sup>2</sup> de capteurs solaires. Son surcoût, par rapport à une installation de chauffage à combustible fossile, est de l'ordre de 10 à 15 000 € et devrait pouvoir être ramené à 6 à 7 000 € dans les prochaines années avec le développement du marché et les efforts de R&D qui seront soutenus par l'ADEME. Le taux de couverture des besoins thermiques par l'énergie solaire

### ENCADRÉ 5 - Centre de Valmante

Bilan 1998 - Surface de capteurs 246 m<sup>2</sup> - Production annuelle 149 744 kWh soit 609 kWh/m<sup>2</sup>



Source : Tecsol

- la mise en œuvre, depuis 2000, d'une campagne de communication de cohérence nationale, mais toujours régionalisée, à la fois citoyenne et « produit » (renvoi vers le numéro vert: 0 800 310 311).

## LES RÉSULTATS FIN 2002

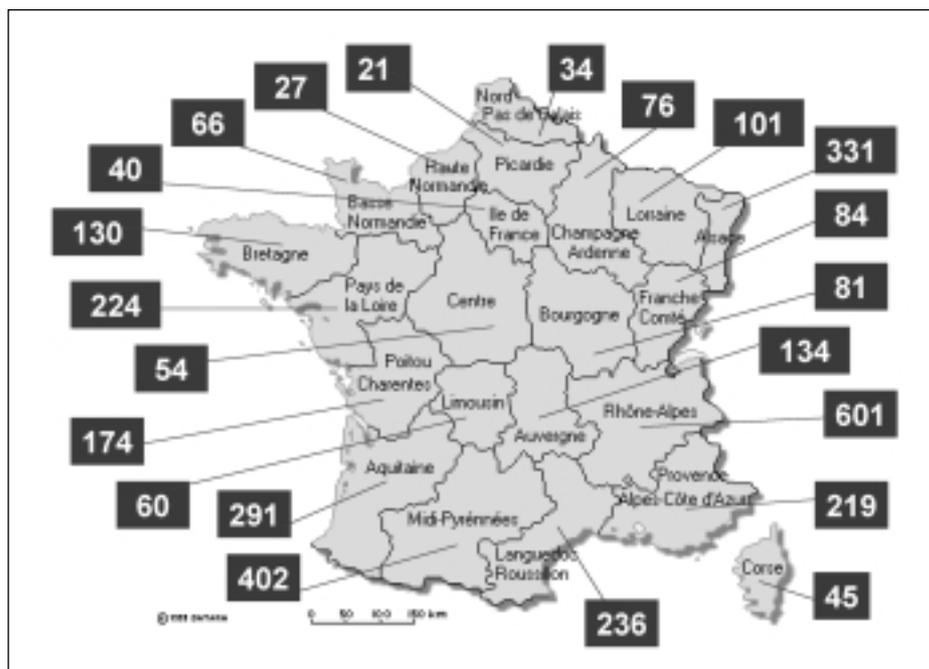
Les résultats sont de plusieurs ordres: surface de capteurs solaires installés, évolution des prix, installateurs adhérents à la charte Qualisol, fabricants ou importateurs dont les matériels ont été sélectionnés et sont éligibles aux primes.

L'évolution du marché a été la suivante (voir tableau 1).

Ce résultat peut être considéré comme bon en métropole et très bon en DOM-TOM. Il est cependant encore insuffisant pour entraîner le cercle vertueux de la baisse des prix et du développement du marché.

*Les prix constatés* ont évolué dans le sens d'une baisse sensible mais encore insuffisante: l'objectif affiché était de réduire les prix installés à 550 €/m<sup>2</sup> en 2006 pour les CESI et l'évolution constatée a été de 960 €/m<sup>2</sup> en 2000 (marché annuel de 800 CESI) et de 883 €/m<sup>2</sup> en 2002 (marché annuel de 3 800 CESI). Une opération de 54 CESI sur un groupement d'habitations neuves a toutefois permis d'atteindre un prix installé de 655 €/m<sup>2</sup>. Cette opération indique probablement la cible à suivre pour le futur: le logement neuf, de préférence groupé, car les coûts d'installation et

### ENCADRÉ 6 - Installateurs Qualisol en avril 2003



de commercialisation s'en trouvent considérablement réduits. Dans le collectif/tertiaire, on constate également une sensible diminution des prix mais les évaluations sont encore en cours.

*Les installateurs Qualisol* sont passés de 500 en fin 2000 à 3431 en avril 2003, (encadré 6). Leur nombre n'est toutefois pas le seul critère de réussite du programme. Des audits menés auprès des usagers montrent que leur travail est généralement de bonne qualité, en cohérence avec les engagements de la charte. En revanche, les statistiques montrent que moins de la moitié des installateurs sont réellement actifs sur le marché du solaire. Il faut toutefois se garder de tirer des conclusions hâtives de ce faible pourcentage: le Plan Soleil est jeune et un installateur de chauffage ou de plomberie

ne s'improvise pas vendeur et installateur de chauffe-eau solaires du jour au lendemain. L'ADEME se garde toutefois la possibilité de retirer l'adhésion à Qualisol aux installateurs inactifs ou ne respectant pas les engagements.

*Les opérateurs éligibles*, fabricants ou importateurs de systèmes sélectionnés par le comité technique mis en place par l'ADEME, sont maintenant au nombre de 24 pour les CESI et de 6 pour les SSC.

L'ADEME a, par ailleurs, lancé *deux programmes de suivi instrumenté* des performances thermiques des CESI et SSC. Ils portent sur 120 CESI et 42 SSC et les mesures faites sur deux années complètes (2003 - 2004) permettront d'évaluer les performances de ces systèmes en utilisation réelle par l'utilisateur. Actuellement, les mesures de performances réelles sur site n'ont été réalisées que par des fabricants et, dans le cas particulier des SSC, que pour le seul produit PSD. Il est donc essentiel pour le futur de disposer de données établies par un organisme comme l'ADEME, garant de l'objectivité, sur l'échantillon le plus large possible des produits mis sur le marché.

TABLEAU 1

		2000	2001	2002
Métropole	Surface totale installée (m <sup>2</sup> /an)	6 350	17 650	23 400
	CESI	50 %	67 %	64 %
	SSC	26 %	19 %	17 %
	Habitat collectif et tertiaire	24 %	14 %	19 %
DOM-TOM	Surface totale installée (m <sup>2</sup> /an)	24 056	32 354	40 526
<b>Total France</b>		<b>30 406</b>	<b>50 004</b>	<b>63 926</b>

## LES PERSPECTIVES

Quel est le scénario de croissance possible pour le marché du solaire thermique en fonction de la maturité du marché, de ses acteurs et des objectifs à court et long termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre?

### On retiendra les hypothèses suivantes:

CESI: taille moyenne = 5 m<sup>2</sup>

Prix dans le neuf: 3 000 €

Prix dans l'ancien: 4 500 €

Aides publiques totales actuelles (ADEME, Régions, crédit d'impôts): 2075 €

SSC: taille moyenne = 12 m<sup>2</sup>

Prix (neuf ou ancien): 9 600 €

Aides publiques totales (ADEME, Régions, crédit d'impôts): 3 320 €

### Collectif/tertiaire:

Prix (neuf ou ancien): 800 €/m<sup>2</sup>

Aides publiques totales (ADEME, Régions): 500 €/m<sup>2</sup>

À partir de 2006, le CESI est intégré au logement de référence dans la réglementation thermique (RT 2005), ce qui signifie que le futur propriétaire, s'il ne veut pas installer de chauffe-eau solaire, doit réaliser un investissement supplémentaire par rapport à la réglementation induisant une économie d'énergie équivalente à celle du CESI. À partir de cette date, son installation n'est donc plus aidée dans l'habitat neuf (ni sub-

vention, ni crédit d'impôt). Cet arrêt des aides au CESI dans l'habitat neuf pourrait être progressif afin de ne pas provoquer un désintérêt subit des usagers.

À partir de 2011, ce sera le cas du SSC (RT 2010).

Les prix diminuent de 3 % par an et les aides publiques baissent de 6 % par an (la part d'investissement payée par l'utilisateur, subvention déduite, reste constante).

*Le scénario de croissance suivant est compatible avec les scénarios d'augmentation de 2 % de la part totale des EnR dans le bilan en énergie primaire en 2010 comme proposé par les 15 États membres de l'Union européenne à Johannesburg (août 2002) (voir tableau 2).*

L'énergie primaire substituée en 2010 est de 168 400 tep (0,06 tep par m<sup>2</sup> de capteurs solaires). Si l'on amortit l'investissement sur 15 ans, le coût de l'aide par tep est 235 €.

## IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX DE CE SCÉNARIO

Le coût du CO<sub>2</sub> évité, sur base de 2,4 tCO<sub>2</sub>/tep, soit 404 160 tCO<sub>2</sub> en 2010 sera de 98 €.

En solaire thermique, l'emploi constaté est de 3,1 emplois par 150 000 € d'activité (installation fabrication) plus un emploi par tranche de 1 000 tep en exploitation. (Source: Observ'ER - ministère de l'Industrie).

L'activité (chiffre d'affaires) serait en 2010 de 656,4 M€, soit 4 376 emplois dont 75 % en France soit environ 3 300 emplois français. Ce pourcentage est basé sur l'hypothèse que les fabricants français maintiendraient une part de 50 % du marché, les travaux d'installation étant forcément entièrement nationaux.

Le total de la surface installée, en tenant compte de l'existant 2002, sera de 3 460 000 m<sup>2</sup> soit 207 600 tep et, donc, 207 emplois forcément français.

Le total des emplois créés en France en 2010 serait donc de l'ordre de 3 500.

## CONCLUSION

Le coût par tep économisée ou par tCO<sub>2</sub> évitée peut paraître élevé. L'aide publique n'est cependant pas justifiée uniquement par ces facteurs de court terme, mais surtout par la nécessité de construire une filière industrielle qui, après 2010, permettra de réaliser des économies d'énergies non renouvelables et d'éviter des émissions de gaz à effet de serre à des coûts qui seront alors devenus acceptables. La question qui se pose est surtout de savoir comment financer cette aide publique: crédits d'impôts, subventions directes par l'ADEME ou par un « fonds chaleur » encore à créer, systèmes d'obligations imposées aux fournisseurs d'énergies ou un savant mélange de ces différentes possibilités. Ce sera un sujet de débat passionné et passionnant pour les mois à venir ■

TABLEAU 2

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Cumul
CESI Habitat neuf Qté	2000	10000	25000	40000	60000	80000	217000
CESI H N- m <sup>2</sup>	10000	50000	125000	200000	300000	400000	1085000
CESI Habitat existant Qté	10000	20000	30000	45000	60000	80000	245000
CESI H E -m <sup>2</sup>	50000	100000	150000	225000	300000	400000	1225000
Collectif/tertiaire -m <sup>2</sup>	15000	20000	25000	30000	40000	60000	100000
SSC Qté	500	1000	2000	4000	6000	12000	25500
SSC m <sup>2</sup>	6000	12000	24000	48000	72000	144000	306000
Investissement en M€	67,8	141,2	234,4	351,2	477,6	656,4	1928,6
Coût total des aides en M€	34,9	53,1	74,8	106,5	136,2	187,7	593,2
<b>Total en m<sup>2</sup></b>	<b>81000</b>	<b>182000</b>	<b>324000</b>	<b>503000</b>	<b>712000</b>	<b>1004000</b>	<b>2806000</b>