



EurObserv'ER

Le baromètre photovoltaïque
Photovoltaic barometer

Une croissance remarquable de 29 % A 29% remarkable growth

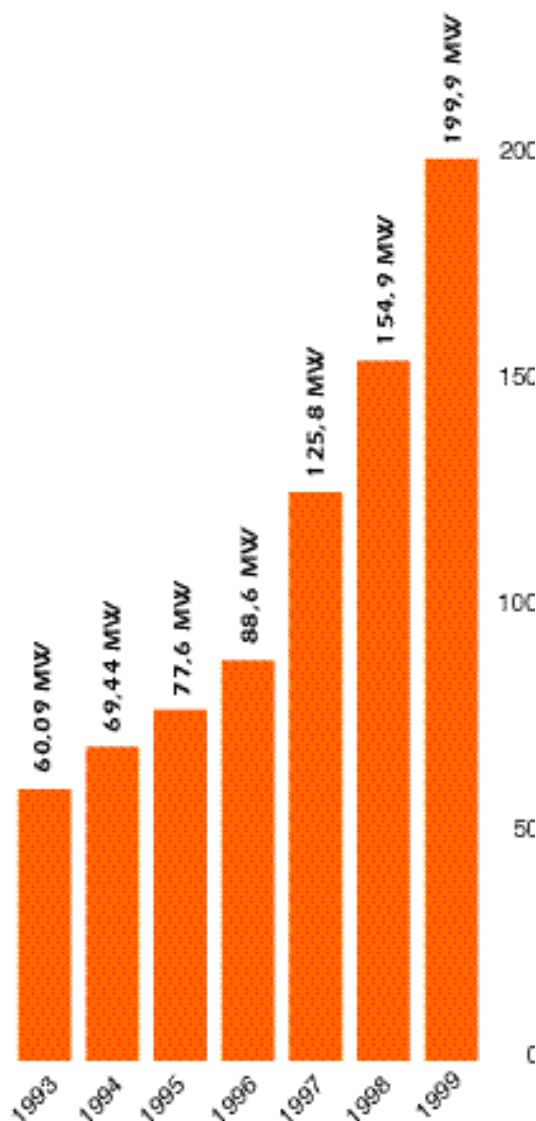
Jour après jour, l'énergie photovoltaïque progresse un peu plus dans sa technologie et dans ses différentes applications. En 1999, la production mondiale a quasiment atteint la barre record de 200 MWc et les cinq premiers fabricants ont totalisé un chiffre d'affaires de près de 430 millions d'euros.

Day after day, photovoltaic energy is progressing a bit more both technologically and in terms of its different applications. In 1999, world photovoltaic cells production practically reached the 200 MWp mark and the five first cells producers generated a turnover of 430 million euros

A la différence des autres énergies renouvelables, la progression de l'énergie photovoltaïque (dont l'abréviation est PV) peut être plus aisément appréhendée sous l'angle des puissances fabriquées que sous celui des capacités installées. En 1999, la production mondiale de cellules photovoltaïques a quasiment atteint la barre des 200 MWc pour s'établir à 199,9 MWc (voir graphique 1 page suivante). Soit une croissance de 29 % par rapport au chiffre de 1998 (154,9 MWc).

Cette croissance est d'autant plus remarquable que les premiers mois de l'année 1999 ont été marqués par deux phénomènes perturbateurs. La crise économique asiatique a freiné les marchés mondiaux, dont celui du photovoltaïque. Par ailleurs, de nombreux programmes nationaux de soutien à l'énergie photovoltaïque étaient

Unlike other renewable energies, the progression of photovoltaic energy (whose abbreviation is PV) can be more easily grasped from the point of view of produced capacities than of installed ones. In 1999, world photovoltaic cells production practically reached the 200 MWp mark, being finally fixed at 199.9 MWp (see graph 1). That is to say, 29% growth with respect to 1998 figures (154.9 MWp). This growth is all the more remarkable since the first months of 1999 were marked by two disruptive phenomena. Firstly, the Asian economic crisis put a brake on world markets, including that of photovoltaic sector. And secondly, numerous national programmes backing photovoltaic energy reached their ends. In this way, it was necessary to wait one or two months in order for these support programmes to be renewed and for the market to pick up again more than ever.



EurObserv'ER

G. 1 - Évolution de la production de cellules photovoltaïques / Evolution of production of PV cells

arrivés à échéance. Ainsi, il a fallu patienter pendant un à deux mois pour que ceux-ci soient reconduits et que le marché reparte de plus belle.

L'année 1999 a vu l'avènement du Japon comme premier producteur mondial de cellules photovoltaïques (voir tableau 1). La production des constructeurs nippons, portée par leur marché national qui reste le plus dynamique de la planète, a fait un bon de 62,6 % pour se chiffrer à 80 MWc. Cet effort leur a permis de détrôner les Etats-Unis qui n'ont progressé que de 13,2 %, passant de 53,7 MWc à 60,8 MWc. L'Europe a également connu une belle progression en 1999. La production est en effet passée de 27,6 MWc à 38,6 MWc, soit une augmentation de 40 %. Les pays les plus engagés sont l'Espagne (11,1 MWc), la France (9,1 MWc), l'Allemagne (9 MWc), l'Italie (2,9 MWc) et les Pays-Bas (2 MWc). A noter que parmi tous ces pays, la France est la seule à ne pas avoir de programme de toits photovoltaïques reliés au réseau. Concernant les autres pays producteurs, on note que l'Inde continue de monter en puissance dans le domaine du photovoltaïque comme des énergies renouvelables en général. Le pays a en effet dépassé la barre des 1 000 MW éoliens (voir *Systèmes Solaires* n° 135) et poursuit ses investissements dans la valorisation de son gigantesque potentiel biomasse.

Différentes technologies sont en compétition pour la production de cellules photovoltaïques, mais celle du silicium cristallin reste la plus développée dans le monde (voir graphique 2). En 1999, elle a représenté 80 % de la production mondiale, avec une puissance de 160 MWc. Au sein de cette technologie, la tendance qui avait vu en 1998 la filière multicristalline prendre le pas sur la filière monocristalline s'est accentuée en 1999 (voir tableau 2). Les parts de ces deux filières s'élevaient respectivement à 43,5 % (87 MWc) et à 36,5 % (73 MWc) de la production totale de cellules en 1999. La filière multicristalline s'est imposée en grande partie, car elle présente un potentiel de gain de productivité plus important que celui de la filière monocristalline. La part de la technologie silicium amorphe se maintient en 1999 autour de 12 % de la production mondiale.

Les autres technologies, notamment celles des couches minces (CdTe, CIS, GaAs, etc.), n'ont pas encore atteint le stade de la production industrielle. Cependant, si leur part totale se situe autour de 8 % de la production mondiale, ces technologies représentent probablement l'avenir du secteur photovoltaïque. Certains experts pensent que la filière silicium cristallin ne permettra pas d'atteindre le seuil de 1 euro le Wc. Seuil qui placera la technologie photovoltaïque au niveau de compétitivité des autres énergies pour la production d'électricité sur réseau. Ainsi, des firmes comme Astropower, Ase ou Siemens se positionnent sur les filières couches minces, sans toutefois avoir définitivement décidé d'abandonner pour l'heure toutes leurs recherches sur les cellules mono et multicristallines.

The year 1999 witnessed Japan's accession to the place of world leader in terms of photovoltaic cells production (see table 1). Carried along by their national market (which remains the most dynamic on the planet), the Japanese manufacturers made a 62.6% leap, reaching 80 MWp. This effort made it possible for Japan to dethrone the United States, which only progressed by 13.2%, rising from 53.7 MWp to 60.8 MWp. Europe also progressed well in 1999. Production rose from 27.6 MWp to 38.6 MWp, i.e. an increase of 40%. The most committed countries in this direction are Spain (11.1 MWp), France (9.1 MWp), Germany (9 MWp), Italy (2.9 MWp) and the Netherlands (2 MWp). It should be noted that France is the only country in this group to not have a programme of grid-linked photovoltaic roofs. With regard to other producer countries, India continues to increase in capacity in the photovoltaic field, just as it is doing in terms of renewable energies in general. India has now exceeded the 1 000 MW mark in terms of wind energy (see *Systèmes Solaires* issue 135) and is pursuing its investments in valorization of its gigantic biomass potential.

Different technologies are competing for photovoltaic cells production, but the crystalline silicon process remains the most widely developed in the world (see graph 2). In 1999, this type represented 80% of worldwide production, with a capacity of 160 MWp. Within this technology, the trend which witnessed the multi-crystalline sector supplant the mono-crystalline sector in 1998, became even more pronounced in 1999 (see table 2). The shares of these two sectors respectively amounted to 43.5% (87 MWp) and 36.5% (73 MWp) of total solar cells production in 1999. To a large degree, the multi-crystalline sector imposed itself because it represents a potential productivity gain which is greater than that of the mono-crystalline sector. The share of noncrystalline silicon technology held its ground in 1999, in the neighbourhood of 12% of world production.

Other technologies, especially those of collectors with thin films (CdTe, CIS, GaAs, etc.), have not yet reached industrial production stage. Nevertheless, even though their total share of world production is only situated near 8%, these technologies probably represent the future of the photovoltaic sector. Certain experts believe that the crystalline silicon sector will not make it possible to reach the threshold price of 1 euro for 1 Wp. This important threshold would place photovoltaic technology at the same level of competitiveness as other energy forms for electricity production on the grid. In this way, firms such as Astropower, Ase and Siemens are positioning themselves on the thin film sectors, without, for all that, having definitively decided to abandon, for the time being, all research being carried out on mono and multi-crystalline solar cells.

The big winner among photovoltaic cells manufacturers in 1999 was the Anglo-American firm BP Solarex. Resulting from the merger of BP Solar and Solarex (see *Systèmes Solaires* issue n°134), this new

T. 1 – Localisation géographique de la production de cellules PV (en MWc) / Geographic localisation of production of photovoltaic cells (in MWp)

Pays	1998	1999	Croissance 98-99 en %
Espagne	7,0	11,1	58,6
France	10,1	9,1	- 9,0
Allemagne	2,0	9,0	350,0
Italie	4,0	2,9	- 27,5*
Pays-Bas	2,0	2,0	0
Reste Europe	2,5	4,5	80,0
Total Europe	27,6	38,6	40,0
Etats-Unis	53,7	60,8	13,2
Japon	49,2	80,0	62,6
Inde	9,2	10,0	8,6
Australie	5,1	5,5	7,8
Chine	1,6	2,0	25,0
Reste du monde	8,5	3,0	- 64,7*
Total monde	154,9	199,9	29,0

EurObserv'ER

* Ces importantes variations sont dues à l'arrêt d'unités de fabrication et à leur transplantation dans d'autres pays. / These wide variations are due to the shutdown of production units and to their transplantation in other countries.

T. 2 – Production de cellules PV par technologie (en MWc) / Production of PV cells according to technology (in MWp)

Technologies	1997	1998	1999
Si cristallin	105,8	123,6	160,0
- Monocristallin	62,8	59,8	73,0
- Multicristallin	43,0	63,8	87,0
Si amorphe	14,1	19,2	23,9
Concentrateur Si	0,2	0,2	0,2
Ruban Si	4,0	4,0	4,0
CdTe	1,2	1,2	1,2
Autres couches minces (CIS, GaAs...)	0,5	6,7	10,6
Total	125,8	154,9	199,9

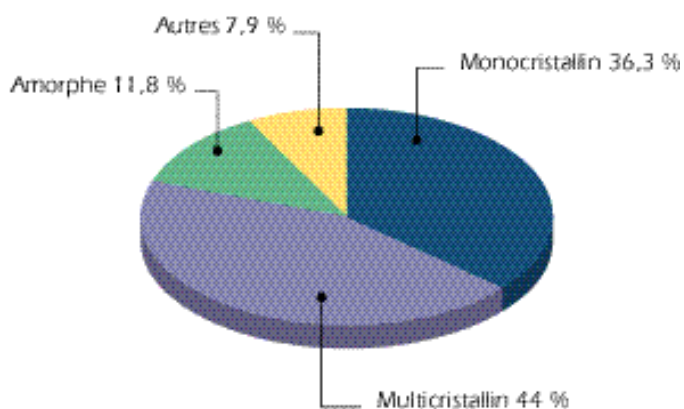
EurObserv'ER

T. 3 - Production des principaux industriels du photovoltaïque (en MWc) / Production of principal photovoltaic industrialists (in MWp)

Firmes	Lieu de production	1998	1999	Croiss. 1999 en %
BP Solarex	Monde	31,3	32,5	3,8
	Etats-Unis	18,1	18,0	- 0,5
	Espagne	4,5	5,0	11,0
	Australie	5,1	5,5	7,8
	Inde	3,6	4,0	11,0
Kyocera	Japon	24,5	30,3	23,7
Sharp	Japon	14,0	30,0	114,2
Siemens Solar	Etats-Unis	20,0	26,0	30,0
Sanyo	Japon	6,5	13,0	100,0
Astropower	Etats-Unis	7,0	12,0	71,4
Photowatt	France	9,5	8,5	- 10,5
ASE	Etats-Unis	4,0	10,	150,0

EurObserv'ER

G. 2 - Production de cellules photovoltaïques par technologie en 1999 (en %) / Photovoltaic cells production according to technology in 1999 (in %)



EurObserv'ER

Le grand gagnant parmi les constructeurs de cellules photovoltaïques en 1999 a été la firme anglo-américaine BP Solarex. Issu du rapprochement de BP Solar et de Solarex (voir *Systèmes Solaires* n°134), ce nouveau géant du secteur s'est logiquement installé en première place des constructeurs mondiaux avec 32,5 MWc produits (voir tableau 3). Le japonais Kyocera, ancien numéro un, a été relégué au deuxième rang malgré une progression de 23,7 % de ses volumes de production qui ont atteint le chiffre de 30,3 MWc. Dans l'ensemble, ce sont les firmes japonaises qui ont le plus développé leur volume de production en 1999. Ainsi, Sharp (troisième mondial) a pris une autre dimension en augmentant de 114 % sa production qui est passée de 14 MWc à 30 MWc. Dans le même temps, Sanyo (cinquième mondial) a doublé son volume pour atteindre 13 MWc.

L'Allemand Siemens Solar, quatrième mondial, a effectué en 1999 un important effort pour porter sa production à 26 MWc. L'entreprise réalise par la même occasion son meilleur chiffre de production en la matière, dépassant les 22 MWc de 1997 qui lui avaient permis d'être les leaders du marché. Sur le plan technologique, la firme s'est engagée dans un pari audacieux. En effet, Siemens s'est lancé dans un projet de production industrielle de cellules en couches minces à base de diséléniure de cuivre et d'indium (Cis). Un investissement de 50 millions de Deutsche Marks (167,5 millions de francs / 25,5 millions d'euros) sur cinq ans va être réalisé afin de construire une usine qui devrait produire 10 MWc en 2003.

On estime que pour les cinq fabricants présentés dans le tableau 4, leur chiffre d'affaires en 1999 a dépassé les 2,8 milliards de francs (429 millions d'euros). Au niveau des emplois, ils représentent un total de 3 110 emplois temps plein. Plus largement, sans que l'on puisse définir précisément le nombre de personnes travaillant dans la construction, l'installation et la maintenance des équipements photovoltaïques, on peut estimer leur répartition géographique (voir graphique 3). L'Europe en représente 40 %, les Etats-Unis et le Japon 25 %, tandis que le reste du monde se partage les 10 % restants.

Le développement des volumes de production des cellules photovoltaïques et les connexions avec l'industrie des semi-conducteurs ont permis aux constructeurs de bénéficier d'expériences qui ont sensiblement amélioré leurs performances techniques et économiques. Ainsi, une partie des procédés de fabrication expérimentés dans l'électronique a été transférée dans le photovoltaïque sans nécessiter de nouveaux apprentissages. Le rendement moyen des modules est passé de 7-8 % à la fin des années soixante-dix à 14-15 % aujourd'hui. Parallèlement, les coûts de ces mêmes modules (toutes filières confondues) ont diminué dans des proportions significatives (voir graphique 4). Depuis 1990, le prix du Wc est ainsi passé de 7,7 euros à 3,3 euros. Les fabricants de cellules ne sont pas les seuls acteurs du secteur photovoltaïque. Les assembleurs sont également des sociétés qui représentent un poids certain en termes de chiffre d'affaires et d'emplois. En France, Total Energie, Apex (acheté par BP

sector giant has logically taken first place position among world manufacturers with a production of 32.5 MWp (see table 3). The Japanese firm Kyocera, the former leader, has been relegated to second place, in spite of a 23.7% progression in production volumes which reached 30.3 MWp. On the whole, it is the Japanese firms that developed their volume the most in 1999. In this way, Sharp (third place worldwide) has taken on another dimension via a 114% production increase, jumping from 14 MWp up to 30 MWp. In the same period, Sanyo (fifth place worldwide) doubled its volume to reach 13 MWp. The German firm Siemens Solar, in fourth place position worldwide, made a big effort in 1999 to raise its production to 26 MWp. At the same time, the company attained its best production figures in this field, exceeding the 22 MWp figure of 1997 that made it possible for Siemens Solar to join the top market leaders. On the technological level, the firm has committed itself in a bold wager. Siemens has embarked on a project of industrial production of thin film solar cells with a cuprous and indium diselenide (CIS) base. 50 million Deutsche Marks (167.5 million French francs / 25.5 million euros) are going to be invested over a five year period in order to construct a plant which should be producing 10 MWp in 2003.

It is estimated that 1999 turnover for the five manufacturers presented in the table 4 exceeded 2.8 billion French francs (429 million euros). In terms of employment, they represent a total of 3 110 full time jobs. To a wider extent, without being able to precisely define the number of persons employed in the construction, installation and maintenance of photovoltaic equipment, it is possible to estimate their geographic breakdown (see graph 3). Europe represents 40%, and the United States and Japan represent 25% of this workforce. The remaining 10% are divided up among other countries in the rest of the world.

Development in photovoltaic cells production outputs and links with the semiconductor industry have made it possible for manufacturers to take advantage of experience which has appreciably improved technical and economic performances. In this way, some of the production processes tried out in the electronics field have now been transferred into the photovoltaic sector without necessitating new apprenticeship or learning. Average module yield has increased from 7-8% at the end of the 1970s to 14-15% today. At the same time, the costs of these same modules (all sectors taken together) have decreased in significant proportions (see graph 4). In this way, the cost of one Wp has dropped from 7.7 euros to 3.3 euros since 1990.

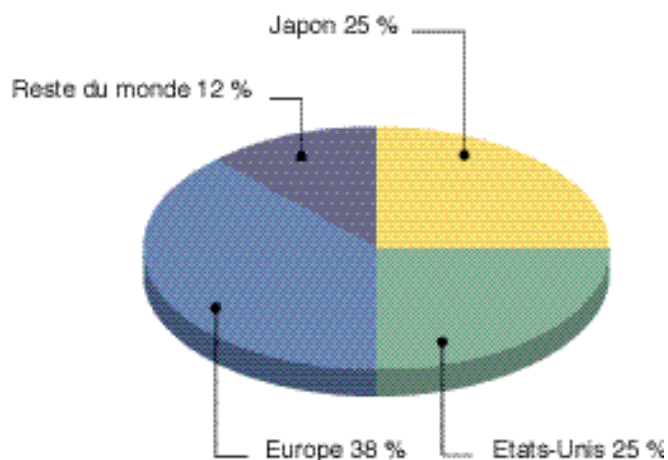
Photovoltaic cells manufacturers are not the only actors present in the photovoltaic sector. The principal integrators are also companies that represent a certain weight in terms of turnover and employment. The principal packagers in France are Total Energie, Apex (purchased by BP Solarex at the end of 1999) and Fortum (formerly Naps). Their 1999 activity generated a turnover of 430 million French francs (65.5 million euros) and they employ

T. 4 - Chiffre d'affaires (en millions d'euros) et nombre d'employés des principaux fabricants de cellules PV / Turnover (in millions of euros) and number of employees of principal PV cells manufacturers

Firme	Chiffre d'affaires	Employés
BP Solarex	177,3	1 300
Kyocera	182,9	1 000
Astropower	31,1	300
Photowatt	19,8	350
ASE	18,3	160

EurObserv'ER

G. 3 - Répartitions des emplois de l'industrie photovoltaïque dans le monde (en %) / Breakdown of PV industry employment in the world (in %)



EurObserv'ER

T. 5 – Chiffre d'affaires (en millions d'euros) et nombre d'employés des principaux assembleurs installés en France / Turnover (in millions of euros) and number of employees of principal integrators installed in France

Firme	Chiffre d'affaires	Nbre d'employés
Total Energie	44,2	60
Fortum	10,6	6*
Apex	10,6	31

EurObserv'ER

* La société Fortum emploie en tout 40 personnes. Les autres emplois sont situés en Scandinavie et plus particulièrement en Finlande. / Fortum employs 40 persons. The rest of these employments are located in Scandinavia, and more precisely in Finland.

T. 6 – Puissance photovoltaïque cumulée par pays (en MWc) / Cumulated photovoltaic capacity per country (in MWp)

Pays	Puiss. inst. fin 1998	Puiss. inst. fin 1999 *	% de croiss. en 1999
Allemagne	53,9	66,2	22,8
Italie	17,68	18,5	4,6
France	8,0	10,0	25,0
Pays-Bas	6,48	9,5	47,0
Espagne	8,0	9,0	12,5
Autriche	2,86	3,46	21,0
Reste U.E	6,54	7,42	13,4
Total U.E	103,46	123,58	19,4
Etats-Unis	127,9	147,0	14,9
Japon	133,3	190,0	42,5

EurObserv'ER

* Estimations

Solarex fin 1999) et Fortum (anciennement Naps) sont les principaux assembleurs. Leur activité en 1999 a engendré un chiffre d'affaires de 430 millions de francs (65,5 millions d'euros) et elles emploient 97 personnes (voir tableau 5). Sur le plan mondial, 1999 aura vu le rachat de l'assembleur américain Golden Genesis par Kyocera. Les perspectives que représentait le réseau de revendeurs de l'assembleur américain (plus de 1 000 à travers le monde) ont séduit le groupe japonais.

Le suivi des puissances photovoltaïques installées annuellement est une tâche difficile. La collecte de données, même au niveau européen, n'est pas encore totalement structurée. Cependant, plusieurs experts et organismes avancent des chiffres qui sont autant d'ordres de grandeur pour pouvoir juger de la croissance des applications photovoltaïques. Selon l'Ademe, la puissance crête opérationnelle du parc photovoltaïque mondial fin 1998 pouvait être estimée à 600 MW pour une production d'énergie annuelle de 500 GWh. Pour les puissances installées en 1999, il est encore un peu tôt pour avoir des chiffres officiels de la part de chaque pays. Toutefois, EurObserv'ER s'est livré à un travail d'estimation qui, sur la base des tendances relevées ces dernières années, permet de situer l'effort de chacun au cours de l'année écoulée. En tête du classement mondial, c'est le Japon qui est le nouveau leader. Après avoir succédé aux Etats-Unis en tant que premier fabricant de cellules photovoltaïques, c'est logiquement que les Japonais se sont imposés comme première nation en termes de puissances installées. En 1999, on estime que les Japonais ont installé près de 43 MWc de capacité supplémentaire pour atteindre les 190 MWc de puissance cumulée. Les Etats-Unis, avec une puissance totale de 147 MWc, sont désormais deuxième au classement mondial.

Pour l'Union européenne, la puissance photovoltaïque installée fin 1999 s'élevait à environ 123,58 MWc, soit une croissance de 19 % par rapport à l'année précédente (voir tableau 6). Avec 66,2 MWc, l'Allemagne reste toujours le leader avec une confortable avance sur les autres nations européennes. Les Pays-Bas, portés par leur programme de toits solaires, réalisent la plus forte croissance européenne en atteignant les 9,5 MWc. La France (métropole et Dom) maintient un rythme annuel de 2 MWc essentiellement grâce à ses installations en sites isolées aidées par le Face et la défiscalisation dans les Dom.

Le tableau 7 présente, pour cinq pays plus l'Union européenne, la contribution du photovoltaïque dans le bilan énergétique en 1998. Ces productions d'énergie sont certes modestes au regard des sources conventionnelles d'électricité, toutefois le photovoltaïque propose souvent une alternative pour des sites ou des applications particulières. Par exemple, pour les Etats-Unis, le Japon ou les Dom, les installations solaires sont situées dans des zones où les pointes de consommations électriques interviennent en été (notamment pour la climatisation). Leur utilisation permet donc d'éviter de renforcer des lignes du réseau électrique.

97 persons (see table 5). At the international level, 1999 witnessed the purchase of the American integrator Golden Genesis by Kyocera. The Japanese group was attracted by the future prospects represented by the American integrator's network of retailers (more than 1 000 throughout the world).

Trying to monitor annually installed photovoltaic capacities is a difficult task. Data collection, even on a European scale, is not yet totally structured. Nevertheless, several experts and organisations are putting forward figures that are all the more rough estimates and rough ideas to help in judging and assessing the growth of photovoltaic applications. According to Ademe the operational peak capacity of photovoltaic installations in the world at the end of 1998 can be estimated at 600 MW, for an annual energy production of 500 GWh. It is still a bit early to have official figures from each country relevant to capacities installed in 1999. Nevertheless, EurObserv'ER has worked on an estimation which, on the basis of trends recorded over the past few years, makes it possible to situate efforts made by each country during the past year. At the top of the world classification list is Japan, which is the new world leader. After having taken over the United States' position as leading photovoltaic cells manufacturer, it seems logical that the Japanese have now imposed themselves as the leading nation in terms of installed capacities. In 1999, it is estimated that Japan installed an additional capacity of nearly 43 MWp, reaching a cumulated total capacity of 190 MWp. The United States, with a total capacity of 147 MWp, now holds the second place position worldwide.

For the European Union, the installed photovoltaic capacity at the end of 1999 amounted to approximately 123.58 MWp, i.e. a 19% growth vs. the previous year (see table 6). With 66.2 MWp, Germany continues to be the European leader with a "comfortable lead" over the other European nations. The Netherlands, carried along by their solar roofs programme, achieved the strongest European growth in 9.5 MWp. France (both metropolitan France and French overseas departments) maintained an annual rate of 2 MWp, essentially due to installations on isolated sites assisted by the Face and by tax exemptions in the French overseas departments.

Table 7 presents photovoltaic contribution in the 1998 energy assessment of five countries as well as of the European Union. These energy productions are certainly modest ones in comparison with conventional sources of electricity. Nevertheless, photovoltaic solar energy often offers an alternative for particular sites or applications. For example, in the United States, Japan and the French overseas departments, the solar installations are situated in areas where electricity consumption peaks take place in the summer (especially for air conditioning). The use of photovoltaic energy therefore makes it possible to avoid having to reinforce electricity grid power lines.

In the middle of the 1990s, professional applications, especially in telecommunications, and electrification of isolated sites constituted the principal market outlets for

T. 7 – Production d'électricité d'origine PV pour quelques pays en 1998 / PV electricity production for some countries in 1998

Pays	Production en GWh
Etats-Unis	100,0
Japon	70,0
Union européenne	80,0
Allemagne	36,0
Pays-Bas	3,2
France	8,0 *

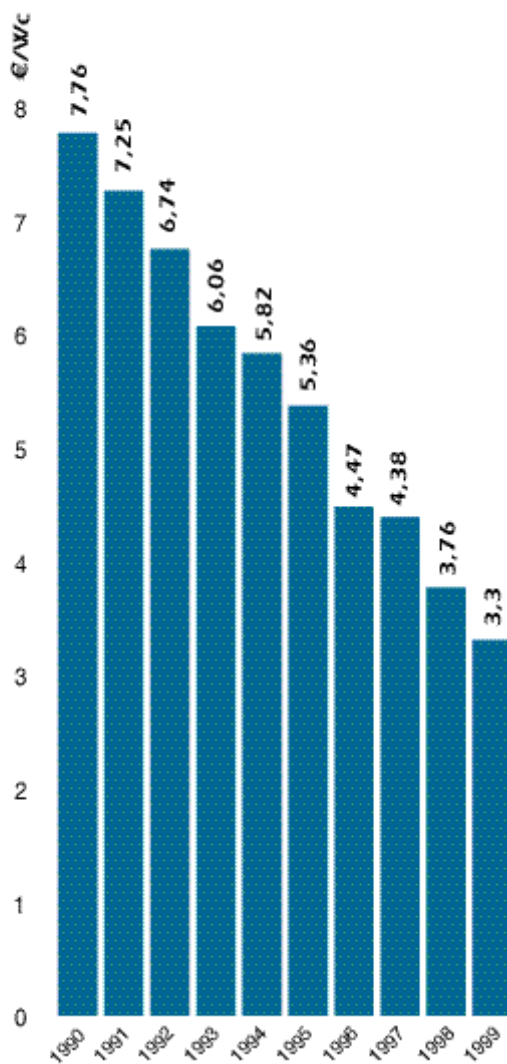
Ademe

* Dont 60 % dans les Dom / including 60% in the French overseas departments.

T. 8 – Puissance PV installée fin 1998 selon les types d'applications (en MWc) / PV capacity installed at end of 1998 according to types of applications (in MWp)

Pays	Installations hors réseau	Installation relié réseau	Total
Pays de l'U.E			
Allemagne	9,20	44,70	53,90
Italie	10,30	7,38	17,68
France	7,86	0,14	8,00
Espagne	5,92	2,08	8,00
Pays-Bas	3,43	3,05	6,48
Autriche	1,16	1,70	2,86
Finlande	2,40	0,08	2,48
Suède	2,26	0,11	2,37
Grande-Bretagne	0,36	0,33	0,69
Danemark	0,17	0,33	0,50
Portugal	0,49	0,02	0,51
Autres pays			
Japon	52,65	80,65	133,30
États-Unis	92,24	35,66	127,90
Australie	21,04	1,48	22,52
Mexique	11,98	0	11,98
Canada	4,20	0,26	4,46
Corée du Sud	2,72	0,27	2,99

EurObserv'ER



EurObserv'ER

G. 4 - Evolution du prix moyen des modules PV en euros/Wc / Evolution of average PV module price in euros/Wp

Ce baromètre est paru dans le numéro 136 de la revue Systèmes Solaires.

This barometer was published in Systèmes Solaires (issue N° 136).

**Pour commander ce numéro :
To order this issue :**

**Systèmes Solaires
146, rue de l'Université
75007 PARIS
Tél. : 01 44 18 00 80
Fax : 01 44 18 00 36
E-mail : systemes.solaires@wanadoo.fr
www.systemes-solaires.com**

Au milieu des années 90, les applications professionnelles, notamment dans les télécommunications, et l'électrification des sites isolés constituaient le principal débouché des cellules photovoltaïques. Cette énergie présente, il est vrai, une excellente alternative au coût élevé d'extension du réseau et la meilleure solution pour bon nombre de régions en développement dans le monde. Ce marché a aidé la technologie photovoltaïque à démontrer sa maturité et a constitué une base solide sur laquelle se sont appuyés les acteurs du secteur. Aujourd'hui, les pays en développement constituent des marchés de taille pour le photovoltaïque. Parmi les plus dynamiques, on peut citer l'Afrique du Sud, le Maroc, le Brésil, le Mexique, ou l'Inde. La Chine est également bien engagée dans l'énergie photovoltaïque. Le pays dispose de plusieurs unités de production de cellules (voir tableau 1) et continue de développer ses installations photovoltaïques grâce à un important programme mené par la Banque mondiale.

Par ailleurs, depuis deux à trois ans, plusieurs programmes de toits solaires photovoltaïques reliés au réseau électrique ont fait leur apparition dans certains pays industrialisés. Les plus importants sont situés au Japon, en l'Allemagne ou aux Etats-Unis (voir *Systèmes Solaires* n°130). Aidées par des subventions ou des incitations fiscales, les applications reliées au réseau ont pris dans certains de ces pays plus d'importance, en termes de capacités installées, que les applications hors réseau (voir tableau 8). C'est notamment le cas pour l'ensemble des pays de l'U.E où la puissance reliée au réseau est estimée à 59 905 kWc contre 43 560 kWc pour le hors réseau.

A court terme, les perspectives de croissance du secteur photovoltaïque sont en accord avec la tendance observée ces dernières années. Pour préciser ces projections, deux angles de vue peuvent être adoptés : celui de la production et celui des puissances installées dans le cadre des programmes de toits solaires reliés au réseau électrique.

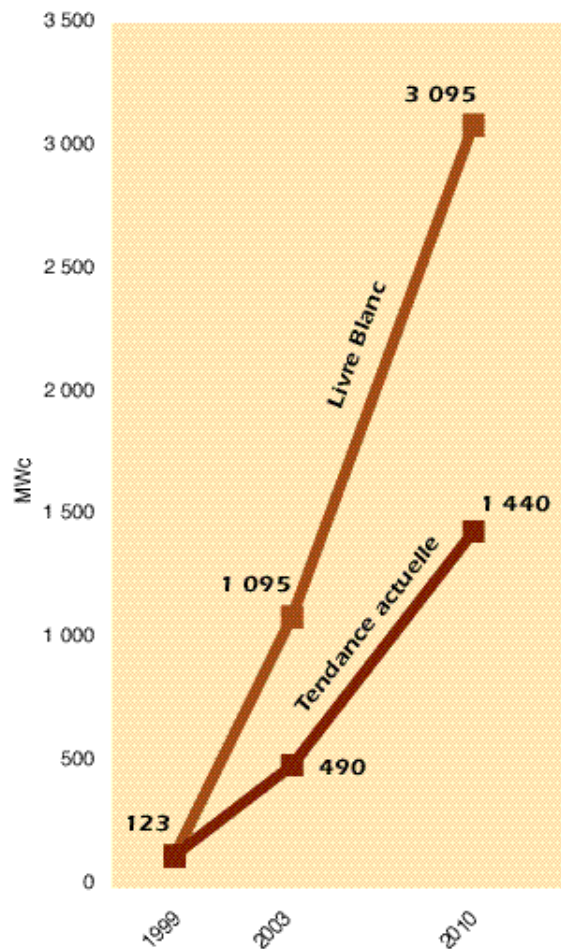
Pour les constructeurs, outre les questions d'amélioration de la technologie silicium cristallin ou de développement des cellules en couches minces, un des enjeux actuels est de mettre en place des unités de production entièrement automatisées. L'idée est de chercher à améliorer la productivité en réduisant les manipulations manuelles entre les différentes étapes de fabrication. Ainsi, plusieurs constructeurs ont annoncé la mise en service prochaine d'unités de production automatisées en Europe (voir tableau 9). Signalons que l'unité de Shell en Allemagne, qui a été inaugurée en octobre 1999 (voir *Systèmes Solaires* n°134), n'est pas encore opérationnelle. Elle le sera d'ici à la fin de l'année 2000. On estime que la capacité de production de cellules photovoltaïques en Europe s'élèvera à 85 MWc fin 2000. Les investissements pour ces nouvelles chaînes de production se montent à 100 millions d'euros (656 millions de francs). Lorsque ces unités seront opérationnelles, le chiffre d'affaires du secteur photovoltaïque européen pourrait quintupler et atteindre les 500 millions d'euros (3,28 milliards de francs) contre 100 millions

photovoltaic cells. It is a fact that this energy offers an excellent alternative to the high cost of extending a power grid and offers the best solution for a good number of developing regions in the world. This market has helped photovoltaic technology to prove its maturity and has built up a solid base on which the actors of the sector are supported. Today, the developing countries represent serious and sizeable markets for the photovoltaic sector. Among the most dynamic of these are South Africa, Morocco, Brazil, Mexico and India. China is also engaged in photovoltaic energy. This country possesses several solar cells production units (see table 1) and continues developing its photovoltaic installations by means of a large-scale programme directed by the World Bank. Furthermore, for the past two or three years now, several programmes of photoelectric solar roofs linked to electric power grids have seen the light of day in certain industrialised countries. The biggest programmes are found in Japan, in Germany and in the United States (see *Systèmes Solaires* issue 130). In some of these countries, assisted by subventions or tax incentives, grid-linked applications have taken on more importance, in terms of installed capacities, than off-grid applications (see table 8). This is notably the case for all of the countries of the European Union, where the capacity linked to the power grid is estimated at 59 905 kWp vs. 43 560 kWp for off grid capacity.

In the short term, the prospects of growth for the photovoltaic sector are in line with the trend observed during the last few years. In order to make these projections more focused and precise, two viewpoints were adopted. Firstly, that of production and, secondly, that of capacities installed in the scope of programmes of solar roofs linked to the electricity power grid. Other than questions of improving crystalline silicon technology or of developing cells with thin films, one of the challenges currently facing manufacturers is to implement completely automated production units. The idea is to try and improve productivity by reducing the amount of manual handling between the different manufacturing phases. In this way, several manufacturers have announced the imminent commissioning of automated production units in Europe (see table 9). It should be pointed out that the Shell production unit in Germany, which was inaugurated in October 1999 (see *Systèmes Solaires* issue 134), is not operational as yet. But it should be running between now and the end of the year 2000.

Estimations indicate that photovoltaic cells production capacity in Europe should reach 85 MWp at the end of 2000. Investments for these new production lines amount to 100 million euros (656 million French francs). When these production units are operational, the turnover of the European photovoltaic sector could be increased five-fold and reach a figure of 500 million euros (3.28 billion French francs) vs. 100 million euros today.

In the longer term, it is estimated that worldwide annual production of photovoltaic cells should reach 380 MWp in 2005 and 940 MWp in 2010. Studying the progress of solar roof programmes currently underway in the world is



EurObserv'ER

G. 5 - Comparaison de la tendance actuelle avec les objectifs du Livre Blanc concernant la puissance installée / Comparison between current trend and White Paper objectives on installed capacity

T. 9 - Projets d'unités de production automatisée de cellules PV en Europe / Projects for automated PV cells production units in Europe

Firme	Localisation du site	Capacité de product. (en MWc)	Date de mise en service annoncée
Shell	Allemagne	25,0	2000
Shell	Pays-Bas	5,0	-
Photowatt	France	20,0	2000
ASE	Allemagne	6,5	2000
Isophoton	Espagne	8,0	-
BP Solarex	Espagne	12,0	-
Antec Solar	Allemagne	10,0	2000

EurObserv'ER

* Sauf Antec Solar, les firmes citées utiliseront la technologie du silicium cristallin / Except Antec Solar, all these firms will use crystalline-silicon technology

d'euros aujourd'hui. A plus long terme, on estime que la production annuelle mondiale de cellules PV devrait atteindre les 380 MWc en 2005 et les 940 MWc en 2010. L'étude de l'avancement des programmes de toits solaires engagés dans le monde est également un moyen d'estimer les perspectives de développement du photovoltaïque. Au Japon, où un programme de 70 000 toits est engagé depuis 1994, on estime que près de 65 MWc ont été installés dans le secteur résidentiel jusqu'à la fin du premier trimestre 1999. Pour 2000, le Miti (Ministry of International Trade and Industry) a annoncé une aide au secteur de 468 millions de dollars (2,9 milliards de francs / 442 millions d'euros). Ainsi, pour les années à venir, on estime que les capacités photovoltaïques installées dans le secteur résidentiel devraient maintenir un rythme de 20 à 25 MWc par an. En intégrant les autres types d'applications, le volume annuel des puissances photovoltaïques installées au Japon devrait atteindre de 40 à 50 MWc.

En Allemagne, le programme de toits solaires est plus récent, il ne date que du début de l'année 1999. On estime à 10,02 MWc les capacités déjà installées. Ce chiffre est inférieur à l'objectif annoncé pour la première année (18 MWc), mais le programme trouve peu à peu son rythme de croisière. L'objectif final de 300 MWc installés pour fin 2004 devrait être respecté. Ces chiffres, plutôt optimistes, ne doivent cependant pas être l'arbre qui cache la forêt. En effet, les objectifs du Livre Blanc de la Commission européenne concernant le développement du photovoltaïque à l'horizon 2010, nécessiteront de gros efforts pour être réalisés (voir graphique 5). La première échéance est celle de la Campagne pour le décollage qui vise à installer, fin 2003, 1 000 MWc supplémentaires par rapport à 1997, soit 1 095 MWc. La tendance actuelle du développement du photovoltaïque dans l'Union européenne laisse présager un parc installé à cette date qui se situera entre 480 MWc et 500 MWc. L'Allemagne y participera pour une très large part avec les 300 MWc de son programme toits solaires. La seconde échéance sera encore plus difficile à tenir car la Commission européenne prévoit d'installer une capacité supplémentaire de 3 000 MWc par rapport au chiffre de 1997 (soit un total de 3 095 MWc). Or, si l'on applique aux onze prochaines années un taux de croissance du photovoltaïque de 25 % dans l'Union européenne, on arrive à une capacité cumulée de 1 440 MWc. Ce taux est, en moyenne, celui observé depuis trois ans en Europe. Maintenu sur une période de plus de dix ans, il représente une très belle croissance. Belle mais insuffisante pour atteindre l'objectif que la Commission européenne a jugé nécessaire pour que le secteur soit autonome. D'importants efforts supplémentaires doivent donc encore être réalisés à l'image de l'Allemagne qui, une nouvelle fois, montre l'exemple à toute l'Union européenne.

also a way of estimating prospects of future photovoltaic development. In Japan, where a programme of 70 000 roofs has been underway since 1994, it is estimated that nearly 65 MWp have been installed in the residential sector by the end of the first quarter of 1999. For the year 2000, the MITI (Ministry of International Trade and Industry) has announced 468 million dollars (2.9 billion French francs / 442 million euros) of financial aid for this sector. In this way, it is estimated that photovoltaic capacities installed in the residential sector should maintain a growth rate of from 20 to 25 MWp per year for the years to come. If other types of applications are integrated in the total as well, the annual volume of photovoltaic capacities installed in Japan should then reach from 40 to 50 MWp.

In Germany, the solar roofs programme is more recent. This programme was only started at the beginning of 1999. An estimated capacity of 10.02 MWp has already been installed. This figure is lower than the target announced for the first year (18 MWp), but, little by little, the programme is finding its cruising speed. The final target of 300 MWp installed for the end of 2004 should be met. Nevertheless, these rather optimistic figures should not be "the trees that hide the forest". The objectives of the European Commission White Paper concerning photovoltaic development by the year 2010 or so, are going to require very big efforts if they are going to be achieved (see graph 5). The first "deadline date" is that of the Campaign for take-off, which targets installing an additional 1 000 MWp with respect to 1997, i.e. 1 095 MWp, by the end of 2003. The current trend in photovoltaic development in the European Union leads to a projection of an installed capacity at this date that should be situated between 480 MWp and 500 MWp. Germany is going to play a very big role with the 300 MWp of its solar roofs programme. The second "deadline date" should be even more difficult to meet, because the European Commission foresees installation of an additional capacity of 3 000 MWp with respect to the figure of 1997 (i.e. a total of 3 095 MWp). If an annual photovoltaic growth rate in the European Union of 25% is applied to the next eleven years to come, the resulting cumulated capacity is found to be 1 440 MWp. This is the average rate that has been observed for the past three years in Europe. It represents a very good growth rate if it can be maintained for a period of more than ten years. A good rate, but one that is still insufficient to reach the target that the European Commission has judged as necessary if the sector is to be autonomous. Large-scale supplementary actions are therefore still going to have to be carried out, in the image of Germany which, once again, is setting the example for the rest of the European Union.

Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER dans le cadre du projet "EurObserv'ER" regroupant Observ'ER, Eurec Agency et Eufores, avec le soutien financier de l'Ademe et de la DG Tren (programme Altener) / This barometer was prepared by Observ'ER in the scope of "EurObserv'ER" Project which groups together Observ'ER, Eurec Agency and Eufores, with the financial support of the Ademe and DG Tren (Altener Programme).

