

Le Photovoltaïque

L'électricité solaire, une source durable d'énergie



Sommaire

Préface	4
Le photovoltaïque : potentiel, technologie et applications	
L'énergie solaire, essentielle à tout mix énergétique renouvelable	6
Comment fonctionne le principe du photovoltaïque ?	7
L'électricité pour les zones isolées	8
Le photovoltaïque pour les habitations individuelles	10
Les applications photovoltaïques sur les surfaces commerciales	12
Les centrales au sol	13
Le développement du marché du photovoltaïque et les dispositifs d'aides	
Pourquoi construire le marché du photovoltaïque dès aujourd'hui ?	14
Un potentiel énorme	16
Le marché mondial du photovoltaïque	17
Différents dispositifs d'aides	18
Comment développer les marchés du photovoltaïque	20
Le modèle allemand	22
BSW-Solar, l'association allemande de l'industrie solaire	24



Cher lecteur,

L'énergie est cruciale tant pour notre économie que pour notre prospérité, et ce secteur est aujourd'hui en profonde mutation. La montée de la demande en énergie et de l'exploitation du pétrole et du gaz, se traduisent par une augmentation de leur coût. Par ailleurs, les énergies fossiles contribuent à l'augmentation de l'effet de serre et fragilisent l'environnement. Nous ne savons pas quand la séquestration du carbone sera disponible et économiquement viable.

Les gisements d'énergies fossiles sont limités, cela ne fait plus aucun doute. Dans les prochaines années ou quelques dizaines d'années, viendra le temps du « peak oil », ce moment où la demande dépassera les ressources disponibles. Quant à l'énergie nucléaire, elle est soumise à des contraintes de sécurité très importantes, et la disponibilité de l'uranium est limitée. Y a-t-il des alternatives ?

Nos seules certitudes à ce jour : les Energies Renouvelables (EnR) sont disponibles de façon mondiale, elles sont durables, ne participent pas à l'effet de serre et sont capables de satisfaire l'intégralité de notre demande en énergie.

Nous devons donc ajuster notre système d'approvisionnement énergétique, pour qu'il soit durable et décentralisé. Cela nécessite des investissements massifs. Si les EnR ne sont pas encore toutes compétitives par rapport aux énergies fossiles, elles requièrent surtout un investissement initial important tandis que leur coût d'usage est presque gratuit (exception faite de la bioénergie, où il faut mobiliser la ressource). La bonne nouvelle, c'est que les évolutions technologiques et leur large utilisation vont permettre aux EnR de devenir de moins en moins chères, jusqu'à devenir les plus compétitives.



Deux possibilités d'actions se présentent à nous :

1. Continuer sur la voie des énergies fossiles :

Nous acceptons notre dépendance croissante aux importations d'énergies fossiles ; tout en ayant le risque de subir des prix de pétrole et de gaz élevés, ainsi que celui de la pénurie liée au « peak oil ». Enfin, nous investissons dans des technologies telles la capture et l'enfouissement du carbone, sans en connaître ni les résultats, ni les coûts.

2. Le basculement immédiat dans la voie des EnR :

Nos investissements sont focalisés sur les EnR afin d'en développer la technologie, de réduire les prix et de construire d'immenses capacités de production d'EnR. Nous adaptons notre mix énergétique, en sachant que la substitution d'une part significative des énergies fossiles par des EnR prendra des années. Nous choisissons une source d'énergie sûre et durable, laquelle sera bien meilleur marché que d'autres alternatives à long terme.

Nous avons donc le choix. Cette brochure vous présente comment le photovoltaïque (PV), en tant que l'un des piliers principaux du mix des EnR, doit être utilisé et quelles politiques aideront à son développement.

L'association allemande de l'industrie solaire (BSW-Solar) est solidement implantée, avec une riche expérience dans le développement de marchés PV. L'association française des professionnels de l'énergie solaire (Enerplan), collabore depuis de nombreuses années avec la BSW-Solar. La publication en français de cette brochure de la BSW-Solar, est un fruit de plus de la collaboration solaire franco-allemande. Nous espérons partager prochainement cette expérience avec vous, afin de contribuer à la construction mondiale d'un système d'énergie durable.

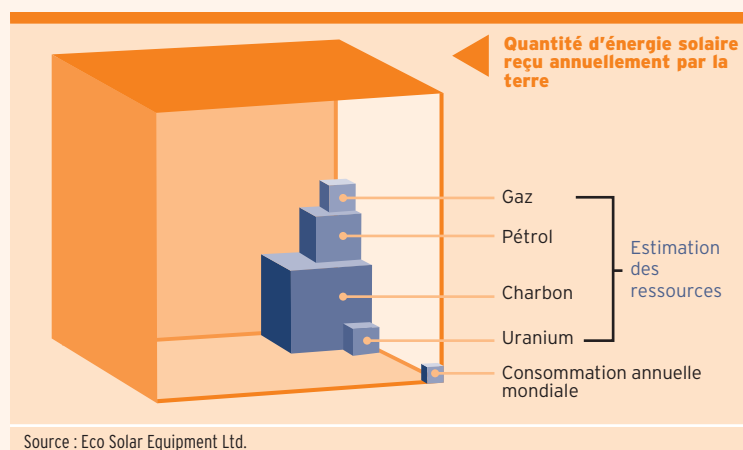
Richard Loyen
Délégué Général d'Enerplan

Gerhard Stryi-Hipp
Directeur Général de la BSW-Solar

L'énergie solaire, essentielle à tout mix énergétique renouvelable

Seules les énergies renouvelables (EnR) telles les énergies éolienne, hydraulique, bio et géothermique, solaire thermique et photovoltaïque sont extensibles.

Elles peuvent répondre à l'intégralité de la demande mondiale : le soleil délivre en une heure autant d'énergie sur terre que l'humanité n'en consomme en un an. Ces EnR sont propres, durables, mondialement disponibles et n'affectent pas le climat.



Par ses caractéristiques listées ci-dessous, le photovoltaïque (PV) est essentiel dans le futur mix énergétique renouvelable.

- Incontournable pour répondre de façon durable à la demande mondiale d'électricité
- Présente un important potentiel de réduction des coûts qui sera atteint par le développement du marché PV et de son industrie
- S'implante facilement quelque soit sa surface de l'installation individuelle au projet de grande ampleur
- Peut être mondialement déployé pas seulement sur la « sunbelt » mondiale, mais également dans des régions où l'ensoleillement est moindre
- Apporte une solution parfaitement adaptée pour l'électrification des zones rurales
- Fiable pour des décennies avec de faibles coûts de maintenance
- Participe à l'indépendance face aux importations d'énergie
- Dynamise les économies nationales et locales et crée de nombreux emplois



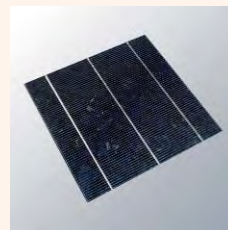
Le PV est un élément essentiel du futur mix énergétique, puisqu'il produit de l'électricité de façon durable partout dans le monde. Actuellement les systèmes PV sont principalement utilisés en systèmes connectés au réseau, mais ils peuvent également faciliter l'électrification de zones rurales.

Comment fonctionne le principe du photovoltaïque ?

Le PV produit directement de l'électricité à partir des rayons du soleil sans produire ni émission, ni bruit, ni déchet. Les rayons ainsi captés sont transformés en électricité à l'intérieur des cellules PV. Aujourd'hui, elles sont principalement faites de silicium, mais la part de marché des technologies basées sur les films minces est vouée à progresser. Les cellules solaires sont connectées électriquement et assemblées sous forme de modules PV qui protégeront les cellules sur plusieurs décennies. La durée de vie des modules est habituellement estimée à une trentaine d'années.

Les modules produisent du courant continu qui peut être consommé directement ou stocké dans des batteries dans le cas de systèmes hors réseau. Cependant, aujourd'hui de nombreux systèmes PV sont connectés au réseau électrique, le courant continu est donc converti en courant alternatif via un onduleur. Ce type d'installations est appelé « système connecté au réseau ».

La technologie PV se décline en différents produits, dont l'efficacité, l'application et les coûts varient. Toutefois l'efficacité globale d'un rendement solaire se situe entre 8 et 20%.



Les blocs de silicium, d'abord découpés en tranches, seront ensuite transformés en cellules solaires. Elles seront enfin assemblées en modules solaires.



L'électricité pour les zones isolées

Les systèmes hors réseau

Le PV est une solution idéale pour électrifier les zones rurales : il est fiable, ne consomme pas de pétrole, a de faibles coûts de maintenance et peut être utilisé quelque soit la taille de l'installation. Ces applications hors réseau permettent de faire fonctionner l'éclairage, les moyens de communication, les pompes à eau et les systèmes médicaux nécessaires à la vie des habitants des villages. Le PV apparaît comme la meilleure façon de fournir de l'électricité à 2 milliards de personnes dans le monde qui en sont actuellement privées. Ces installations hors réseau sont utilisées dans de nombreuses régions du monde depuis plus de 20 ans.

Les installations autonomes

Les « systèmes solaires domestiques » sont des petites installations PV réalisées sur des maisons individuelles. Ils peuvent éclairer l'habitation et fournir de l'électricité pour faire fonctionner un équipement radio ou de télévision. Ces « systèmes solaires domestiques » se composent d'un module PV, d'une batterie, d'un chargeur, de câbles et de quelques ampoules fonctionnant au courant continu. Ces équipements d'autosuffisance sont généralement l'option la moins onéreuse pour électrifier les sites isolés.

Les installations autonomes peuvent également fournir de l'énergie pour le fonctionnement de pompes et de purification de l'eau. Elles peuvent, par exemple, être utilisées pour l'éclairage public, les automates, les terminaux téléphoniques, ou pour le rechargement de batteries de téléphones portables.





Le PV est souvent le choix le plus facile et le plus économe pour électrifier les zones isolées, que ce soit pour une maison individuelle ou un village entier. Le financement de l'investissement et la maintenance des systèmes PV par des partenaires locaux sont des barrières qui doivent bien souvent être contournées.

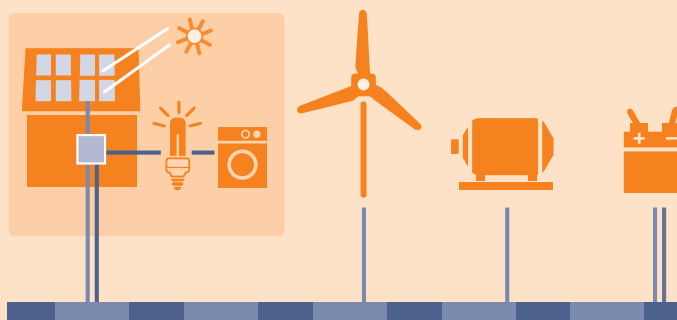
Mini-réseau

Une telle structure permet à plusieurs habitations, voire à un village entier, de bénéficier d'un meilleur confort électrique. Les modules PV sont alors soit installés de façon individuelle sur chaque maison, soit mutualisés en une seule grande installation. Ces dispositifs sont également applicables pour les batteries de secours et de stockage. L'avantage du mini-réseau réside dans une plus faible utilisation de batteries de stockage, grâce au volume d'électricité généré par ce système. Enfin, ce système peut bien évidemment fournir de l'électricité pour des structures commerciales.

Couramment, les mini-réseaux produisent du courant alternatif et permettent ainsi l'utilisation d'équipements courants. Pour assurer la production d'électricité, ces réseaux fonctionnent généralement sur des systèmes hybrides, par exemple en combinant le PV avec des générateurs éoliens, hydrauliques ou diesel en support. Les mini-réseaux sont de plus facilement extensibles.



Mini-réseau



L'électricité photovoltaïque pour les activités en sites isolés

Ce type de production électrique est également un moyen très efficace pour développer la production, l'industrie et les services dans les zones rurales. Le PV peut donc participer activement au développement économique. L'énergie solaire permet de faire fonctionner les machines, les systèmes de ventilation, de pompage d'eau, de barrières et clôtures électriques. Elle fournit également l'électricité nécessaire au fonctionnement des équipements de bureau et de communication, partout dans le monde.

Pour rapidement s'imposer face au pétrole, le PV doit faire l'objet d'investissements soutenus, accompagnés de dispositifs d'aides incitatives.



Le photovoltaïque pour les habitations individuelles

Les systèmes PV raccordés au réseau pour les investisseurs privés

Aujourd'hui, plus de 90% des systèmes PV sont reliés au réseau de distribution d'électricité, afin d'y injecter l'énergie produite grâce au solaire. Cela, en plus d'éviter le recours à des batteries de stockage, est également la meilleure solution à adopter pour les systèmes PV à proximité d'un réseau. Les centaines de milliers de systèmes qui y sont connectés prouvent que ce raccordement est aisément réalisable.

Les systèmes PV pour les habitations individuelles

De plus en plus de particuliers sont intéressés par installer leurs propres systèmes PV sur leurs habitations et de les faire raccorder au réseau. Les motivations pour une telle démarche sont diverses : lorsque c'est possible, de nombreux investisseurs sont désireux de gagner de l'argent avec l'électricité solaire, ou d'en économiser en évitant la consommation d'électricité en période de pointe. Si les sources d'énergies traditionnelles (pétrole, gaz, charbon...) sont épuisables, le PV est un moyen de stabiliser et d'assurer la fourniture en électricité de la maison. Cependant, tous les utilisateurs veulent eux-mêmes décider comment l'électricité sera produite et ils souhaitent également contribuer au développement d'un système durable de production d'énergie.





Plus de 90% des installations PV sont raccordées au réseau. La plupart de ces systèmes sont implantés sur les toits d'habitations résidentielles. L'électricité produite peut alors être utilisée en priorité pour la consommation de l'habitation, ou alors totalement injectée sur le réseau public d'électricité.

Les façons de se raccorder au réseau

Dans un système de toiture PV raccordée au réseau, l'électricité produite par l'installation est en courant continu. Elle est transformée en courant alternatif via un onduleur, qui permettra entre autre de contrôler l'ensemble de l'installation PV et la déconnecter du réseau en cas de dysfonctionnement. Deux manières existent pour le raccordement au réseau :

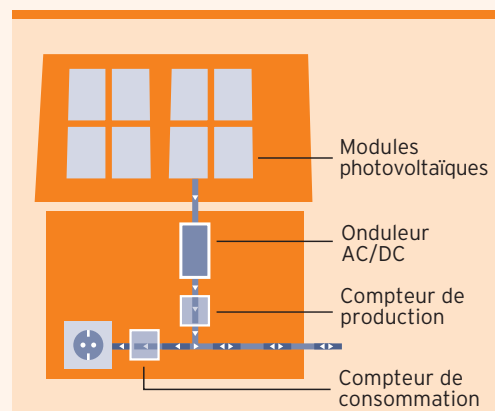
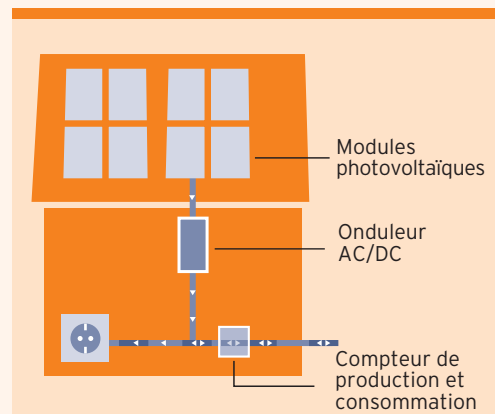
A. **La vente de surplus :** L'électricité produite par le système PV est en priorité utilisée pour la consommation propre de l'habitation, seulement le surplus est injecté sur le réseau.

Si le système PV est connecté en amont du compteur électrique du consommateur, l'électricité produite est en priorité consommée en interne, ce qui réduit la consommation en provenance du réseau public, et par conséquent, la facture énergétique. Dans la situation où la production excède la consommation, le surplus d'électricité est injecté sur le réseau.

B. **La vente totale :** L'électricité produite par le système PV est intégralement injectée sur le réseau.

Ce principe fonctionne lorsqu'un tarif d'achat existe et que le service de distribution est légalement obligé d'acheter à ce tarif chaque kWh d'électricité solaire produite. De plus ce tarif est supérieur à celui de l'électricité fournie par le réseau. Le système PV est donc directement connecté au réseau, sans fournir l'habitation. Cela signifie que 100% de l'électricité produite est vendue sur le réseau.

Du point de vue technique, ces deux installations sont similaires, car l'électricité produite est utilisée par des consommateurs proches. Cependant, elles diffèrent du point de vue financier, ou l'on vend la totalité ou seulement une partie de sa production d'électricité solaire au réseau.





Les applications photovoltaïque sur les surfaces commerciales

Les grandes installations en toiture

De nombreuses installations PV sont réalisées sur de larges toitures comme celles d'usines, de bâtiments commerciaux, de hangars agricoles, ou de bâtiments publics. Ce sont habituellement des systèmes de tailles moyennes, entre 10 et 1000 kilowatts, voir parfois supérieures à 1 mégawatt. L'énergie produite peut être soit consommée directement par le bâtiment, soit totalement vendue sur le réseau. Ce choix s'arbitre entre le prix de détail de l'électricité et l'existence possible d'un système de tarif d'achat.

Techniquement, les installations de grandes et moyennes tailles sont sensiblement les mêmes que les petites installations individuelles. C'est le type d'investisseurs qui diffère : dans le cas de grandes et moyennes installations PV, ce sont généralement des entreprises extérieures au secteur des énergies, des agriculteurs, des compagnies de placement, des groupes d'investisseurs privés, ou des entreprises de service publique. Dans de nombreux cas, le propriétaire loue sa toiture à un investisseur, lequel se rémunère de la vente d'électricité.

Le PV intégré au bâti et les systèmes PV en façade

Aujourd'hui, les modules PV sont principalement installés sur les toitures existantes. Toutefois, la France a pour l'instant fait le choix de favoriser ce type de technique. Les perspectives de développement du PV montrent qu'une part importante des systèmes sera intégrée à la toiture, remplaçant à l'avenir les tuiles et les couvertures traditionnelles.

Les modules PV peuvent également remplacer des éléments de façade traditionnels. Ces façades PV sont de haute qualité, elles apportent un design moderne au bâtiment, tout en produisant de l'électricité. Au-delà de la fourniture d'électricité, le PV peut remplir d'autres fonctions, en faisant office de brise-soleil, ou de couverture de parking.



Une large variété de types d'installations PV existe, allant des installations moyennes sur de larges toits, à d'importantes exploitations de plusieurs mégawatts, généralement sous forme de centrales au sol.



Les centrales au sol

Il y a suffisamment d'espace de toiture disponible pour couvrir une large part de la demande électrique par des installations PV en toiture. Toutefois, une façon simple de réaliser une installation PV est de créer de larges centrales au sol. De telles installations ont généralement une puissance supérieure à 1 mégawatt ; la plus grande, qui atteindra 40 mégawatts (soit approximativement 400 000 m² de modules), est en construction à Brandis en Allemagne. D'autres projets de tailles moyennes ont également été réalisés.

Les centrales au sol permettent d'atteindre de faibles coûts au kilowatt, grâce aux économies d'échelles réalisées et à l'optimisation de l'installation de modules PV. Les zones d'implantations de centrales au sol sont des terrains qui ne peuvent être utilisés pour d'autres activités, comme par exemple des zones de stockage de déchets, des terrains en réhabilitation, ou les zones arides et semi-arides.

Dans une centrale au sol, les modules PV peuvent être fixés sur un angle d'exposition optimal au soleil, ou montés sur un ou deux axes motorisés permettant aux capteurs de suivre la trajectoire du soleil. Ce système de « tracker » permet d'augmenter le rendement solaire de 30%, mais l'investissement et la maintenance en sont d'autant augmentés.

Les systèmes PV régulent la fourniture d'électricité en période estivale

Le plus haut de la production d'électricité se situe autour de la mi-journée et du début d'après-midi, période qui est également, dans de nombreux pays, celle où la demande est la plus forte. Le PV permet donc de compenser ces variations, en évitant les forts pics de demande sur le réseau.



Pourquoi construire le marché du photovoltaïque dès aujourd'hui ?

Le PV est une stratégie de long terme

Faire passer notre mix énergétique des énergies fossiles et nucléaires à un mix énergétique durable est urgent et les raisons nombreuses : l'explosion des prix et l'importation grandissante d'énergie en provenance de régions non stables, mais aussi les dommages que porte le changement climatique sur nos conditions de vie.

La technologie photovoltaïque est vraiment durable et a un potentiel mondial significatif. Elle peut être utilisée à n'importe quel endroit du globe pour fournir de l'électricité sur le réseau, ou pour alimenter une maison individuelle avec des systèmes autonomes dans les régions isolées par exemple. C'est pour cette raison que le PV est perçu comme le pilier majeur d'un mix énergétique durable.

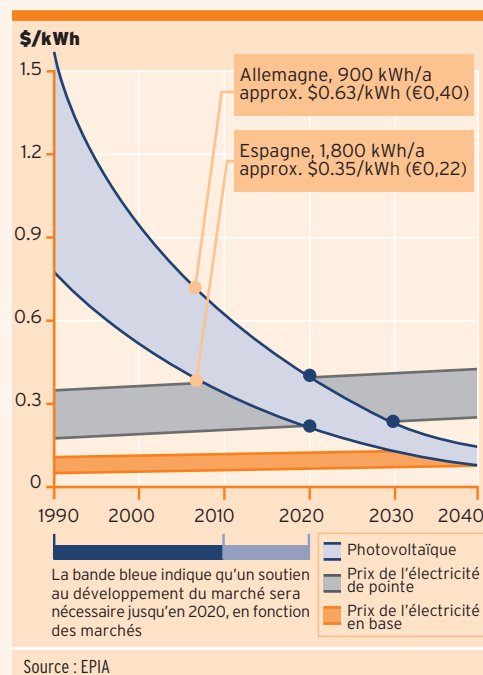
Malheureusement, le PV est aujourd'hui encore trop cher par rapport aux énergies fossiles et aux autres énergies renouvelables. Développer les systèmes PV nécessite des structures financières innovantes. Ces coûts sont élevés, car il s'agit de payer aujourd'hui, par l'installation d'un système PV, la facture énergétique des 30 prochaines années. Seul l'investissement dans le matériel doit être réalisé, le soleil est ensuite gratuit.

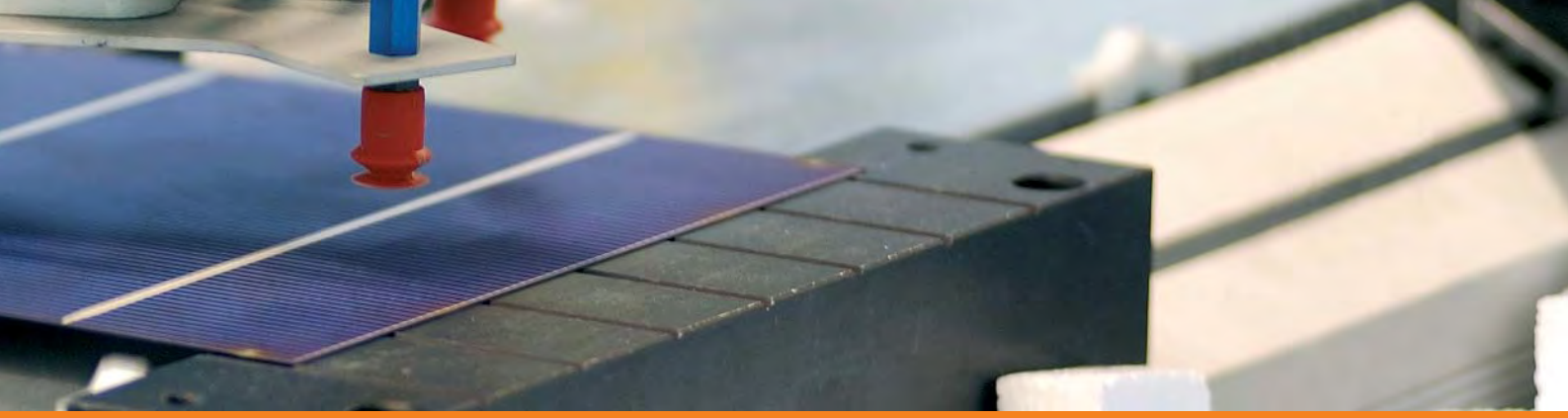
L'avantage qui réside dans le PV est son fort potentiel de réduction des coûts, il sera ainsi rapidement compétitif. Cela ne pourra se faire que quand les économies d'échelles, associées avec les avancées technologiques, seront pleinement efficaces. Ainsi les marchés du PV sont appelés à se développer de façon significative.

Les coûts des systèmes vont se réduire, alors que les coûts de l'électricité traditionnelle augmenteront. L'équilibre entre le coût de l'électricité PV et celle du réseau, c'est-à-dire le moment où l'électricité

solaire sera compétitive avec le coût de détail de l'électricité, sera atteint d'ici 2020 ; plus tôt pour certains pays, plus tard pour d'autres, cela dépendra des conditions de développement propres à chaque pays.

Les questions d'avenir sont donc : comment atteindre au plus rapidement la compétitivité de l'électricité PV ? Quand commencer le développement des marchés PV ? Qui supportera le coût élevé de l'énergie solaire en attendant qu'elle devienne compétitive ?





Le PV demande une stratégie de long terme afin de développer une capacité de production significative, et également afin de le rendre compétitif grâce à la production de masse et à des investissements en recherche et développement. Il est donc crucial de développer ce marché et cette industrie dès aujourd'hui.

La stratégie long terme du PV

Objectif : Réduire les coûts de l'électricité solaire et construire des capacités de production, distribution, d'installation, de recherche et développement nécessaires au PV.

Stratégie : Développer un marché mondial du PV et dynamiser la demande en :

- Proposant un cadre légal pour l'installation de systèmes PV raccordés au réseau, et pour la production d'électricité solaire (y compris la suppression de barrières administratives)
- Etablissant un système d'aides financières pour rendre attractif l'investissement dans le PV et la production d'électricité solaire
- Garantissant l'existence de ces mesures sur le long terme afin de garder la confiance des consommateurs et des industriels du PV, confiance qui est cruciale pour les investissements.

Créer une demande PV en :

- Garantissant le droit à la production d'électricité solaire et au raccord au réseau
- Rendant financièrement attractif la production d'électricité solaire

Améliorer :

- Le marché du PV
- La production de PV
- Les capacités d'installations
- La réduction des coûts
- La réduction des importations d'énergies
- La création d'emplois

Ainsi, le PV deviendra :

- Compétitif
- Un important pilier d'un mix énergétique durable

Les raisons pour développer le marché du PV immédiatement

Est-il vraiment nécessaire de débiter une stratégie PV immédiatement ? Ne serait-il pas plus intéressant et moins coûteux de développer d'autres technologies ?

1. Le développement de l'industrie et du marché PV prendra des années afin de couvrir une part significative de la demande en électricité.
2. Plus nous attendons à développer ce marché, plus le risque d'avoir une capacité de production insuffisante s'accroît.
3. Plus nous attendons, plus la pression à faire évoluer notre mix énergétique augmentera, et moins les solutions seront évidentes.
4. Les premiers à investir sur le marché auront la chance de devenir des leaders technologiques.



Un potentiel énorme

Les perspectives du PV

Tous les experts du marché prévoient une forte croissance mondiale du PV dans les décennies à venir. Cependant, les taux de croissances diffèrent beaucoup. L'Association Européenne de l'Industrie Photovoltaïque (EPIA) et Greenpeace ont développé deux scénarios possibles de développement pour le marché du PV. Le scénario optimiste envisage une croissance annuelle de 40% jusqu'en 2010, puis de 23% jusqu'en 2020 et enfin de 15% jusqu'en 2030. Ce scénario devrait conduire à un marché mondial du PV de 179 GWc en 2030 pour une capacité installée de 1272 GWc. Le scénario modéré prévoit une croissance annuelle de 30% jusqu'en 2010, puis 21% jusqu'en 2020 et enfin 12% jusqu'en 2030.

	Scénarios			
	2006	2010	2020	2030
Scénario optimiste				
Installations annuelles en GWc	1.5	5.6	44	179
Capacité cumulée en GWc	6.6	28.9	241	1,272
Electricité produite en TWh	8	25	320	1,802
Personnes raccordées au réseau (en millions)	5	15	157	776
Personnes hors réseau (en millions)	10	61	966	2,894
Emplois (en milliers)	74	271	1,840	6,329
Valeur du marché (en milliards d'euros)	9	25	113	318
CO ₂ évité par an (en millions de tonnes)	5	15	192	1,081
CO ₂ évité cumulé (en millions de tonnes)	20	61	898	6,671
Scénario modéré				
Installations annuelles en GWc	1.5	4.2	28	84
Capacité cumulée en GWc	6.6	18.4	170	728
Electricité produite en TWh	8	21	225	1,027
Personnes raccordées au réseau (en millions)	5	13	111	450
Personnes hors réseau (en millions)	10	50	669	1,613
Emplois (en milliers)	74	201	1,165	2,963
Valeur du marché (en milliards d'euros)	9	20	79	172
CO ₂ évité par an (en millions de tonnes)	5	13	135	616
CO ₂ évité cumulé (en millions de tonnes)	20	56	680	4,252
Scénario optimiste et modéré du marché mondial du PV d'ici 2030 Source : EPIA/Greenpeace, Solar Generation IV, 2007				

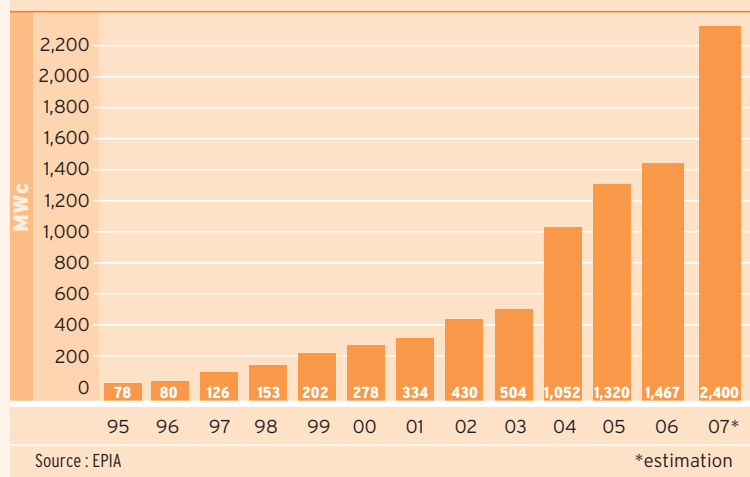


Le marché mondial du PV a bénéficié d'une croissance annuelle de 35% en moyenne sur les dernières années. De plus, les experts du marché prévoient une forte croissance de ce marché sur les prochaines décennies.

Le marché mondial du photovoltaïque

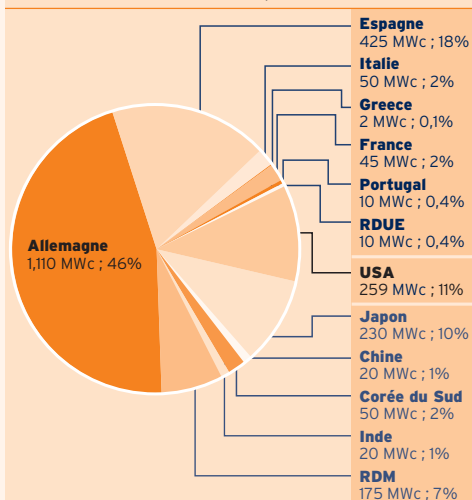
Le marché mondial du PV a connu un taux de croissance annuelle de plus de 35% au cours des dernières années, la tendance s'annonce similaire pour les années et décennies à venir. Ce marché du PV est en plein essor et attire de plus en plus de pays. En 2007, l'Allemagne a, à nouveau, été le pays leader de ce développement, suivi par l'Espagne, les Etats-Unis et le Japon. Les nouveaux arrivants sur ce secteur du PV sont la Corée et l'Italie qui enregistrent des taux de croissance exceptionnels supérieurs à 100%.

La croissance annuelle du marché mondial du PV



Le marché mondial du PV

Pouvoir de production électrique par PV installé en 2007 : 2.4 GWp



Source : EPIA, ASIF, BSW-Solar

Les coûts de développement de l'électricité solaire

Les coûts de l'électricité solaire dépendent principalement du rendement de l'installation et du prix du système PV. L'EPIA et Greenpeace ont estimé les coûts de production du kWh d'énergie solaire pour une installation raccordée au réseau dans différentes régions, cela jusqu'en 2030. L'équilibre entre le coût du kWh d'électricité solaire et le prix de détail de l'électricité est prévu avant 2020 dans de nombreux pays.

Coûte de génération d'électricité par PV dans différents lieux

	heures solaires	2006	2010	2020	2030
Berlin	900	\$0.65	\$0.51	\$0.29	\$0.19
Paris	1,000	\$0.58	\$0.45	\$0.26	\$0.17
Washington	1,200	\$0.49	\$0.38	\$0.22	\$0.15
Hong Kong	1,300	\$0.45	\$0.35	\$0.20	\$0.13
Sydney/Buenos Aires/Bombay/Madrid	1,400	\$0.42	\$0.32	\$0.19	\$0.12
Bangkok	1,600	\$0.36	\$0.29	\$0.16	\$0.10
Los Angeles/Dubai	1,800	\$0.32	\$0.25	\$0.15	\$0.10

Source : EPIA/Greenpeace, Solar Generation IV, 2007

Les systèmes PV hors réseau dans les zones isolées sont déjà dans la majorité des cas plus rentables que des installations à base de diesel.



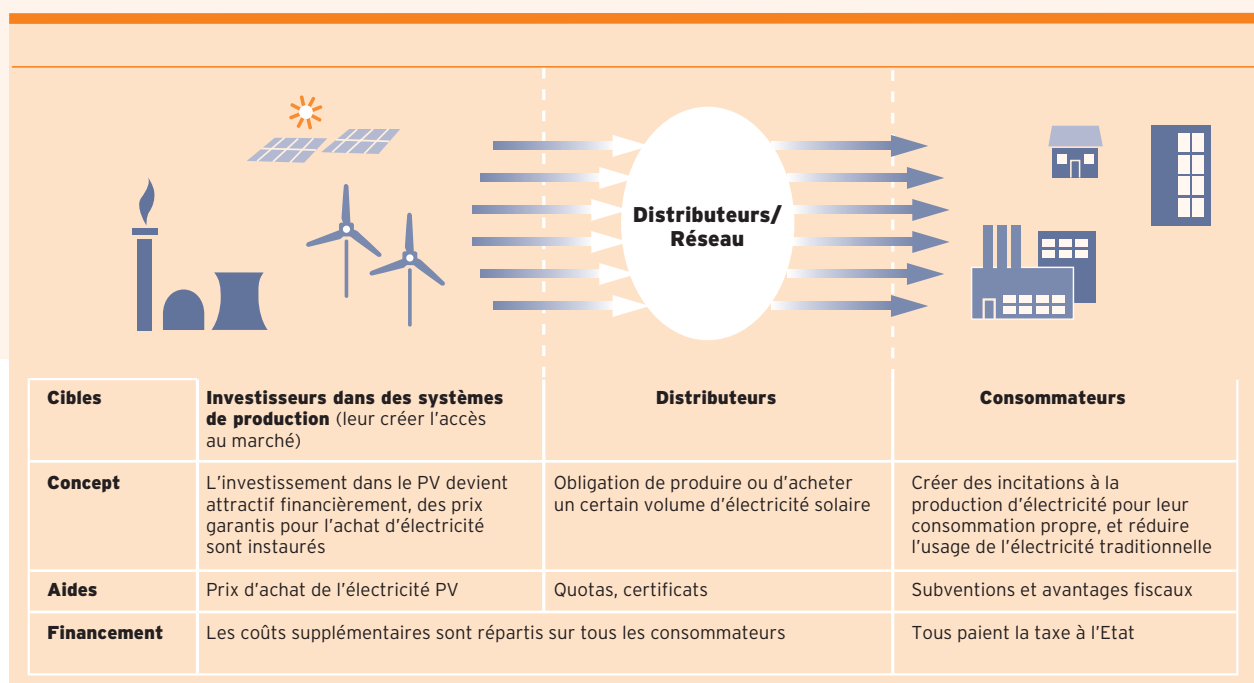
Différents dispositifs d'aides

Dans de nombreuses régions, le prix de l'électricité PV est encore élevé au regard de l'énergie fossile ou nucléaire. C'est pour cette raison que des dispositifs de soutien au développement du marché mondial du PV sont nécessaires.

Le type d'aide dépend de la cible concernée

On dénombre trois acteurs principaux sur le marché de l'électricité : le producteur, les distributeurs et le consommateur. Si les politiques veulent agir sur le mix énergétique, ils peuvent influencer ces acteurs à travers différents outils. En Allemagne, le marché PV le

plus dynamique au monde, est fortement stimulé par un système de tarif d'achat de l'électricité PV. Face à ce succès, de nombreux autres pays européens commencent à instaurer des principes similaires. Le Japon et les Etats-Unis ont développé d'importants marchés PV sans pour autant avoir recours à une politique de tarif d'achat. En Californie, une subtile association entre prêts, réductions fiscales et autoconsommation rend le PV financièrement attractif. Alors que d'autres Etats voient le principe de quotas comme une méthode adaptée pour développer les installations PV.





Actuellement, ces dispositifs d'aides sont encore nécessaires pour un développement rapide des technologies PV. Elles visent à compenser le désavantage de coût face aux énergies traditionnelles.

Le tarif d'achat

Par un tel dispositif, les distributeurs sont obligés par le gouvernement de :

1. Relier tout système PV au réseau,
2. Acheter une part de l'électricité à un producteur PV,
3. Payer un prix fixe pour chaque kWh acheté au-delà d'une certaine période.

Comme variante, la rémunération pour le producteur solaire peut être majorée d'une prime (un bonus, payé en plus du prix du marché). Les coûts générés par ce type d'aide sont répartis, par le distributeur, sur tous les consommateurs.

Les quotas et certificats

Les distributeurs peuvent se voir imposé de proposer un certain quota d'électricité provenant des EnR. Ils peuvent soit produire cette part d'EnR par eux-mêmes, soit l'acheter auprès de producteurs indépendants.

Les systèmes de quotas peuvent être accompagnés d'un marché de certificats « verts », qui visent à apporter une flexibilité aux producteurs d'énergies. Cette obligation est accomplie en achetant une part nécessaire de certificats sur le marché. Le prix de ces certificats devraient couvrir la différence de coûts entre la production des EnR et le prix de marché.

Les subventions et les avantages fiscaux

Les avantages fiscaux, tels les exonérations ou réductions de taxes, et les subventions, réduisent les coûts d'investissement dans les EnR. Ces aides sont versées aux consommateurs qui investissent dans une installation EnR pour réduire leur consommation d'énergie. Ces sommes proviennent généralement du budget de l'Etat, mais elles peuvent également être augmentées par les taux de rémunération comme c'est le cas en Californie.

Un dispositif d'aide réussi doit :

- Apporter la sécurité aux investisseurs
- Se baser sur une stratégie de long terme afin d'éviter le développement par accoups
- Etre un moyen de réduction des coûts
- Etre spécifique aux technologies EnR

Le pragmatisme de ces différents dispositifs d'aides montre les tendances suivantes :

- Le tarif d'achat stimule les marchés efficacement, car il procure une stabilité de long terme et évite les accoups dans le développement du marché
- Les quotas produisent une faible demande et les coûts des EnR restent généralement plus élevés, dus aux risques que les investisseurs perçoivent
- Les subventions et les avantages fiscaux ne sont efficaces que lors du lancement du marché, lorsque les fonds sont encore limités
- Les dispositifs mixtes ne sont efficaces que lorsque les éléments se complètent mutuellement



Comment développer les marchés du photovoltaïque

Les différentes étapes lors du choix d'un dispositif d'aide

Lors de la création d'un dispositif d'aide au PV, plusieurs aspects doivent être pris en considération.

1. Les objectifs doivent être clairement identifiés. Dans le cas d'EnR, ils peuvent être basés sur la sécurité de l'approvisionnement, la protection de l'environnement, la capacité à construire et le développement du secteur industriel.
2. Il faut également définir des objectifs de long terme pour un mix énergétique durable et la proportion de PV dans celui-ci.
3. Pour développer un marché, la meilleure approche doit être envisagée, notamment en stimulant la demande grâce aux subventions et avantages fiscaux. Le cadre légal doit clarifier les conditions pour le raccordement au réseau et définir le système d'aide nécessaire pour le PV et les EnR. Des campagnes de communication doivent sensibiliser le grand public, des mesures de certification des installateurs et l'introduction de standards réalisés.
4. Poursuivre l'évaluation et la surveillance du marché, tout en optimisant les outils et le cadre légal.

Les conditions minimales pour un bon développement du marché PV

Les récentes expériences démontrent que le marché PV peut-être florissant si le cadre politique apporte les bons avantages aux investisseurs. L'outil le plus efficace reste le tarif d'achat.

Cependant, d'autres facteurs jouent un rôle important. Les marchés grecs et italiens montrent que malgré un tarif d'achat attractif, les procédures et barrières administratives, ainsi que l'accès difficile au réseau peuvent empêcher un développement rapide du marché.

Les distributeurs ralentissent souvent le raccordement des producteurs indépendants et décentralisés. Le cadre légal doit donc prévoir une priorité de connexion et d'accès pour injecter sur le réseau la production de ces producteurs indépendants.

Le risque de l'investissement constitue aussi un obstacle au développement des technologies du PV, des sites de production, et des travaux de recherche et développement. Des programmes d'incitation discontinus ne constituent pas une base saine pour des investissements industriels visant à augmenter les capacités de production. Certains programmes, comme des crédits à faibles



Afin de développer le marché du PV, la mise en œuvre de systèmes d'aides n'est pas une mesure suffisante. D'autres conditions, comme la suppression des barrières administratives, doivent aussi être prise en compte.

	Etape 0 Démonstration >>>	Etape 1 Marché de niche >>>	Etape 2 Expansion du marché >>>
Installateur	Peu de spécialistes	Réseau de spécialistes ; la formation est nécessaire	Spécialistes et installateurs généralistes ; la formation est nécessaire
Consommateur	Peu d'utilisateurs	Précurseurs, pionniers ; augmentation de la prise de conscience est nécessaire	Développement de groupes de consommateurs ; nécessaire augmentation de la prise de conscience
Fournisseur d'énergie	Sans expérience, demandent un grand besoin de sécurité	Premières expériences ; attitudes de résistance à l'introduction sur le marché	Le BIPV (Building Integrated PV) se standardise, ainsi que l'accès au réseau
Media	Aucune couverture	Peu de couverture ; le PV est considéré comme « exotique »	Couverture grandissante
Secteur financier	Aucune offre	Peu d'offres, fortes surtaxes	Offres de financement spécifiques
Législation	Règles exceptionnelles	Règles pour l'accès au réseau et au tarif d'achat de l'électricité PV	Tarif d'achat couvrant les coûts du investissement

Il y a différentes étapes dans le développement du marché du PV. Ces étapes doivent être étudiées et considérées avec précisions lorsqu'il s'agit de l'élaboration de politiques et du cadre légal.

taxes, peuvent servir de point de départ, mais ils doivent être poursuivis dans le temps afin d'éviter le fléchissement de cette industrie naissante.

De plus, le développement des capacités de production prend beaucoup de temps, notamment par la formation du personnel.

Dans certains pays, le manque de personnel qualifié est vu comme le plus important frein au développement du marché. Il est donc primordial pour les politiques d'intégrer le facteur humain dans leurs programmes solaires.



Le modèle allemand

Grâce à une politique nationale du solaire innovante, l'Allemagne a su dynamiser le plus grand marché PV du monde. Les entreprises allemandes ont pris la tête de ce marché en produisant les différentes technologies solaires, tout en continuant les activités de recherche et développement.

Le développement du marché allemand

Initié en 1991 avec le premier tarif d'achat, l'Allemagne a marqué un coup d'arrêt au monopole d'Etat sur la production d'électricité. Certes, le tarif d'achat de 0,085€/kWh était insuffisant pour stimuler une forte croissance de marché PV, mais il l'a ouvert à des producteurs indépendants d'EnR. En complément de ce dispositif, un programme « 1000 toits PV » a été lancé de 1991 à 1995 par l'Etat fédéral, afin de prouver la fiabilité du système. Après une période de consolidation, en 1999, un nouveau programme, « 100 000 toits PV », est lancé avec comme objectif de faciliter le développement du marché. Enfin, en 2000, la loi sur les EnR (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) vient compléter ces dispositifs afin de soutenir l'essor des investissements dans le PV.

Les principes de la loi sur les EnR sont :

- La garantie d'un accès prioritaire au réseau d'électricité pour les EnR
- Et celle de l'achat de cette électricité
- L'assurance de tarifs d'achat fixes pour chaque kWh acheté, pendant 20 ans
- La révision annuelle des tarifs en fonction de la baisse des coûts des technologies spécifiques de chaque EnR
- La répartition des coûts additionnels sur les consommateurs et non sur le budget de l'Etat.

Initialement, l'électricité PV était rémunérée à 0,51€/kWh. Ajoutée au programme des « 100 000 toits PV », ces deux aides ont, pour la première fois, rendu financièrement attractif l'installation d'un système PV. Les effets se sont traduits par un fort intérêt pour ces systèmes.



Le succès du marché allemand provient de conditions légales très favorables. Le développement des technologies PV ont créé des industries high-tech, des dizaines de milliers de nouveaux emplois ; et offre une perspective pour un approvisionnement sûr et durable, basé sur les énergies renouvelables.

Le tarif d'achat rend les investissements PV rentables

Pour le PV, une réduction annuelle de 5% du tarif d'achat pour les nouvelles installations a été appliquée, cela en perspective d'une baisse équivalente des coûts du matériel chaque année. Depuis le succès du programme des 100 000 toits PV, l'installation de ces systèmes est uniquement soutenue à travers la loi sur les EnR, laquelle intègre de nouveaux tarifs pour les installations en toiture et en centrales au sol, ainsi que pour les systèmes intégrés au bâti. Le tarif de base a donc été augmenté à 0,57€/kWh. Depuis l'amendement de la loi en 2004, les petites installations perçoivent une rémunération plus importante que les autres. Cette décision est basée sur le constat de coûts plus élevés par kW installé, le but de la loi étant d'offrir le même bénéfice aux petites et grandes installations. Un bonus est également versé pour les systèmes intégrés à la façade du bâtiment, ce bonus se justifie par le rendement moindre d'une telle installation.

Le tarif d'achat est la principale motivation pour les investisseurs des 430 000 installations PV réalisées en 2007 en Allemagne. Néanmoins, le socle de la croissance de ce marché reste la forte sensibilité et la conscience qui s'est développée concernant l'avenir énergétique.

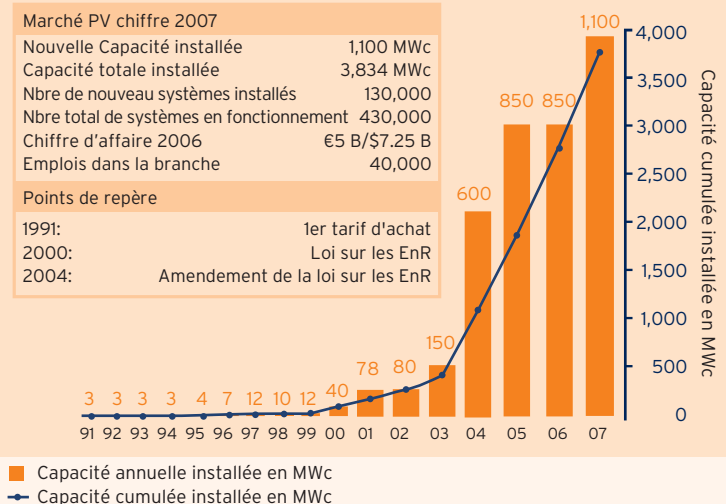
Le développement de ce marché s'est fait de paire avec l'apparition d'une industrie solaire high-tech, innovante et orientée sur l'avenir. Les entreprises ont fortement investi dans les régions désindustrialisées en Allemagne de l'Est, et ont ainsi créé la « vallée du soleil ». Plus de 2 milliards d'euros ont été investis dans de nouvelles unités de production, environ 40 000 emplois ont été créés dans cette industrie florissante du PV.

Depuis, plus de 40 pays ont adopté des politiques similaires à celles du tarif d'achat allemand pour promouvoir les énergies renouvelables.

Le développement du marché allemand

Marché PV chiffre 2007	
Nouvelle Capacité installée	1,100 Mwc
Capacité totale installée	3,834 Mwc
Nbre de nouveau systèmes installés	130,000
Nbre total de systèmes en fonctionnement	430,000
Chiffre d'affaire 2006	€5 B/\$7.25 B
Emplois dans la branche	40,000

Points de repère	
1991:	1er tarif d'achat
2000:	Loi sur les EnR
2004:	Amendement de la loi sur les EnR





BSW-Solar, l'association allemande de l'industrie solaire

Avec plus de 600 entreprises membres, l'association BSW-Solar constitue le groupe de lobby de l'industrie allemande de l'énergie solaire. Formant une forte alliance d'entreprises, elle agit comme un informateur et un intermédiaire entre les entreprises, le gouvernement et le secteur public. Elle représente alors l'intérêt commun de ses membres tout au long de la chaîne de valeur de l'industrie solaire.

BSW-Solar possède une influence décisive sur la création et la continuité d'une politique adaptée à un développement continu du marché. Elle assure également la sécurité des investissements pour l'intégralité de l'industrie. L'objectif étant de faire de l'énergie solaire un pilier principal de l'industrie énergétique.

Un soutien professionnel à l'industrie solaire

Les entreprises membres bénéficient des différents travaux réalisés par l'association. BSW-Solar plaide pour une augmentation de l'utilisation de l'énergie solaire à un niveau national et international. Les fortes relations publiques et médiatiques, ainsi que les campagnes visant à une prise de conscience croissante ont permis de créer une image positive de l'énergie solaire en Allemagne. En organisant des conférences de qualité et en participant activement aux événements internationaux, BSW-Solar s'implique dans le transfert de connaissances à l'intérieur du secteur. Les membres bénéficient d'un avantage informationnel sur le marché et les réglementations, grâce aux analyses diffusées par les newsletters internes, les groupes de travail ou les séminaires, ce qui leur permet de mieux se préparer à leur avenir.





BSW-Solar regroupe plus de 600 membres provenant des secteurs photovoltaïque et solaire thermique. Elle est la représentante de l'industrie solaire allemande.

Cibles

L'objectif de l'association BSW-Solar est de développer l'énergie solaire et d'en faire l'un des principaux piliers de notre mix énergétique. Les systèmes d'électricité solaire et de solaire thermique doivent rapidement devenir compétitif au niveau des coûts. BSW-Solar s'est engagé à maintenir des conditions favorables pour l'électricité solaire en Allemagne et à créer de nouveaux marchés à l'étranger. De plus, une loi sur le chauffage renouvelable, un programme similaire de développement de marché, devrait être créée pour le solaire thermique en Allemagne (et également au niveau européen). Tout cela dans le but de supprimer, en cohérence avec la demande et la continuité du marché, les barrières de tous types, qu'elles soient administratives ou de marché.

En proche collaboration avec d'autres associations nationales ou internationales, BSW-Solar fait du lobby au niveau européen, conseille les politiciens et décideurs nationaux et internationaux. Enfin, les échanges d'expériences et sa présence aux événements internationaux visent à accroître la diffusion des technologies solaires.

Les avantages d'être membre de la BSW-Solar :

- Des informations précises et d'actualité grâce à des contacts proches du marché et des politiciens
- Une sécurité des investissements à travers un travail politique ciblé
- L'assurance d'une image positive du solaire et la stimulation de la demande par les relations publiques
- Des synergies à travers les alliances d'entreprises
- Une assistance professionnelle par une expertise innovante



Edition

Le Photovoltaïque

L'électricité solaire, une source durable d'énergie

Editeur	Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar) Association allemande de l'industrie solaire (BSW-Solar)
Auteurs	Gerhard Stryi-Hipp Richard Loyen Jan Knaack Thomas Chrometzka
Maquette	PROFORMA
Crédits photo- graphiques	aleo solar AG (p.12-13) ; alfasolar Vertriebsgesellschaft mbH (p.4-5, 12) ; Energiebau Solarstromsysteme GmbH (p.10) ; Kyocera Fineceramics GmbH (p.7) ; Phaesun GmbH (p.18-19) ; Photocase (Pochette) ; Phönix Solar AG (p.22-23) ; PSE AG (p.8) ; Q-Cells AG (Pochette, p.14-15) ; Schott Solar GmbH (Pochette, p.6-7, 13) ; Schüco International KG (p.12) ; SMA Technologie AG (p.3, 8-9,9) ; Solar Age Namibia (Cover) ; SolarWorld AG (Pochette, p.10-11) ; Solar-Fabrik AG (p.16-17) ; Solon AG/Aitor Diago (ARTEUNO WELT S.L.) (p.20-21) ; SunPower Corporation (p.13) ; Würth Solar GmbH & Co.KG (Pochette)
Réservé	Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar) Association allemande de l'industrie solaire (BSW-Solar) 1ère édition, Juin 2008
Dénégation légale	Tous les textes de cette brochure sont faites avec la plus haute caution et le plus haut savoir par le part de la BSW-Solar. Toutefois, la BSW-Solar n'offre pas aucune garantie concernant l'actualité, l'exactitude ou la perfection des renseignements de cette brochure.



Contact

Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar)

Association allemande de l'industrie solaire

Energieforum

Stralauer Platz 34

10243 Berlin · Germany

Tel +49 30 / 29 777 88 0

Fax +49 30 / 29 777 88 99

info@bsw-solar.de



Contact

ENERPLAN

Association Professionnelle de l'Energie Solaire

Le Forum · Bâtiment B

515 avenue de la Tramontane

Zone Athelia IV

13600 LA CIOTAT · FRANCE

Tel +33 4 42 / 32 43 20

Fax +33 4 42 / 08 44 94

contact@enerplan.asso.fr