



LES SYSTEMES PHOTOVOLTAIQUES

UN TOUR D'HORIZON SANS MASQUE
POUR Y VOIR PLUS SOLAIRE

ENVIROBAT INNOVATION SEM 2
à Bouc bel air le 14 janvier 2010

INTERVENTION de:

GROUPEMENT PHOTOVOLTAIQUE DU LUBERON

Et

Florence LOUP DARIO Architecte



BREF HISTORIQUE

1. Premières applications

2. Premiers raccordements au réseau

Les quelques installations étaient rares et motivées parce qu'en en site éloigné du réseau EDF

Le raccordement au réseau n'était dans ce cas ni autorisé ni incité.

Le silicium était de qualité moyenne parce que à l'époque le silicium de meilleure qualité était réservé aux conducteurs

3. Premiers fabricants

ALLEMAGNE



JAPON



ce qui explique qu'aujourd'hui ces pays ont un temps d'avance sur les autres du point de vue des techniques



Quartier photovoltaïque au Japon

Source : PV upscale

4. Les premières applications proviennent de l'industrie spatiale
Certains fabricants sont issus de l'industrie du verre, par exemple SCHOTT SOLAR , SCHEUTEN...
D'autres de l'industrie des semi conducteurs , entre autres SUNPOWER, SOLARWORLD...

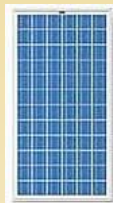
LES DIFFERENTS SYSTEMES

avec indication du rendement pour les particuliers

➤ CRISTALLIN (mono ou poly cristallin)

panneaux
sous face en tedlar
rendement de 14%

Polycristallin
prix + rendt + 25ans



mono cristallin
prix ++ rendt ++ 25 ans



AMORPHE

couche mince (rouleaux)
peut se poser sur une membrane d'étanchéité
prix - rendt - 10 ans



BI VERRE (ou verre verre)

sous face en verre

photo europole de l'Arbois
? architecte



SILICIUM HYBRIDE

CELLULES DE SILICIUM MONOCRISTALLIN ENROBEES D'UNE FINE COUCHE DE SILICIUM AMORPHE
prix ++ rendement +++ 25 ans, moins de pertes liées aux températures élevées, aux faibles lumières, moins fragiles

DESCRIPTION TECHNIQUE

DES SYSTEMES COURANTS

➤ PANNEAUX OU AMORPHE OU BI-VERRE

ONDULEUR



➤ SYSTÈME PORTEUR

dans le cas des panneaux souvent appelé
« système d'intégration »
exemple: fabricant Mecosun

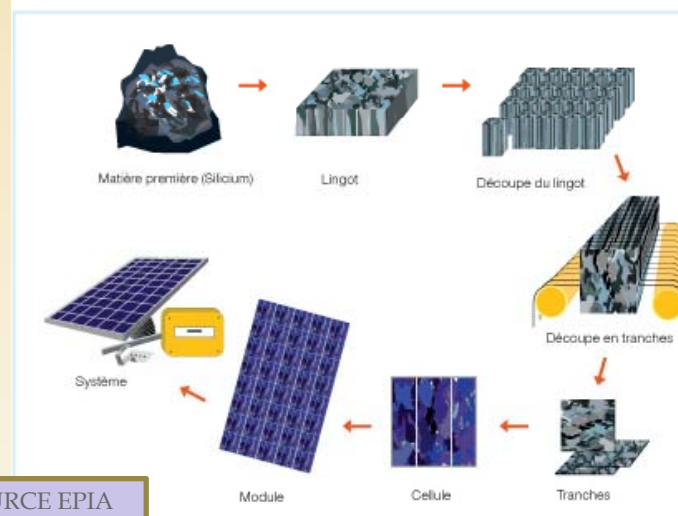


	Silicium amorphe	Silicium multicristallin	Silicium monocristallin
Densité de puissance [W/m^2]	60	100	120

Source : ADEME

PROCEDE DE FABRICATION: la Chaîne de Valeur Photovoltaïque

Le schéma suivant décrit les différentes étapes de la production d'un système photovoltaïque (technologie cristalline).



SOURCE EPIA

LISTE DES FABRICANTS

non exhaustive

➤ FABRICANTS

- SOLAR
- TENESOL (Afrique du Sud groupe total EDF)
- SANYO (hybride)

DISTRIBUTEURS

DE PANNEAUX

- - EMUS (Nantes)
- TRITECH (France)
- diffusion de matériel allemand

D'ONDULEURS

- - FRONUS
- KAKO
- SMA
- SOLARMAX

DE SYSTEMES « D'INTEGRATION »

- - MECOSUN
- DIFFERENCIER « MADE IN GERMANY » ET « MADE BY GERMANY »

LISTE FABRICANTS

- SHARP
- - FIRST SOLAR
- SUNTECH
- SOLARWORLD
- SCHEUTEN
- TRINA SOLAR
- SUNPOWER
- SANYO
- GESOLAR
- KYOCERA
- MITSUBISHI ELECTRIC
- BP SOLAR
- CP SOLAR
- FIRE ENERGY
- EVERGREEN SOLAR
- TENESOL
- SILIKEN
- HECKERT SOLAR
- PHOTOWATT
- SYSTAIC
- SCHAUTEN
- SCHOTT SOLAR
- SUNSET SOLAR
- CONERGY
- GENERAL ELECTRIC ENERGY
- DROBEN
- ISSOL
- SCHUCO
- KAWNEER (ombrière)

LES INNOVATIONS DE DEMAIN

➤ VERRE PHOTOVOLTAÏQUE « TRANSPARENT »

SUNERGIC : « photovolglass » , film amorphe entre 2 plaques de verre
disponible en transparence 1, 5 ou 10%

bloque 90% des rayons solaires

SCHOTT SOLAR: schott ASI Glass



SUNERGIC

PANNEAUX A CONTACT ARRIERE

SUNPOWER

Rendement 18%

SCHOTT ASI® Glass – Modular Sizes



SCHOTT
SOLAR

DES VARIANTES

- d'autres couleurs chez Sunways
- couches minces



SOMFY ET
DICKSON
TOILES DE
STORE PV.

- DES « PRÊT A POSER »/
garde corps, brise soleil.....
Ce qui amène à se poser la question de l'intégration....

- A PRIORI EVOLUTION DU MARCHE VERS LE CRISTALLIN PREPONDERANT.....

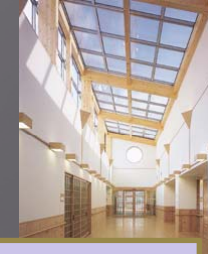
LES INNOVATIONS DE DEMAIN 2

VERRE PHOTOVOLTAÏQUE TRANSPARENT

verre verre schott solar
Photovolglass SUNERGIC



VERRE VERRE
SCHOTT SOLAR



PHOTOVOLGLASS

PANNEAUX DE FACADE SUNTECH



SUNTECH

MUR MULTIMEDIA

chine 2008 LEDES ET PHOTOVOLTAÏQUE
architecte Simone Giostra & partners



Mur
multimédia

CELLULES SANS SILICIUM EN COUCHE MINCE : CIS

nouvelle génération de type cuivre indium sélénium, meilleur rendement que l'amorphe en couche mince

CELLULES MULTIJONCTION

Pas disponible sur le marché, composées de plusieurs couches permettant de convertir les différentes parties du spectre solaire, rendement record en laboratoire 40% (applications spatiales)

PHOTOVOLTAÏQUE ET VÉGÉTAL

Le Moniteur du 8 sept 09, système qui utilise l'évapotranspiration des plantes pour rafraîchir les modules qui le composent. TENESOL CANEVAFLOR

NANOTECHNOLOGIES

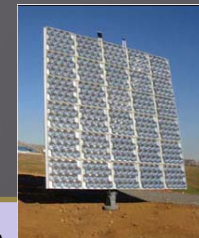
(nanofils de silicium, nanostructures...confinement quantique?)
PHOTOVOLTAÏQUE EN PEINTURE (cf CEA)

TRACKERS

héliostats orientables programmables

CONVERSION DE LONGUEUR D'ONDE

de l'INFRA ROUGE vers le visible par des processus non linéaires et de l'ULTRAVIOLET vers le visible par des émetteurs luminescents (cf B.Fontaine directeur de recherches au CNRS)



PROTOTYPE
TRI JONCTIONS A
CONCENTRATION
Sté SOLFOCUS
(USA)
B.Fontaine CNRS



COMMENT ANALYSER LEUR RENDEMENT ?

➤ RENDEMENT DU PRODUIT CHOISI

POUR UNE MEME EXPOSITION SUD

EN VERTICAL= rendement chute de 30% / EN HORIZONTAL= rendement chute de 10%

➤ POUR UN PARTICULIER (revenus du PVT non soumis à IR) / POUR UNE SOCIETE (revenus du PVT soumis à IR)

SIMULATION INFORMATIQUE

LOGICIEL PV SYST

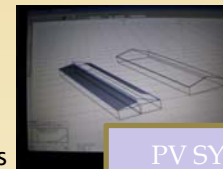
LOGICIEL PV SOL

LOGICIELS Français ARCHELIOS / TECSOL/ DIMENSIONNEMENT

logiciel RETSCREEN (canada)

logiciel PV CAD (GER)de dimensionnement de façade photovoltaïque

SoDa (solar database) école des mines / données solaires pour professionnels



PV SYST

PERTES DE RENDEMENT

- EFFET DE MASQUE
- PERTES DE CHARGE (nombre d'onduleurs ...)
- TEMPERATURE (diminution de la puissance nominale d'un capteur par rapport à la température), la valeur par défaut donnée par le logiciel PVSYST correspond à une perte de puissance de 0.4% par degré supplémentaire

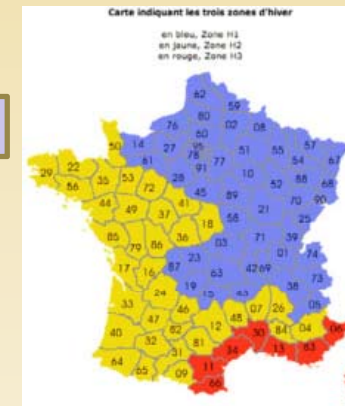


EFFET DE MASQUE

COUTS D'INSTALLATION

selon 5 critères:

- 1/ prix par Wc
- 2/ tolérance garantie (%Wc)
- 3/ perte de puissance dans le temps (garantie (%Wc))
- 4/ perte d'efficacité T° (°C)
- 5/ rendement



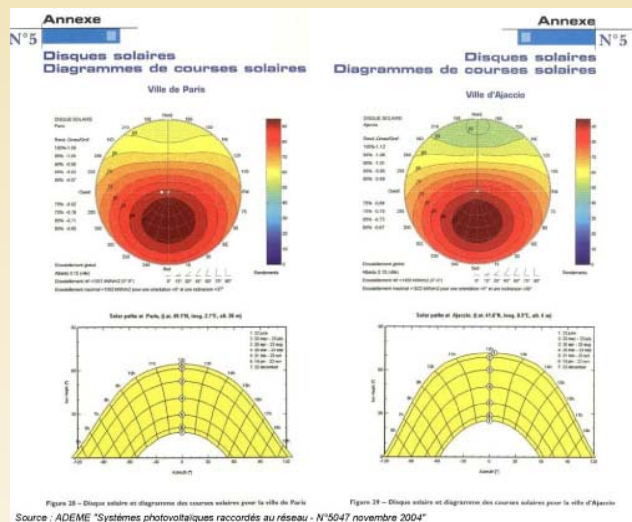
	Production annuelle d'énergie électrique par kWc installé [kWh/kWc/an]
Zone H1	957
Zone H2	1 059
Zone H3	1 293

Source : ADEME

COMMENT ANALYSER LEUR RENDEMENT ? 2

➤ ORIENTATION ET INCLINAISON

- ORIENTATION LA PLUS EFFICACE SUD A 30°
- MAIS POUR DES TOITURES EST , SUD OU OUEST ET POUR DES INCLINAISONS COMPRISES ENTRE 0° ET 30°
- LES RENDEMENTS VARIENT DE 90% A 100%



Philippe Vaufrey, ingénieur qualité environnementale des bâtiments et de l'urbanisme.

Pour être encore plus précis, vous pouvez télécharger le guide PERSEUS sur le site d'HESPUL qui date un peu maintenant, mais qui est toujours d'actualité sur cette question des rendements : hespul.org/IMG/pdf/Guide_Perseus.pdf A la page 20, un tableau très bien fait montre que l'inclinaison la meilleure est grosso-modo plein sud à 30° et si on ne peut pas être plein sud, mieux vaut être plutôt plus à plat. Cordialement

Illustration 3: Facteurs de correction pour une inclinaison et une orientation donnée

ORIENTATION \ INCLINAISON	INCLINAISON			
	0°	30°	60°	90°
Est	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	0,93	1,00	0,91	0,66
Sud-Ouest	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest	0,93	0,90	0,78	0,55

☐ : position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale
Source : Hespul, Avril 2004

source Hespul
NB : ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.

SOURCE MAI 2007
ENVIROBAT MEDITERRANEE

DISQUES SOLAIRES ET DIAGRAMMES DE COURSES SOLAIRES

ASPECT REGLEMENTAIRE



INTEGRATION OR NOT INTEGRATION

les critères d'intégration au nombre de 70...au 17 avril 2007 (ministère de l'économie et des finances)
sept 2009: nouvelles règles d'intégration au bâti applicables au 01 juin 2010

LES TARIFS DE RACHAT

- OPERATEUR: EDF
- TARIFS ACTUELS: 0.35 €/kW ou si intégration à l'architecture=0.60 €/kw
- TARIFS EN COURS D'EVOLUTION: sept 2009 communiqué de presse JL BORLOO
tarifs maintenus jusqu'en 2012 inclus puis indexation dégressive à partir de 2013

	TARIF SEPT 2009
Intégration au bâti	0.602 €/kWh
Intégration simplifiée	0.45€/kWh
Au sol	0.328 €/kWh



DES DEBUTS D'AVIS TECHNIQUE

- ATEC (Premium, Wattea)
- ATEX (propriété des demandeurs, non publiés)
- PASS INNOVATION, dispositif volontaire issu du Grenelle de l'Environnement, délai réduit 3 mois, il apporte les garanties nécessaires à la mise sur le marché (Solar Roof, isolapsup, easybat, miditop, derbisolar) établi pour 2 ans avant avis technique.



CHARTE DE RECYCLAGE

La directive européenne n° 2002/96/CE (DEEE ou D3E) portant sur les déchets d'équipements électriques et électroniques, a été adoptée au sein de l'union européenne en 2002. Elle oblige depuis 2005, les fabricants d'appareils électroniques, et donc les fabricants d'onduleurs, à réaliser à leurs frais la collecte et le recyclage de leurs produits.



- PVCYCLE (charte à laquelle n'adhèrent que certains fabricants, liste européenne)

GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT



- 2015 OBJECTIF 500 MWc / 2020 OBJECTIF 5400 MWc / 2050 SCENARIO NEGAWATT 63000 MWc

ASPECT REGLEMENTAIRE 2

➤ AUTORISATION D'URBANISME

selon les cas:

- bâtiment existant= déclaration de travaux préalables
- bâtiment à créer= permis de construire

☐ AUTORISATION D'EXPLOITER

- SIMPLE DECLARATION SI PROJET INFERIEUR A 4,5 MW
- AUPRES DE LA DGE (MEDDAT)
- décret du 6 mars 2009 : suppression du certificat du préfet ouvrant droit à l'obligation d'achat après instruction par la DRIRE (20 ans)
- limite de puissance totale (2009) = 12 M Wc
- distance minimum de 500m entre 2 installations d'un même producteur
- SEPT 09 PROJET DE DECRET: simple déclaration sur l'honneur pour déterminer le régime tarifaire applicable

☐ EVOLUTION DES P.L.U.

- exemple du PLU de la ZAC presque île de Grenoble qui exige 50% des toitures soit végétales soit photovoltaïques
- évolution du code de l'urbanisme (2009)

Décret 2009-722 du 18 juin 2009 paru au JO le 20 juin 2009

- ☐ - Adoption au Sénat le 16 sept 09 article 4 du Grenelle 2:

L111-6-2 « nonobstant toute disposition d'urbanisme contraire, le permis de construire ou d'aménager ou la décision prise sur une déclaration préalable ne peut s'opposer à l'installation de systèmes solaires thermiques ou photovoltaïques

CHAPITRE II MODIFICATIONS DU CODE DE L'URBANISME

Article 4

Il est inséré, après l'article L. 111-6-1 du code de l'urbanisme un article L. 111-6-2 ainsi rédigé :

« Art. L. 111-6-2. - Nonobstant toute disposition d'urbanisme contraire, le permis de construire ou d'aménager ou la décision prise sur une déclaration préalable ne peut s'opposer à l'installation de systèmes solaires thermiques ou photovoltaïques ou de tout dispositif individuel de production d'énergie renouvelable, à l'utilisation en façade du bois ou de tout autre matériau renouvelable permettant d'éviter des émissions de gaz à effet de serre ni à la pose de toitures végétalisées ou retenant les eaux pluviales. Les dispositions du présent alinéa ne font pas obstacle à ce que le permis de construire ou d'aménager ou la décision prise sur une déclaration préalable comporte des prescriptions destinées à assurer la bonne intégration architecturale du projet dans le bâti existant et dans le milieu environnant.

INTEGRATION



CRITERES D'ELIGIBILITE

pour bénéficier de la prime d'intégration au bâti
« outre la production d'électricité, les équipements photovoltaïques doivent assurer une fonction technique ou architecturale essentielle à l'acte de construction »

TYOLOGIE DES EQUIPEMENTS ELIGIBLES

- Toitures, ardoises ou tuiles conçues industriellement avec ou sans support



- alors que la surimposition à une structure ou du type console ne sont pas éligibles

- brise soleil en composition de façade



alors que les brise soleil rapportés ne sont pas « intégrés »

- allège
- verrière sans protection arrière (verre verre)
- garde corps de fenêtre, de balcon ou terrasse
- bardage
- mur rideau



Office de tourisme
D'ALES

L'EVOLUTION DES PAYSAGES

UNE TYPOLOGIE EN EVOLUTION...

PARCS AU SOL

partisans: le monde agricole, développement durable...

détracteurs: la préservation des paysages...

des prescriptions:

- éviter zones inondables
- terrain protégé des risques incendie
- proximité d'un poteau EDF

des inconvénients

- 1/3 du terrain est réellement productif
- Piste d'accès à créer



EXTRAIT DE PHOTOVOLTAIQUE.INFO

OMBRIERES

un concept émergeant, les ombrières...



Ombrières photovoltaïques à St Aunès (Hérault)

Crédit photo : SUNVIE

EXTRAIT DE PHOTOVOLTAIQUE.INFO

7.11 Synthèse des effets environnementaux

Tableau 13 : Effets potentiels sur l'environnement du photovoltaïque

Facteurs environnementaux	Photovoltaïque en toiture	Photovoltaïque au sol
Conservation des sols	Non concerné	Dans certains cas bouleversement des sols et des surfaces, tassement Risque de concentration des écoulements d'eau et d'érosion
Qualité de l'eau	Non concerné	Dépend des produits utilisés (comme le CdTe)
Quantité d'eau	Non concerné	Non concerné
Biodiversité	Non concerné	Fragmentation de l'espace clôturé Transformation du couvert (en prairie sèche fauchée ou pâturée). Zone de tranquillité
Paysage	Dépend de l'architecture et de la situation du bâtiment. À intégrer dans la toiture.	Installation assez basse, visible à moyenne distance si relief. Impacts indirects de l'aménagement (piste, clôture, bâtiment...). Fonction de la taille des projets
Autres effets	Non concerné	Les effets de miroitement, de reflets et de formation de lumière polarisée sont encore mal évalués.

EXTRAIT DU RAPPORT SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL (Solagro/ agence paysages)

L'EVOLUTION DES RACCORDEMENTS

ETAT DU PARC AU 30 JUIN 09

Photographie du parc au 30 juin 2009

Au 30 juin 2009, ERDF et EDF SEI évaluaient la puissance de l'ensemble du parc photovoltaïque français raccordé au réseau à 135 MW, dont 106 MW en métropole et 29 MW en outre-mer et Corse (contre, respectivement, 70 MW et 23 MW fin mars 2009). La progression du parc, entre fin mars et fin juin, a été de 45 %, et s'est faite essentiellement en France métropolitaine. Au cours du premier semestre 2009, le parc photovoltaïque français raccordé au réseau a augmenté de 96 %.

Sur une année, la production du parc photovoltaïque français représente environ 140 GWh d'électricité, soit l'équivalent de la consommation électrique de 62 500 habitants, tous postes de consommation confondus.

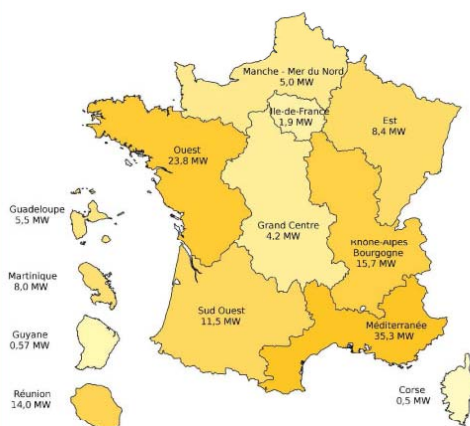


Figure 1 : Parc photovoltaïque raccordé au réseau au 30/06/2009
(Source : SER-SOLER, d'après ERDF, EDF-SEI)

SOURCES

- SOLER
(GROUPEMENT DES
PROFESSIONNELS DU
PHOTOVOLTAIQUE)

-ERDF

ETAT DU PARC EN FONCTION DE LA PUISSANCE INSTALLEE

Répartition du parc raccordé en fonction de la puissance des installations

Au 30 juin 2009, 7 centrales de puissance supérieure à 500 kW étaient gérées par ERDF en France métropolitaine. Pendant le deuxième trimestre 2009, le nombre d'installations de petite puissance (inférieure à 3 kW) nouvellement raccordées a crû de 56 % (contre 45 % au trimestre précédent). La progression la plus forte est enregistrée pour les installations de puissance comprise entre 2 et 3 kW : 70 % depuis mars 2009. Au cours du premier semestre 2009, ce segment a progressé de 168 %.

Au 30 juin 2009, les installations de puissance inférieure à 3 kW représentaient 89 % des systèmes photovoltaïques en service.

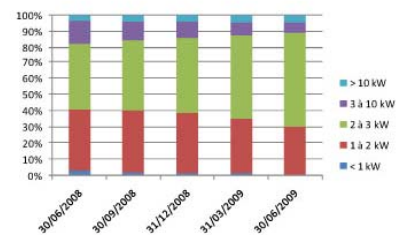
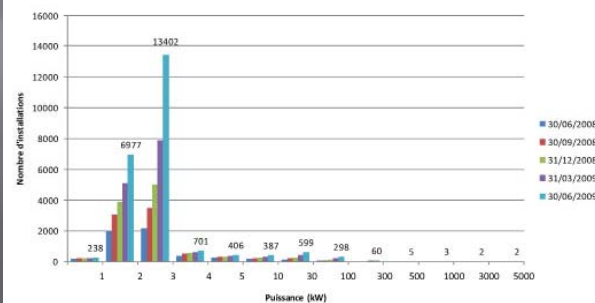


Figure 6 : Evolution de la répartition du parc en nombre d'installations, en fonction de leur puissance (France métropolitaine)
(Source : SER-SOLER, d'après ERDF)

LES DELAIS DE RACCORDEMENT

EVOLUTION DES FILES D'ATTENTE EN France

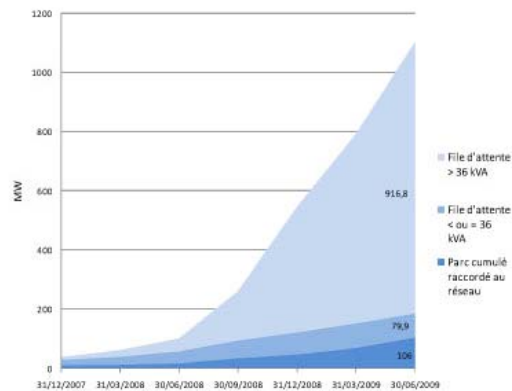
L'attente la plus longue concerne sur les installations importantes

EVOLUTION DU RACCORDEMENT

- GEOGRAPHIQUE
- LA MEDITERRANEE EN ATTENTE

Etat de la file d'attente au 30 juin 2009

1886,8 MW, dont 996,8 MW en métropole et 890 MW en outre-mer et Corse ;
 Progression de la file d'attente entre fin mars 2009 et fin juin 2009 : **22 %** ;
 Répartition de la file d'attente en métropole : **79,9 MW** d'installations de puissance inférieure ou égale à 36 kW, et **916,8 MW** d'installations de puissance supérieure à 36 kW ;
 Fait remarquable : la légère baisse du trimestre dernier des entrées en file d'attente s'estompe ; celles-ci repartent à la hausse de manière modérée.



Evolution de la répartition de la file d'attente en MW (France métropolitaine)
 (Source : SER-SOLER, d'après ERDF)

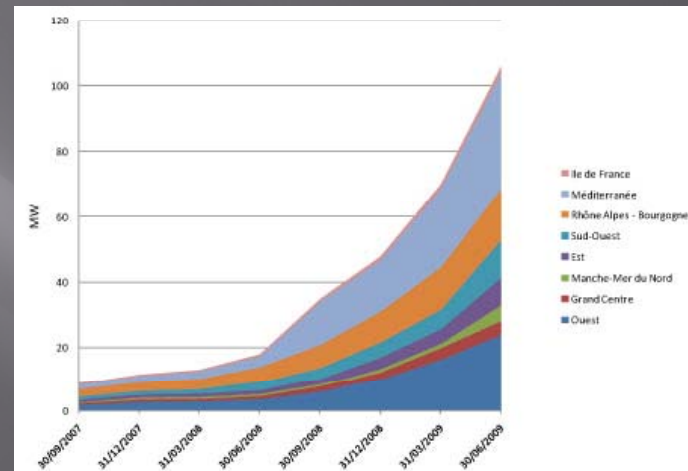


Figure 5 : Evolution du parc raccordé au réseau en MW (France métropolitaine)
 (Source : SER-SOLER, d'après ERDF)

SOURCES

- SOLER
 (GROUPEMENT DES
 PROFESSIONNELS DU
 PHOTOVOLTAIQUE)

-ERDF

	File d'attente métropole au 31/03/2009				File d'attente métropole au 30/06/2009				Croissance			
	Nb ≤ 36 kVA	MW ≤ 36 kVA	Nb > 36 kVA	MW > 36 kVA	Nb ≤ 36 kVA	MW ≤ 36 kVA	Nb > 36 kVA	MW > 36 kVA	Nb ≤ 36 kVA	MW ≤ 36 kVA	Nb > 36 kVA	MW > 36 kVA
Ouest	2450	14,674	106	15,3	3033	16,1	209	29,9	24%	10%	97%	95%
Grand Centre	916	3,405	35	8,6	1104	5,6	89	57	21%	64%	154%	563%
Manche - Mer du Nord	943	3,911	16	2,4	1835	7,4	17	2,8	95%	89%	6%	17%
Est	1629	4,724	56	6,3	1867	5,4	57	8,7	15%	14%	2%	38%
Sud-Ouest	3640	19,847	149	70,4	3151	17,2	406	129,6	-13%	-13%	172%	84%
Rhône Alpes - Bourgogne	3624	12,118	115	103,8	4412	15,7	175	44,7	22%	30%	52%	-57%
Méditerranée	5116	22,537	132	477,6	5899	11,2	185	641,7	15%	-50%	40%	34%
Ile-de-France	376	1,363	4	0,4	376	1,4	11	2,5	0%	3%	175%	525%
Total France métropolitaine	18694	82,579	613	684,8	21677	80,0	1149	916,9	16%	-3%	87%	34%

Figure 18 : Tableau récapitulatif de l'évolution de la file d'attente de mars 2009 à juin 2009 (France métropolitaine)
 (Source : SER-SOLER, d'après ERDF et EDF SEI)

LA GRILLE DE PARITE ou GRID PARITY

LE SYSTÈME FRANÇAIS



La notion d'intégration,
un concept franco-français
La grille de parité

LE SYSTÈME ALLEMAND



La vente du surplus produit,
ou vente intégrale à 0.42€ du kW/h
taux fixe sur 20 ans

La grille de parité

En France, Tarif sept 2009 jusqu'en 2012,
Puis tarif dégressif....

La grille de parité est l'expression graphique du moment où les courbes de prix de revient et de prix de vente vont se croiser. L'objectif est de viser cette « grid parity » (équivalence de coût par rapport à la production d'électricité classique pour sortir du système d'aide publique)

LE SYSTÈME AMERICAIN



LE « TROC »
Autoconsommation puis acquisition de crédits
par cession du surplus
puis obtention d'électricité grâce aux crédits

LE SYSTÈME SUISSE



ACHETER LE Kw/h
à des opérateurs privés qui produisent à partir du photovoltaïque. Certains clients décident d'acheter Tout ou partie de leur électricité mais à un prix plus élevé que le marché

FABRICATION ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Source HESPUL

FABRICATION

- 1- Elaboration du silicium de grade solaire à partir du silicium métallurgique, lui-même obtenu à partir de quartz
- 2- cristallisation de ce silicium solaire pour former des plaques
- 3- transformation de ce silicium cristallisé en composant actif pour devenir une cellule photovoltaïque
- 4- assemblages des cellules en module photovoltaïque
 - raccordement des cellules
 - encapsulation (film d'EVA Ethylène Vinyl Acetate ou TEDLAR)
 - encadrement et connexion des boîtes de jonction
 - flash test (en lumière artificielle calibrée)
- 5- groupement de plusieurs modules pour réaliser un système photovoltaïque intégré en toiture comprenant également une structure porteuse, des composants électroniques et électriques

PRODUCTION MONDIALE DE SILICIUM= 5 millions de tonnes en 2007 dont 1% de photovoltaïque

PRODUCTION DU SILICIUM METALLURGIQUE EST TRES ENERGIVORE. CEPENDANT AUJOURD'HUI SE DEVELOPPE LA PRODUCTION PAR REDUCTION ALUMINOTHERMIQUE QUI CONSOMME MOINS D'ENERGIE CAR LA REACTION EST EXOTHERMIQUE

PRODUCTION DE SILICIUM SOLAIRE
2 PROCEDES: METALLURGIQUE ET CHIMIQUE (trichlorosilane 75% du marché et monosilane 25% du marché)

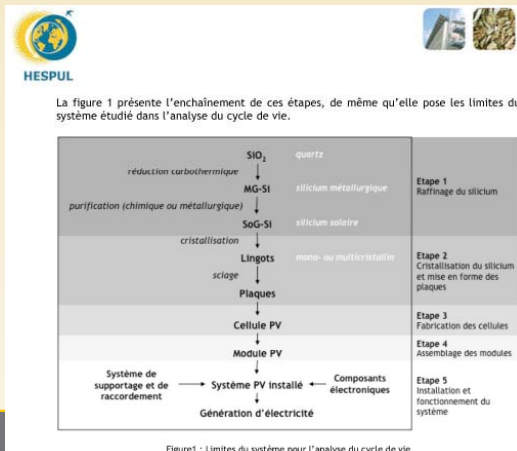


Figure 1 : Limites du système pour l'analyse du cycle de vie

ACV Analyse du Cycle de Vie

Erik A. Alsema et Mariska J de Wild Sholten

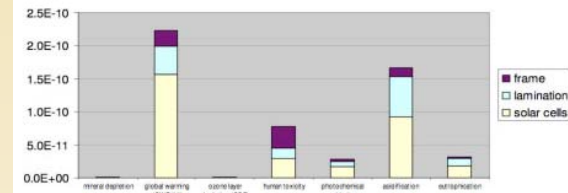
indicateurs:

- retour énergétique
- gaz à effet de serre (G.E.S.) en CO₂- eq/kWh

3 Résultats de l'analyse du cycle de vie

Une fois que l'inventaire est réalisé, les flux entrants et sortants du système sont agrégés suivant des méthodes standardisées. Leurs effets sont comptabilisés par des points et un score est attribué à chaque impact. Ceux-ci sont définis par la méthode choisie.

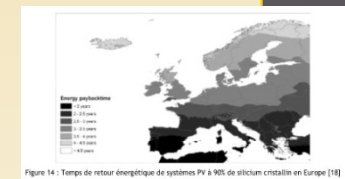
La méthode CML 2000 donne par exemple les facteurs normalisés suivants: épuisement des ressources minérales, effet de serre, réduction de la couche d'ozone, toxicité pour l'être humain, oxydation photochimique, acidification et eutrophisation. L'épuisement des ressources fossiles n'apparaît pas sur le schéma pour des raisons d'échelle, mais fait partie



de la méthode.

Figure 13 : Impacts environnementaux de modules au silicium multicristallin normalisés à 1 kWc [23]

L'analyse des impacts amène à la première conclusion que la consommation d'énergie est l'impact majoritaire dans le cycle de vie des systèmes photovoltaïques.



EN FRANCE

Le temps de retour énergétique moyen pour la France est de 3 ans,

Demain: réduire l'énergie grise

Repenser le démontage d'EVA

Implantation dans le respect des cahiers des charges des fabricants

3.2. Temps de retour énergétique

Le temps de retour énergétique est la durée nécessaire au système photovoltaïque pour produire autant d'énergie qu'il en a fallu pour le construire (calcul en énergie primaire). On peut retenir la valeur de 3 ans pour une irradiation moyenne en France.

Les différentes études donnent des durées de cet ordre-là.

- Pour 1000 kWh/m²/an et le procédé Siemens traditionnel : 3,3 ans
- Pour 1117 kWh/m²/an (Suisse) et le procédé Siemens modifié : 2,9 ans
- Pour 1000 kWh/m²/an et le procédé Elkem métallurgique : 1.9 ans (avec le mix énergétique norvégien 100% hydraulique).

Les facteurs qui allongent le temps de retour sont, par ordre d'importance: le type d'installation (façade, toiture plate, toiture inclinée), le type de cellules (sc-Si, a-Si, mc-Si, CIS, CdTe, Si ruban), et le type de panneaux (avec ou sans cadre).

LES SOURCES D'INFORMATION

SITES INTERNET

- photovoltaïque.info
- hespul (aide au montage de dossier)
- outils solaires
- www.energies-renouvelables.com



REGLEMENTATION

- DGEMP/ DIDEME (critères d'intégration) 2007

- PROJET D'ARRETE N° 2000-1196 DU 6 DEC 2000 FIXANT LES CONDITIONS D'ACHAT (Ministère de l'écologie, de l'énergie et du développement durable et de la mer) sept 2009

- RAPPORT DU DEPUTE M.POIGNANT

- MODIFICATION DU CODE DE L'URBANISME
Décret 2009-722 du 18 juin 2009 paru au JO le 20 juin 2009



AUTRES SOURCES

- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE:
les impacts environnementaux et paysagers des nouvelles productions énergétiques sur les parcelles et les bâtiments agricoles (Agence Paysages et SOLAGRO) Rapport final avril 2009
- NOUVEAUX TARIFS COMMUNIQUE DE PRESSE JL BORLOO sept 2009
- RAPPORT SOLER (groupement des professionnels du photovoltaïque) du 30 juin 2009
- GRENELLE et GRENELLE 2 de L'ENVIRONNEMENT
- SYSTEMES PHOTOVOLTAIQUES: FABRICATION ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL / HESPUL juillet 2009
- QUELLES PERSPECTIVES POUR LE PAYS PROVENCE VERTE? Rédigé par Bernard Fontaine directeur de recherches au CNRS / Juillet 2009
- IMPLANTATION DE PANNEAUX VOLTAIQUES SUR TERRES AGRICOLES Rapport solaire/ agriculture de Quattrolibri 2009

SITES INTERNET

photovoltaïque.info
hespul (aide au montage de dossier)
outils solaires

www.energies-renouvelables.com
dolcevita.gazdefrance.fr/solaire
www.portail-solaire.com (annuaire)
www.ines-solaire.com (st gobain)
www.archiexpo.fr (schott solar, sunergic...)
www.sunergic.com (calcul rendement en ligne)
www.bpsolar.fr
groupe-energie-environnement.com
www.tfb-solaire.fr (cellules multi jonction)
www.voltaire.com
www.actu-environnement.com
www.ser-info.com (syndicat des énergies renouvelables)

<http://www.ines-solaire.com/outilss.htm> (liste des logiciels photovoltaïques)

DES EXEMPLES DE REALISATIONS



1. LE LOSSERAND (PARIS 14^e)

Architecte: Emmanuel Saadi
Surface: 1100 m²
Puissance installée: 94 kWc
Nombre de modules: 330
Mise en service: 2008



2. STADE DE GRENOBLE (38)

Architecte: Chaix et Morel
Surface: 960 m²
Puissance installée: 40 kWc
Nombre de modules: 234
Mise en service: 2008



1. CENTRE de FORMATION CONTINUE MONT-CENIS

Architectes: Jourda / Hegger Hegger
Schleiff
Surface: 10.000 m²
Puissance installée: 1000 kWc
Nombre de modules: 3184
Mise en service: 1999



2. GARE CENTRALE DE BERLIN

Architecte: Meinhard von Gerkan
Surface: 1700 m²
Puissance installée: 180 kWc
Nombre de modules: 780
Mise en service: 2002



3. SCHEUTEN SOLAR TECHNOLOGY

Surface: 139 m²
Puissance installée: 7,77 kWc
Nombre de modules: 37
Mise en service: 2006



4. CHANCELLERIE FEDERALE DE BERLIN

Architecte: Schulz & Partner
Surface: 1270 m²
Puissance installée: 150 kWc
Nombre de modules: 756
Mise en service: 2000



5. MINISTERE FÉDÉRAL DE L'ÉCONOMIE À BERLIN

Surface: 920 m²
Puissance installée: 100 kWc
Nombre de modules: 600
Mise en service: 1999



6. SUPERMARCHÉ REWE

Architecte: PASD Architekten, Hagen; Böhning
Surface: 320 m²
Puissance installée: 32 kWc
Nombre de modules: 160
Mise en service: 2007

REFERENCES SCHEUTEN CHOISIES
PARCE QU'ELLES PRÉCISAIENT LE NOM DES
CONCEPTEURS, LA PUISSANCE INSTALLÉE,
ET LA SURFACE



1. CENTRE COMMERCIAL « SANT CELONI » À BARCELONE

Surface: 2100 m²
Puissance installée: 160 kWc
Nombre de modules: 832
Mise en service: 2008

DES EXEMPLES DE REALISATIONS 2

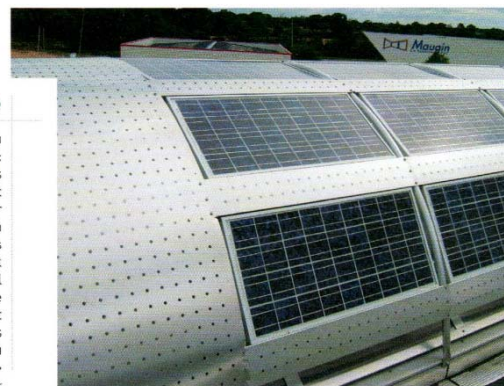


REHABILITATION EUROPOLE DE L'ARBOIS
BE TECSOL / AMO : AREMA



Économiser et produire propre

Des fenêtres de toit qui laissent passer la lumière du soleil, filtrent la chaleur tout en produisant de l'énergie : vraie ou fausse bonne idée ? Le dispositif installé sur les toits d'un CFA à Saint-Brévin-les-Pins (44), s'adapterait à tout bâtiment, neuf ou existant. Rien n'est moins sûr pour le logement, selon le thermicien Olivier Sidler : « Ma crainte vient de ce que j'observe sur tous les bâtiments trop vitrés : la chaleur traverse le vitrage parce que c'est la partie la plus fragile d'une paroi, non à cause du soleil qui entre, mais à cause de l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Certes, à Saint-Brévin, cela n'est peut-être pas trop grave parce que le climat est très tempéré par la mer. Mais ailleurs, je ne suis pas sûr du tout que cela marchera correctement. »
www.sih.fr et www.innovation-partners.fr



EcologK 08

CONSTRUCTION NEUVE

REVUE SPECIAL EXPOSITION:
HABITER ECOLOGIQUE A LA CITE DE
L'ARCHITECTURE ET DU PATRIMOINE

Editions Architecture à vivre
Avril mai 2009

DES EXEMPLES DE REALISATIONS 3



Crédit photo
commune D'ALES

OFFICE DE TOURISME D'ALES



Crédit photo
commune DE
BORDEAUX

SERRES PHOTOVOLTAIQUE DU JARDIN BOTANIQUE DE BORDEAUX

DES DETRACTEURS EN SITE PROTEGE

CERTAINES COMMUNES EDITENT UNE CHARTE
RESTREIGNANT L'UTILISATION DU PHOTOVOLTAIQUE
(entre autres Cavillon 84300)

ET POURTANT IL Y A DES SITES HISTORIQUES QUI OSENT...



Crédit photo
HESPUL



➤ **BASILIQUE DU VATICAN A ROME**
CREDIT PHOTO HESPUL

➤ **PATRIMOINE CLASSE A L'UNESCO**

DES EXEMPLES DE REALISATIONS 4



BATIMENT AGRICOLE

REALISATIONS
GROUPEMENT PHOTOVOLTAIQUE DU LUBERON

