




Quel potentiel pour les énergies renouvelables en Chartreuse ?

Conférence - Débat sur le photovoltaïque
mardi 11 avril à 20h à St Etienne de Crossey
François POCQUET





Loi Transition Énergétique Croissance Verte



→ Renfort du rôle des collectivités territoriales :

- Incitation à participer au **capital des sociétés de projets EnR**
- **PCAET** < 31 déc. 2018 pour EPCI > 20000 habitants
- Incitation à construire des bâtiments à Energie positive (**BEPOS**)
- 20% de **véhicules électriques** dans la flotte des collectivités
- Outils pour intégrer la transition énergétique dans les **PLU**
- **Reconnaissance du concept TEPOS**

→ Fonds national 5 milliards € aux collectivités (prêt croissance verte CDC)

Pourquoi développer les EnR ?

- Valoriser ses **ressources naturelles**
- Impact **environnemental**
- Impact **économique** :
 - Maîtriser les **dépenses publiques**
 - Réduire la **dépendance** énergétique
 - Réduire sa **vulnérabilité** aux évolutions du coût de l'énergie
 - **Relocaliser** l'économie
- **Exemplarité**



France : Bilan Electrique 2015

Consommation corrigée de l'aléa météorologique
et du 29 février hors soutirage du secteur énergie



Consommation qui stagne pour
la 5^{ème} année consécutive

La consommation d'électricité
en France dépend fortement de
la température (parc important
de convecteurs électriques)

Source RTE Bilan Electrique 2015

France : Bilan Electrique 2015

Production française d'électricité : 540,6 TWh.

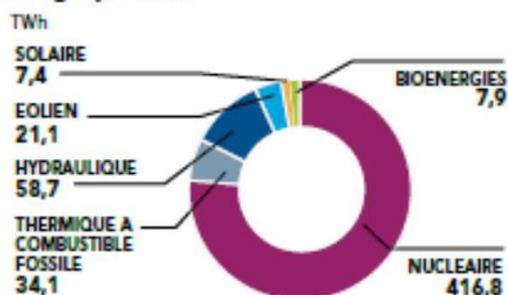
- Nucléaire 77%
- Fossiles 5% (baisse charbon)
- ENR 19%, en augmentation légère

En puissance : 53 GW installés dont

- 49% nucléaire
- 31% Energies renouvelables
- 19% thermique fossile

Source RTE Bilan Electrique 2015

Energie produite



France : Bilan Electrique 2015 Les renouvelables

Part annuelle de la production issue des sources d'énergies renouvelables par rapport à la consommation d'électricité



Répartition de la production renouvelable



Source RTE Bilan Electrique 2015



Comparatif temps de pleine puissance électricité renouvelable

Electricité produite (kWh) =

Puissance (kW) * HPP HeuresPleinePuissance/an (heures)

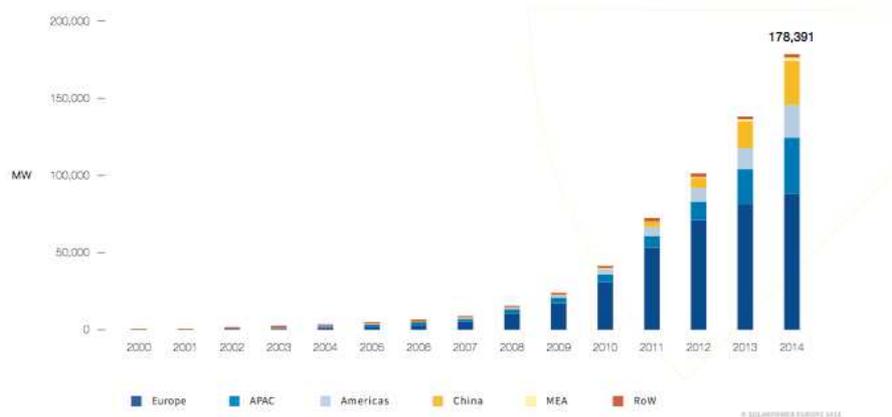
☐ Temps de fonctionnement pleine puissance en Région ARA

:

- * Eolien : HPP = 2 000 à 2 500 heures/an
- * Photovoltaïque : HPP = 1 100 heures/an
- * Microhydraulique : HPP = 5 000 heures/an



Parc photovoltaïque mondial

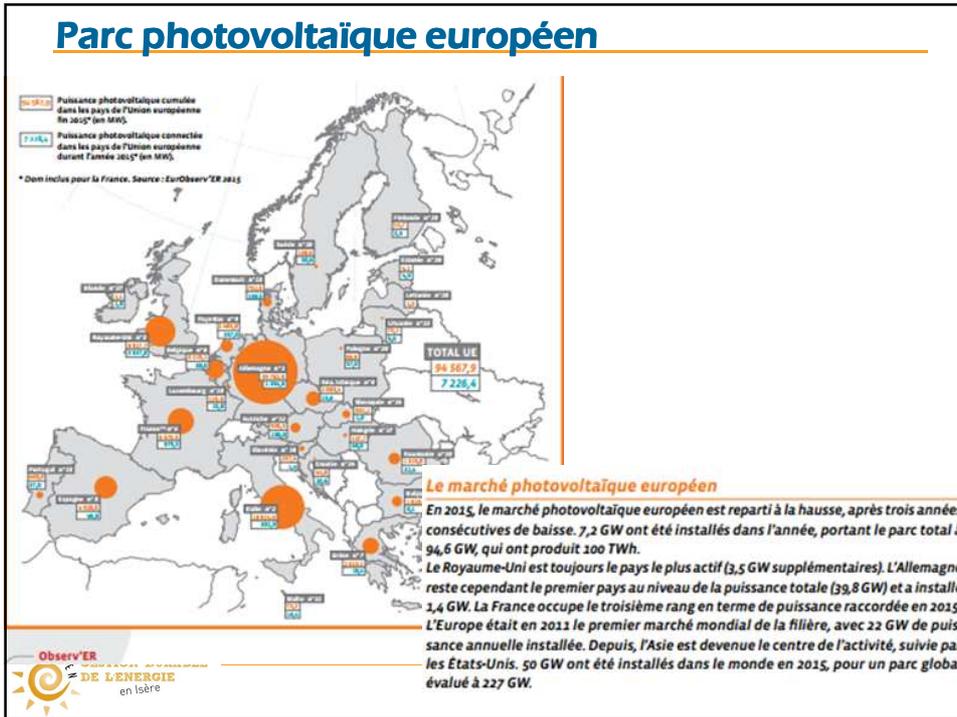


Puissance cumulée photovoltaïque dans le Monde

Source : SolarPower Europe (GLOBAL MARKET OUTLOOK FOR PHOTOVOLTAICS UNTIL 2019)

L'Europe représente 42 % de la puissance photovoltaïque au niveau mondiale avec presque 100 GW raccordée sur son réseau. Cette part ne cesse de décroître, puisqu'en 2014 l'Europe avait encore 50% de la puissance totale raccordée.

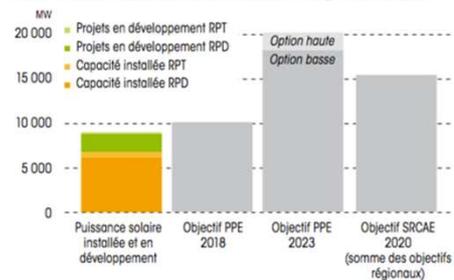
Parc photovoltaïque européen



Parc photovoltaïque français

fin 2018	10 200 MW (10,2 GW)
fin 2023	Option basse : 18 200 MW (18,2 GW) Option haute : 20 200 MW (20,2 GW)

Puissance installée et projets en développement au 31 décembre 2016, objectifs PPE et SRCAE, pour le solaire



OBJECTIFS NATIONAUX 2018 ATTEINTS

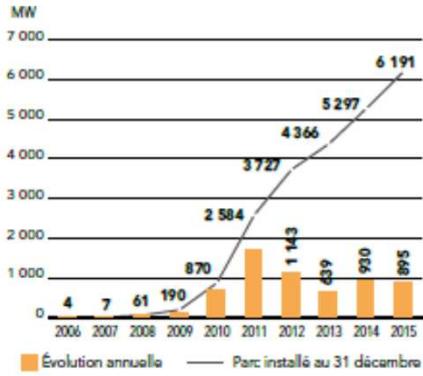
À 66%

(89 % en prenant en compte les projets en développement)

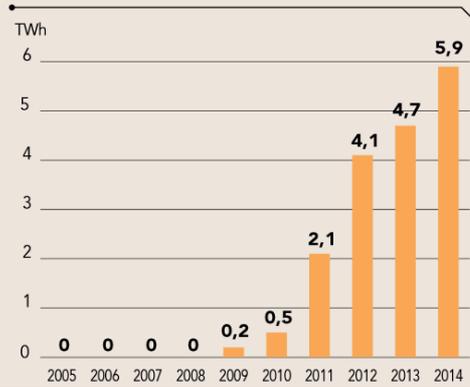
Parc photovoltaïque français

Le cap des 6 GW raccordés est atteint en Janvier 2015

Parc solaire



Production photovoltaïque

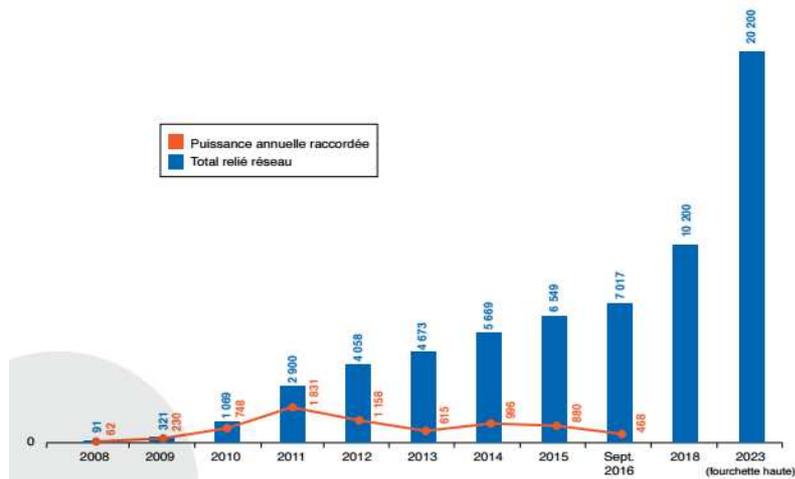


Source RTE Bilan Electrique 2015



Parc total photovoltaïque français et puissance annuelle supplémentaire, métropole + Dom (MW)

Source : Observ'ER d'après chiffres SOeS 2016 et programmation pluriannuelle de l'énergie



Photovoltaïque

* Technologie mature et éprouvée



Du soleil
Quelques modules photovoltaïques
Un ou plusieurs onduleurs
Un réseau de distribution



Différents types de modules en silicium

Type de module	Surface nécessaire pour produire 1 kWc (1000 Wc)	Coût
 Polycristallin	8 à 10 m ²	++
 Monocristallin	7 à 8 m ²	+++
 Couche mince (amorphe)	15 à 20 m ²	+

Ratio simple à retenir : 10 m² ~ 1 kWc = 1000 W ==> ~ 1000 kWh/an



Les producteurs d'électricité photovoltaïque



Les professionnels de l'énergie



Autres entreprises...



Le particulier



Le secteur public



Agriculteurs



Le Solaire Photovoltaïque



Principe : utilisation des propriétés du Silicium

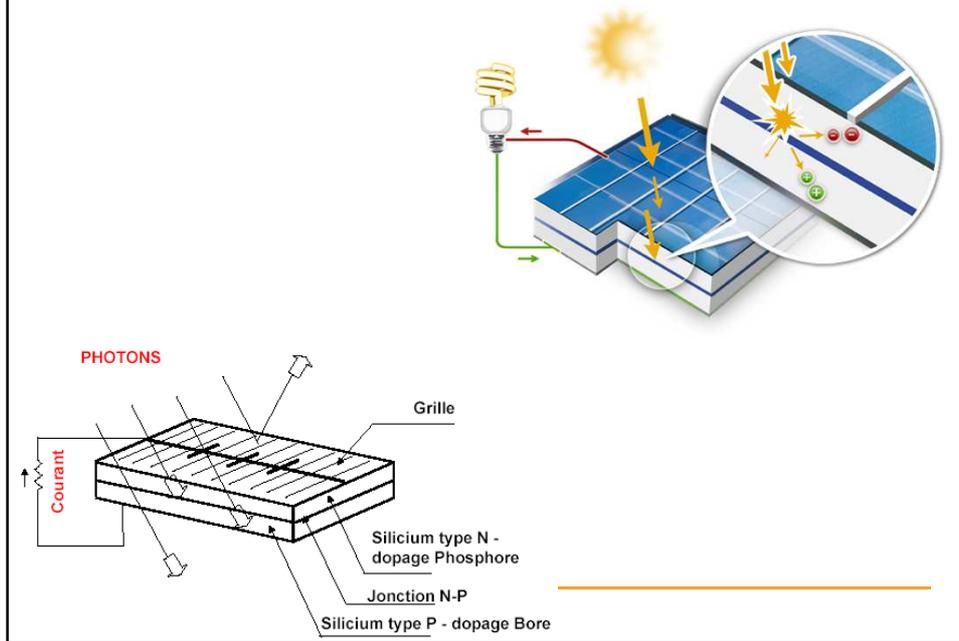
Matériau semi conducteur : propriété physique de transformer le rayonnement solaire en électricité

Caractéristiques du photovoltaïque

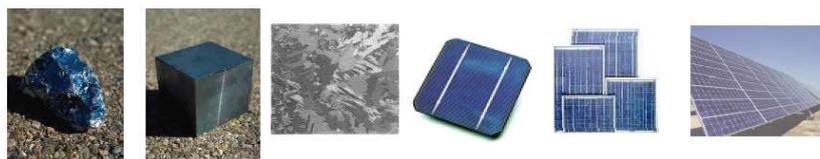
- Production de courant continu à partir de la lumière du soleil
- Nécessité de convertir en courant alternatif
- Production moyenne de 100 à 170 kWh/m².an d'électricité
- Production au fil du soleil (problématique du stockage)



Cellule photovoltaïque - photopile



Fabrication d'une cellule, d'un panneau



Silicium purifié Lingot Wafer Cellule Module Systèmes

Procédé chimique
de purification

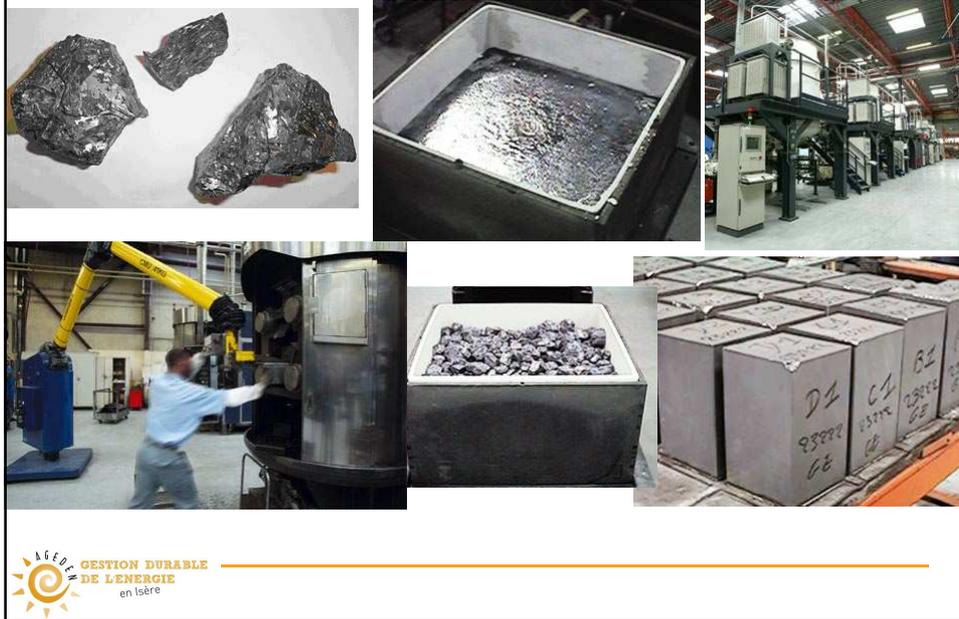
Moulage
Sciage

Traitement
De surface

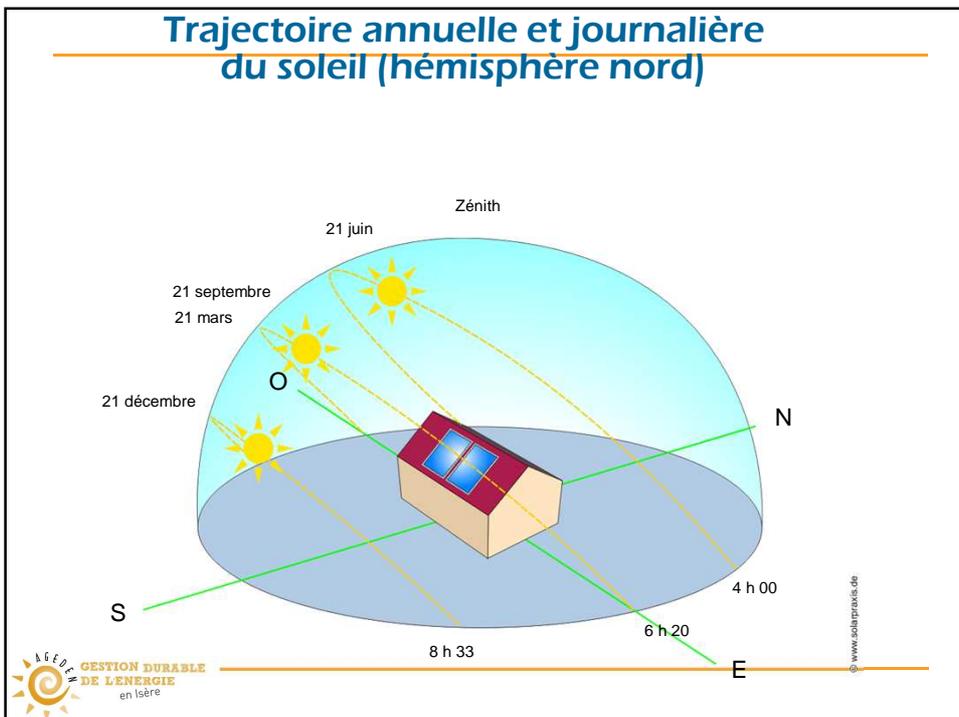
Lamination



Fabrication des lingots



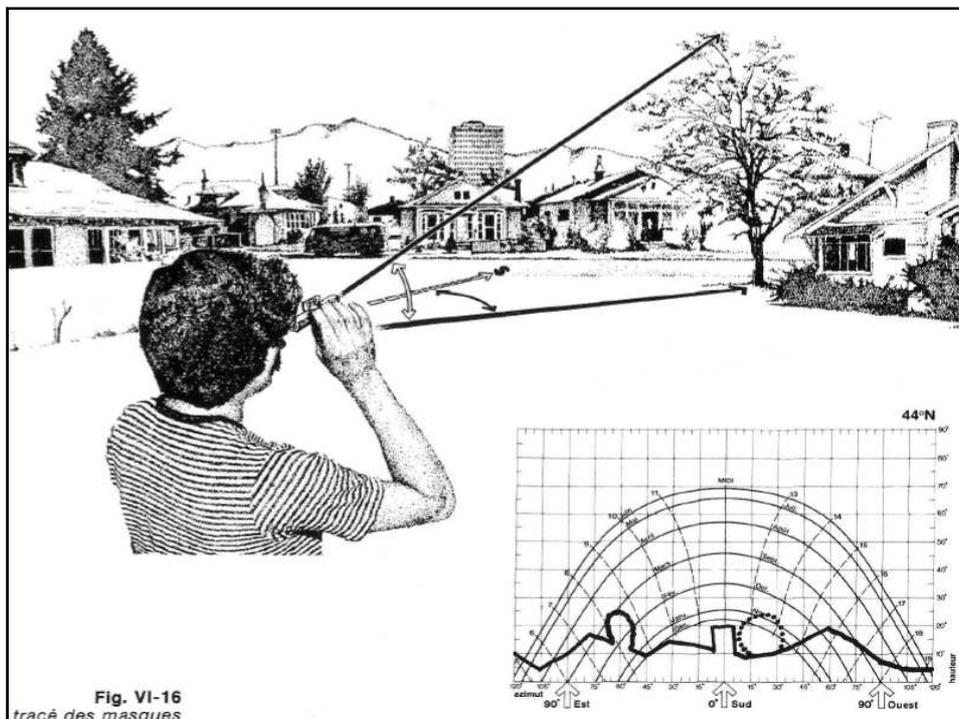
Trajectoire annuelle et journalière du soleil (hémisphère nord)



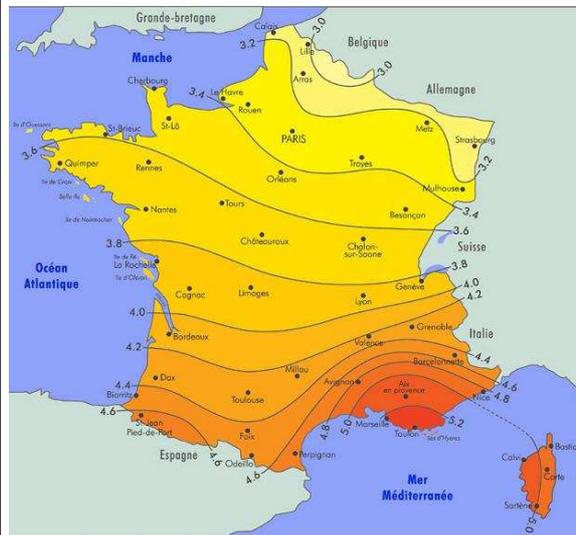
Irradiation fonction de l'inclinaison & orientation

Orientation Inclinaison	O ←	SO ↙	↓ S	↘ SE	→ E
0°	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
30°	0,90	0,96	1,00	0,96	0,90
60°	0,78	0,88	0,91	0,88	0,78
90°	0,55	0,66	0,68	0,66	0,55

Position à éviter si elle n'est pas imposée par des contraintes architecturales.



Estimatif de production



- * Ensoleillement :
- * de 3 à 5,2 kWh/m².j
- * Estimatif de production :
- * (plein Sud-incliné à 30°)

Zone 1: 1300 kWh/kWc

Zone 2: 1100 kWh/kWc

Zone 3: 1000 kWh/kWc

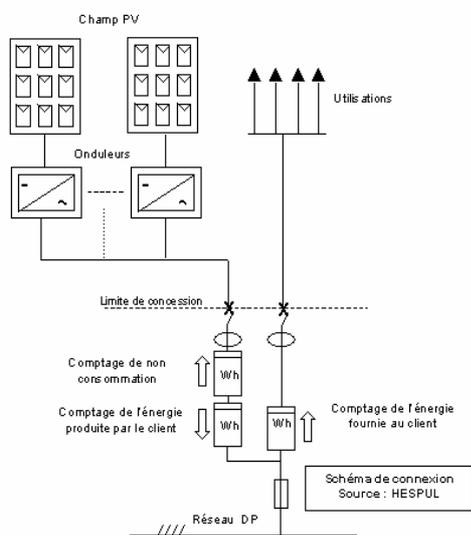
Zone 4: 930 kWh/kWc

Fonctionnement de l'onduleur

- **Convertir le courant continu en courant alternatif usuel en phase avec le réseau**
- **Fait fonctionner les capteurs PV au maximum de leur puissance** quelque soient l'ensoleillement et la température.
- Se déconnecte en cas d'absence de tension du réseau



Synoptique



⚡ Contrat de raccordement technique : Électricité Réseau de Distribution France (ERDF)

⚡ Contrat d'achat de l'électricité : EDF Administration des Obligations d'Achat (AOA) ou ELD

⚡ **DUREE 20 ANS AU TARIF SIGNE**

Tarifs d'achat de l'arrêté de 2011

Tarifs d'achat (c€/kWh)

Type de tarif	Type de l'installation et puissance totale	01/01/16 au 31/03/16	01/04/16 au 30/06/16	01/07/16 au 30/09/16	01/10/16 au 31/12/16	01/01/17 au 31/03/17 ⁿ h
Tarif dit T1	Intégration au bâti (IAB) [0-9 kWc]	25,01	24,63	24,26	23,9	23,54
Tarif dit T4	Intégration simplifiée au bâti (ISB) [0-36 kWc]	13,82	13,27	12,74	12,49	12,39
Tarif dit T5	Autres installations sur bâtiment [36-100 kWc]	13,13	12,61	12,10	11,86	11,77
Tarif dit T5	Autres installations sur bâtiment [0-100kW]	5,96	5,80	5,65	5,51	5,36
Tarif dit T5	Autres installations [0-12MW]	5,96	5,80 jusqu'au 29/05/2016 puis 0	0	0	0

Particulier producteur d'électricité PV

Système de 3kWc en Rhône-Alpes

Conditions optimales : Plein S, 30°, absence de masques, 100 % d'apports

Coût moyen ~ 10 000 € TTC (matériel + pose + raccordement)

Production annuelle ~ 3 300 kWh/an

Tarif d'achat 2017 ~ 25 c€/kWh (intégration)

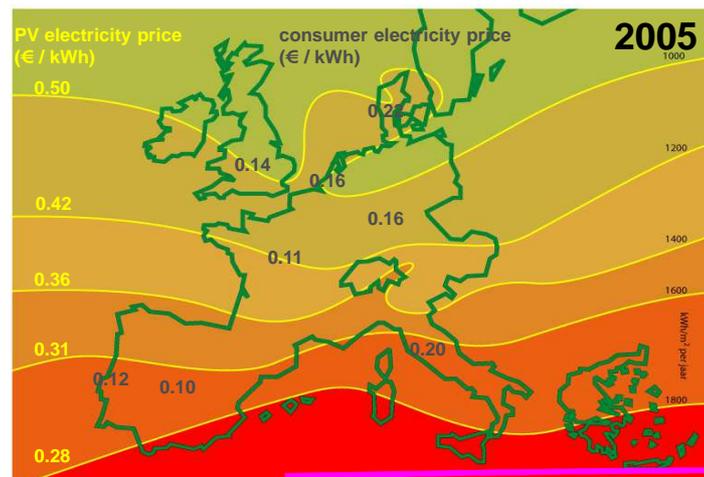
Soit un revenu brut d'~ 800 €/an pendant 20 ans

→ Temps de retour brut ~ 12/13 ans.

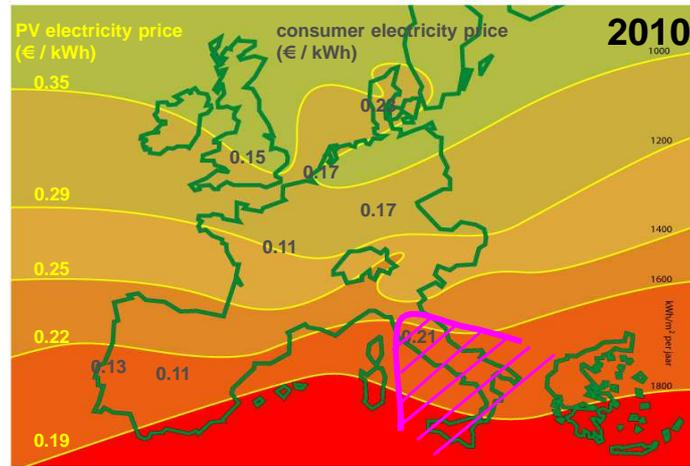
Bénéfice sur 20 ans ~ 6 000 €

Economie d'~ 320 kg de CO2 pour la planète

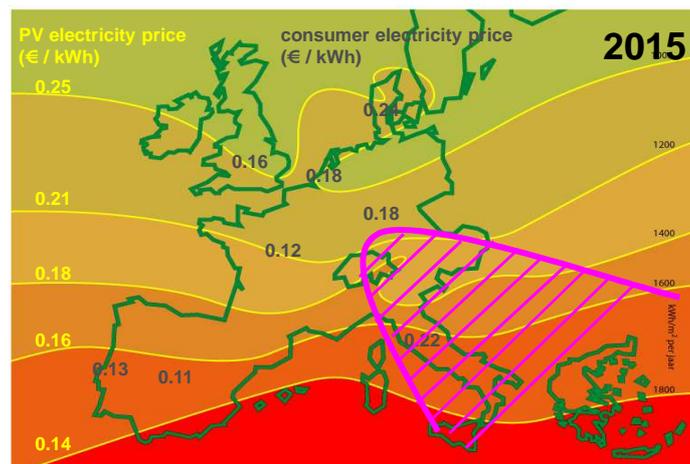
Nouvelle frontière du PV : la parité avec le réseau



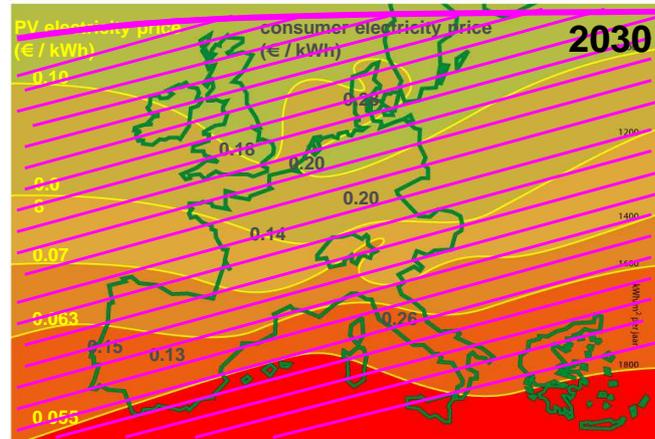
Nouvelle frontière du PV : la parité avec le réseau



Nouvelle frontière du PV : la parité avec le réseau



Nouvelle frontière du PV : la parité avec le réseau



Source W.Sinke - ECN

Les valeurs ajoutées du photovoltaïque

Technique

- Facilité, éprouvé
- Production sur site (réduction des pertes en ligne)
- Soutien du réseau électrique

Environnementale

- Matière première inépuisable
- Faible impact environnemental
- Fiable, sans nuisance et recyclabilité

Economique

- Gratuité du « combustible »
- Prévisibilité de la production annuelle
- Sécurité d'approvisionnement (5 milliards d'années !)

Social

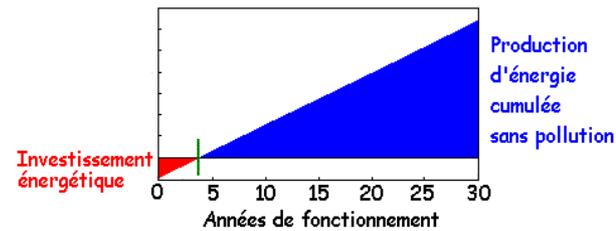
- 50 emplois / MWc (fabrication : 10 - installation : 35 - autres: 5)
- Décentralisation : le soleil brille partout
- Autonomie énergétique : des individus, des territoires

Temps de retour énergétique

Etude (publiée en 04/06) par l'Agence International de l'Énergie & fédération de l'industrie photovoltaïque européenne (EPIA).

Conclusions de l'étude pour la France :

~ 3 ans de fonctionnement pour produire la même quantité d'énergie qu'il a fallu utiliser pour fabriquer le module.



Et le recyclage ?

Tous les composants d'un module solaire sont recyclables.

Pièces les plus précieuses :
cellules solaires peuvent être recyclées en nouvelles galettes (« wafers »).

Les cadres en aluminium, le verre et les câbles sont également recyclables.

➔ juillet 2007 : création de PV Cycle par les producteurs.

Objectif :

85 % de panneaux
retraités d'ici 2015



Des exemples en isère

Immeuble Dentelière
l'Isle d'Abeau



OPAC38

Verrière PV 5,4 kWc
2002

Lycée du Grésivaudan
MEYLAN
45 kWc 2005



Exemple de types d'intégration



Le brise soleil et la verrière



En conclusion

- Electricité verte !
- Et vertueuse !
- Une solution parmi d'autres !
- Rentabilité des projets dépend du tarif d'achat, du prix du kWh et des conditions de raccordement.



Merci pour votre attention

AGEDEN

Bâtiment ESP'ACE Air Climat Energie 14 avenue Benoit FRACHON 38400 Saint-Martin-d'Hères
4, avenue Ambroise Genin 38300 Bourgoin-Jallieu
04 76 23 53 50 - www.ageden38.org -
infoenergie@ageden38.org