

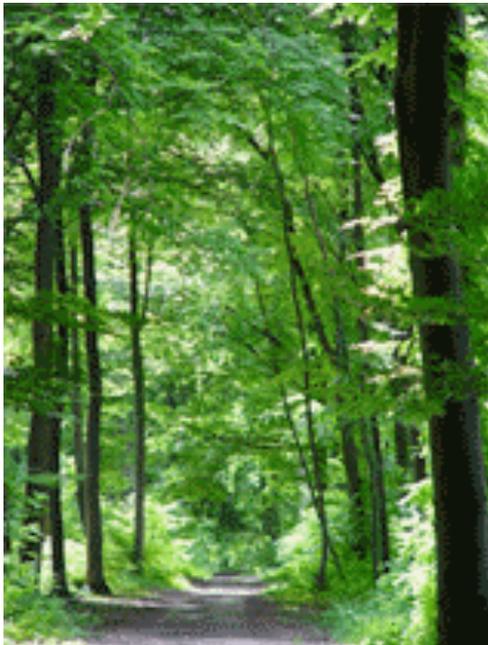
# Principales caractéristiques des projets photovoltaïques



*Comité syndical du SDE07*

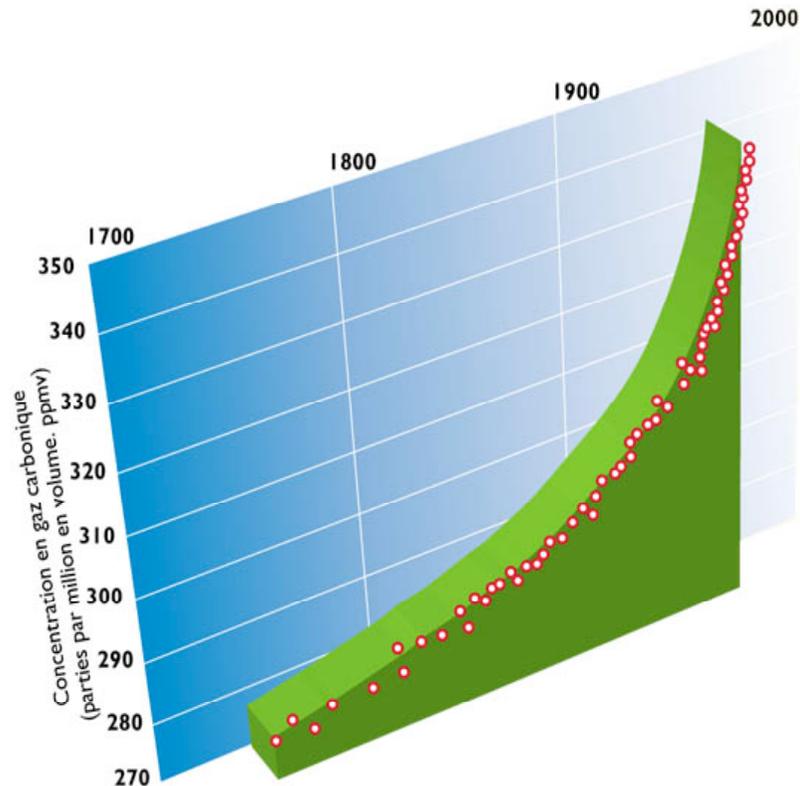
***Privas, le 12 octobre 2009***

# Plan d'intervention



- 1) Contexte
- 2) Equipements techniques
- 3) Contraintes réglementaires
- 4) Bilan économique et rentabilité

## 1.1) Contexte global



- Demande en énergie qui ne cesse de croître depuis plus d'un siècle
- Réserves d'énergie fossile et fissile qui s'épuisent
- Réchauffement climatique qui s'accélère (prévisions revues à la hausse de +1,4 à 5,8°C d'ici 2100 selon le GIEC), entraînant des dérèglements importants du globe

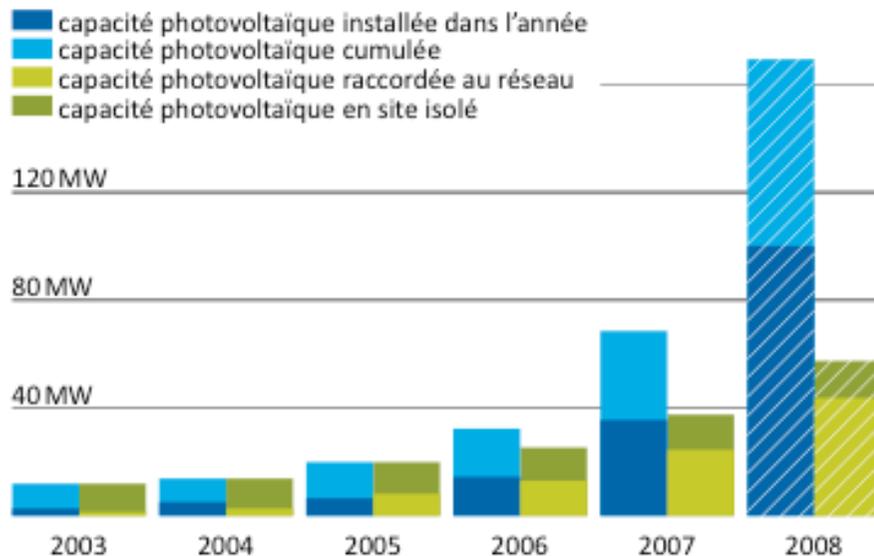
**En France, la production d'électricité est à l'origine de 13% des émissions de gaz à effet de serre (CO2 principalement)**

Source : CITEPA

## 1.2) Quelques chiffres sur le marché PV

### Capacité photovoltaïque raccordée au réseau et installée en France entre 2003 et 2008 (MW)

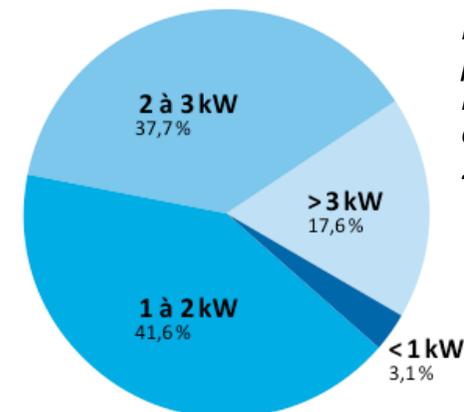
2008 : estimation SER-SOLER  
source : ERDF, EDF SEI



- **2004** : crédit d'impôt 40% et taux réduit de TVA
- **2005** : crédit d'impôt 50%
- **2006** : tarifs d'achats incitateurs
- **En juin 2009** : 135 MWc raccordés, en progression de 66% par rapport à fin 2008
- **En Europe** : 9000 MWc installés fin 2008 avec l'Allemagne et l'Espagne parmi les plus dynamiques

**En France, la forte croissance observée depuis 2007 est soutenue par les particuliers et par le développement de centrales de grande puissance**

**Une filière professionnelle s'est organisée : groupement d'installateurs SOLER et appellation Quali'PV**

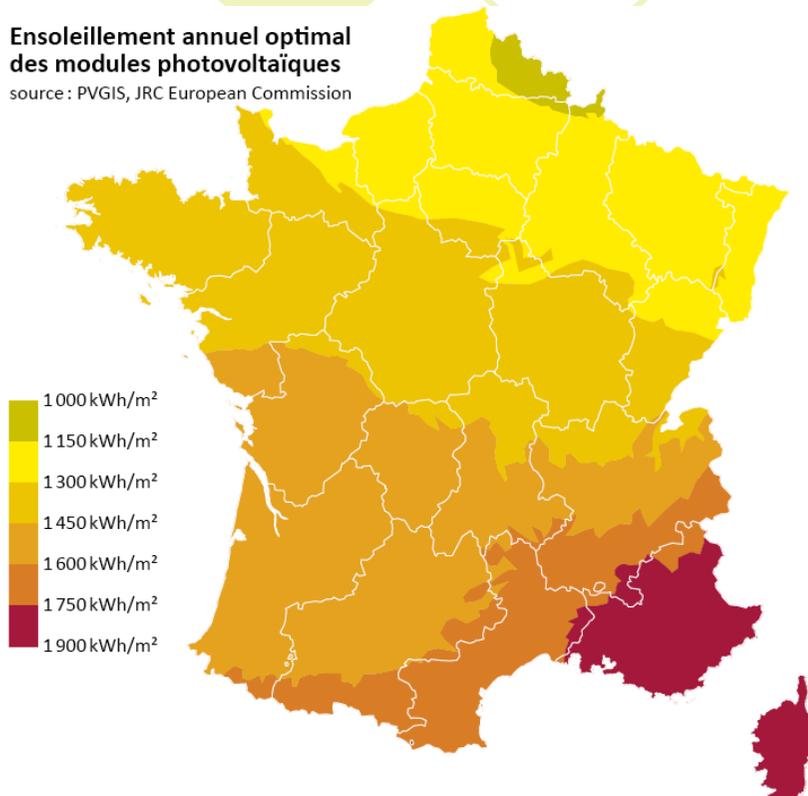


*Répartition par puissance des installations PV en métropole fin 2007, ERDF*

## 1.3) Gisement solaire en France

Ensoleillement annuel optimal  
des modules photovoltaïques

source : PVGIS, JRC European Commission



- **France** : 5ème gisement solaire CE
- **Pour 10 m<sup>2</sup> installés** :
  - 900 kWh/an en Alsace
  - 1300 kWh/an en PACA
  - 1450 kWh/an aux DOM
  - **1200 kWh/an en Ardèche**
- **Pour un foyer français** : 25 m<sup>2</sup> sur le toit d'une maison individuelle suffisent à produire les besoins d'une famille de 4 personnes (hors chauffage et eau chaude sanitaire)

**Le département de l'Ardèche dispose d'un gisement solaire favorable à la mise en œuvre de centrales photovoltaïques**

**En France, le secteur du bâtiment représente un potentiel de 13 400 MWc cumulés fin 2020 avec une pénétration progressive et forte dans le neuf, consécutive à l'évolution annoncée de la réglementation thermique**

Source : ENERPLAN

## 1.4) Objectifs européens et engagements nationaux



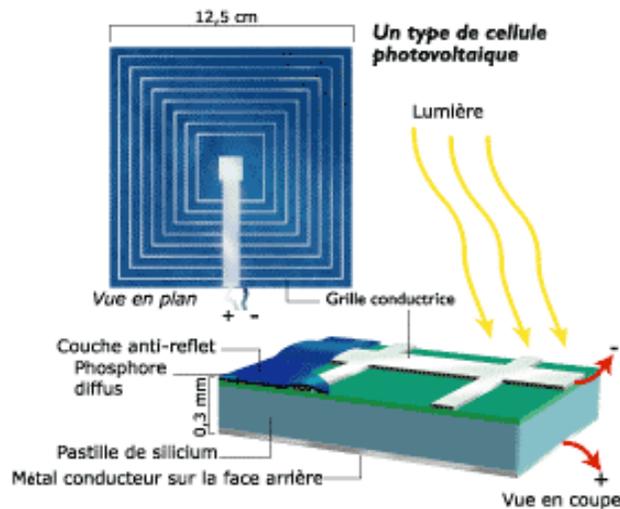
En 2007, le Conseil européen a fixé pour objectifs aux 27 états membres les 3x20 pour 2020 :

- **20%** de réduction des consommations d'énergie
- **20%** de l'énergie consommée produite à partir d'énergies renouvelables (23% pour la France)
- **20%** de réduction des gaz à effet de serre

Pour parvenir à ses objectifs, la France soutient la filière photovoltaïque depuis 2006 avec la mise en place de l'**obligation d'achat de l'électricité** produite et les **tarifs réglementés** (base de 32,82 c€/kWh et bonification à 60,17 c€/kWh pour l'intégration au bâti)

En 2009, le gouvernement **simplifie les formalités administratives**, fait lancer un **appel d'offres par la CRE pour la construction de 300 MW de centrales PV au sol d'ici 2011**, et **devrait pérenniser le dispositif tarifaire** pour les prochaines années, d'après le projet d'arrêté diffusé par le Ministère en septembre 2009.

## 2.1) Equipements techniques



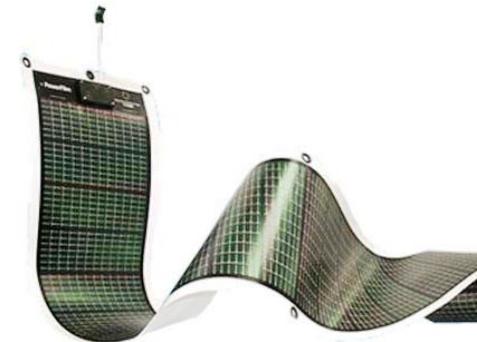
- Production directe d'électricité à partir des photons de la lumière
- Conversion du rayonnement en électricité avec un **rendement compris en 5 et 17%** selon la technologie utilisée
- Temps de retour énergétique de la fabrication des cellules : entre 1 et 3 ans



**Silicium monocristallin**  
peu utilisé  
encore cher

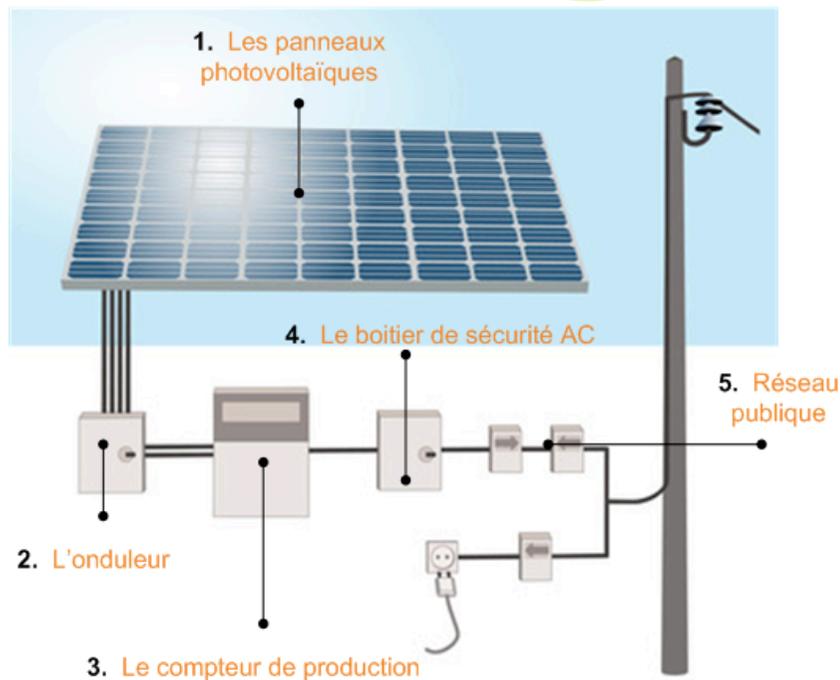


**Silicium polycristallin**  
le plus répandu  
bon rapport coût/puissance



**Silicium amorphe, CdTe, CIGS**  
en forte progression  
couche mince, s'adapte surtout  
pour grandes surfaces toiture  
ou au sol

## 2.2) Equipements techniques



➤ **Modules photovoltaïques** dont la production varie selon l'ensoleillement, la nébulosité, l'orientation, l'inclinaison et la présence éventuelle de masques

➤ **Dispositif de fixation des modules** permettant de garantir leur tenue dans le temps et l'intégration au bâti (qualité renforcée à compter de 2010 pour l'obtention du tarif d'achat bonifié)

➤ **Onduleur** transforme le courant continu en courant alternatif identique à celui du réseau, et sécurise l'installation, durée de vie de 10 ans

➤ **2 compteurs** pour mesurer l'énergie fournie au réseau et l'énergie éventuellement soutirée (reste à zéro)

➤ **Instrumentation** pour surveillance de l'ensoleillement et production

## 3.1) Contraintes réglementaires des projets de centrales au sol



- **Zones protégées** : en secteur sauvegardé (notamment Natura 2000, réserve naturelle, arrêté biotope, zone humide, PNR), dans ou aux abords d'un site inscrit ou classé aux monuments historiques, zone de protection du patrimoine paysager...
- **Code de l'urbanisme** : compatibilité avec les servitudes d'utilité publique et les documents d'urbanisme concernés (carte communale, POS, PLU, ...)
- **Code de l'environnement** : déclaration obligatoire ou autorisation du Ministère chargé de l'énergie si la puissance est supérieure à 4,5 MW (15ha)
- **Obligation d'achat** pour centrales < 12 MW avec projet de loi prévoyant une bonification du tarif de base de 3% pour le département de l'Ardèche

**Projet de décret rendant obligatoires la demande de P.C., l'étude d'impact et la réalisation d'une enquête publique**

## 3.2) Contraintes réglementaires des projets de centrales intégrées au bâti



Quartier Vauban, Fribourg-en-Brisgau

➤ **Déclaration préalable ou permis de construire**

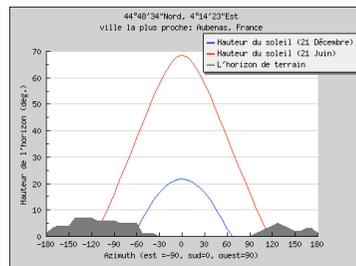
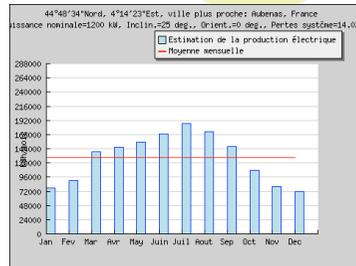
➤ **Zones protégées et code de l'urbanisme** : dans ou aux abords d'un site inscrit ou classé aux monuments historiques, zone de protection du patrimoine urbain, conformité aux documents d'urbanisme

➤ **Obligation d'achat** (tarif actuellement en vigueur): base de 32,82 c€/kWh et bonification à 60,17 c€/kWh pour les équipements intégrés au bâti

Projet d'arrêté visant à **prolonger l'octroi du tarif bonifié jusqu'en 2012** uniquement aux installations favorisant les solutions d'intégration architecturales et esthétiques les plus accomplies (commission d'évaluation)

Création d'un **3ème tarif à 45 c€/kWh** pour les installations avec « intégration simplifiée au bâti » pour les installations supérieures à 3 kWc

# 4.1) Bilan économique et rentabilité des centrales au sol



Investissement	Coûts (euros H.T.)
Modules	3 200 000
Structures	250 000
Câblage	240 000
Onduleurs et cellule HTA	150 000
Génie civil	60 000
Raccordement réseau	240 000
Poste de raccordement	120 000
Sécurisation du site	100 000
Ingénierie	150 000
<b>Total HT générateur</b>	<b>4 510 000</b>

Recettes et charges d'exploitation de l'année 1	Coûts (euros H.T.)
Production vendue au tarif de 0,32823 euros par kWh produits	506 237
Intérêts d'emprunt (15 ans)	133 837
Maintenance et exploitation	17 000
Renouvellement onduleurs	6 000
Assurances	17 000
Taxe professionnelle	14 500
Divers	2 800
<b>Résultat hors remboursement du capital emprunté sur 15 ans</b>	<b>315 100</b>
<b>Bénéfice annuel après emprunt</b>	<b>14 433</b>

- **Aucune subvention possible, l'investissement doit être intégralement compensé par la vente d'électricité sur 20 ans**
- Superficiers < 5 ha : quasiment impossibles à rentabiliser
- **Temps de retour sur investissement compris entre 12 et 15 ans**
- Frais d'exploitation : env. 15% du chiffre d'affaires
- Assurances : env. 2% du C.A. (garanties classiques + pertes de recettes)
- Loyer des terrains : de 2000 à 4000 € l'hectare

Nombreux montages juridiques possibles, préférer réaliser un appel à projet

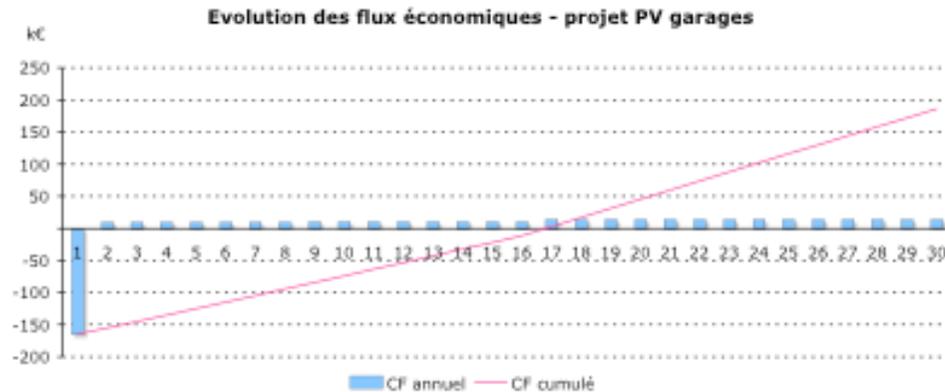
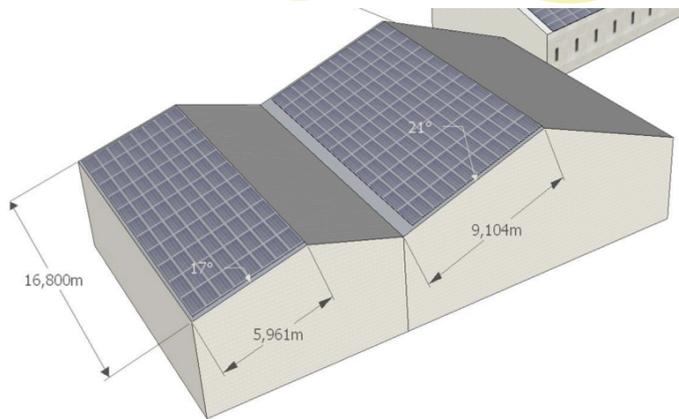
## 4.2) Bilan économique et rentabilité des centrales au sol (suite)



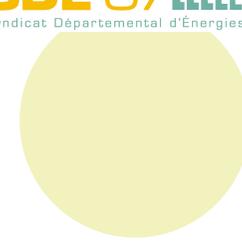
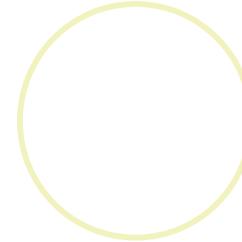
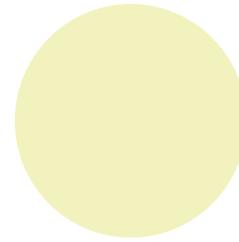
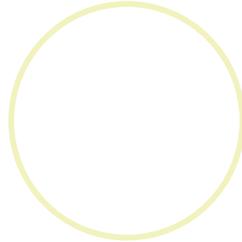
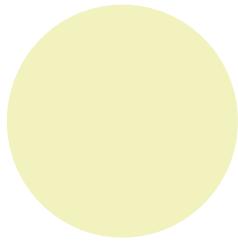
### Les conditions pour favoriser la réussite d'un projet :

- Terrain > 5 ha d'un seul tenant
- Des champs, friches, décharges en réhabilitation, carrières et zones de stockage, espaces dans zones artisanales ou industrielles (éviter les terres exploitées, les terres irrigables ou terres ayant bénéficié d'un aménagement foncier)
- Maîtrise foncière
- Poste source EDF à proximité, connaître les capacités d'accueil du réseau pour raccordement en HTA
- Pente maximale de 15% orientée Est, Sud ou Ouest
- Accessibilité du site aux véhicules de transport
- Pas de monuments historiques à moins de 500 mètres et pas de secteur sauvegardé ou de zone protégée
- Absence de co-visibilité avec les habitations proches

## 4.3) Bilan économique et rentabilité des centrales intégrées au bâti



- **Investissement total compris entre 4,5 et 8 €/HT/Wc**
- **Temps de retour sur investissement compris entre 12 et 17 ans** envisageable exclusivement avec le tarif bonifié
- **Rentabilité fortement dépendante** : de la surface mise en œuvre (effets d'échelle sur le coût des modules importants au delà de 1000 m<sup>2</sup>), de l'orientation, de la présence de masques éventuels, de l'inclinaison de la toiture (répondre au critère d'intégration au bâti pour une pente de toit inférieure à 15° est difficile) et des reprises de charpente à réaliser
- **Négocier au plus juste l'emprunt bancaire** : les conditions d'octroi du prêt (taux, durée) influencent directement la rentabilité du projet. De nombreux établissements proposent des taux attractifs sur ces projets.



**A votre disposition pour répondre  
aux questions**