



# Equipements Photovoltaïques

## Etat des lieux des équipements existants

Mutuelles des Pays de Vilaine  
20 Novembre 2009



## UN CONTEXTE FAVORABLE

- **Août 2006** : parution au JORF du décret portant le tarif de rachat de l'électricité solaire photovoltaïque à :

30 c€/kWh

+ 25 c€/kWh si intégration au bâtiment

= **55 c€/kWh si intégration au bâtiment**

(60,176 c€/kWh en 2009)

*(à comparer avec le tarif public EDF : 8 à 10 c€/kWh)*

- Un contrat signé avec EDF sur une durée de **20 ans**.



# TEXTE DE REFERENCE

- Guide d'intégration publié par la DGEMP / DIDEME
- Dernière version en date du 17/04/2007

- Téléchargeable sur :  
[www.industrie.gouv.fr/energie/electric/pdf/guide-integration.pdf](http://www.industrie.gouv.fr/energie/electric/pdf/guide-integration.pdf)

Version du 17 avril 2007  
DGEMP - Dideme



## Critères d'éligibilité des équipements de production d'électricité photovoltaïque pour le bénéfice de la prime d'intégration au bâti

DGEMP - Dideme

L'article 36 de la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique a modifié l'article 10 de la loi du 10 février 2000 relatif à l'obligation d'achat en précisant les modalités de fixation des tarifs d'achat de l'électricité produite par les installations bénéficiant de l'obligation d'achat. Dans ce cadre, les conditions d'achat de l'électricité produite à partir de l'énergie radiative du soleil ont été réexaminées afin que ces installations de production d'électricité bénéficient d'une rentabilité acceptable, sans excéder une rémunération normale des capitaux compte tenu des risques inhérents à cette activité et de la garantie dont bénéficient ces installations d'écouler l'intégralité de leur production à un tarif déterminé.

De nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite à partir de l'énergie radiative du soleil sont définies dans l'arrêté du 10 juillet 2006, qui prévoit un tarif d'achat fixé à 30 c€/kWh pour la France continentale et 40 c€/kWh pour la Corse, les départements d'outre mer et Mayotte. L'arrêté du 10 juillet 2006 instaure, en outre, une prime à l'intégration au bâti. Cette prime vise à faciliter le développement de composants standard de la construction neuve intégrant la fonction de production d'électricité photovoltaïque. Elle est destinée à compenser le surcoût de tels composants, dans le respect des dispositions de l'article 36 précité. Elle se monte à 25 c€/kWh pour les installations situées en France continentale et à 15 c€/kWh pour celles situées en Corse, dans les départements d'outre mer et à Mayotte.

Le présent guide vise à définir les critères d'éligibilité des équipements de production d'électricité photovoltaïque pour le bénéfice de la prime d'intégration au bâti définie à l'annexe de l'arrêté du 10 juillet 2006.

Ce guide fait référence, à titre d'illustration, aux principaux produits présents sur le marché français. Il pourra faire l'objet d'aménagements ou d'actualisation, notamment pour tenir compte des développements de nouveaux produits pour cette filière et de sa capacité d'innovation.

### 1 - Principes généraux

Les équipements de production d'électricité éligibles à la prime d'intégration au bâti doivent répondre aux deux conditions prévues à l'annexe de l'arrêté du 10 juillet 2006 fixant les conditions d'achat de l'électricité :

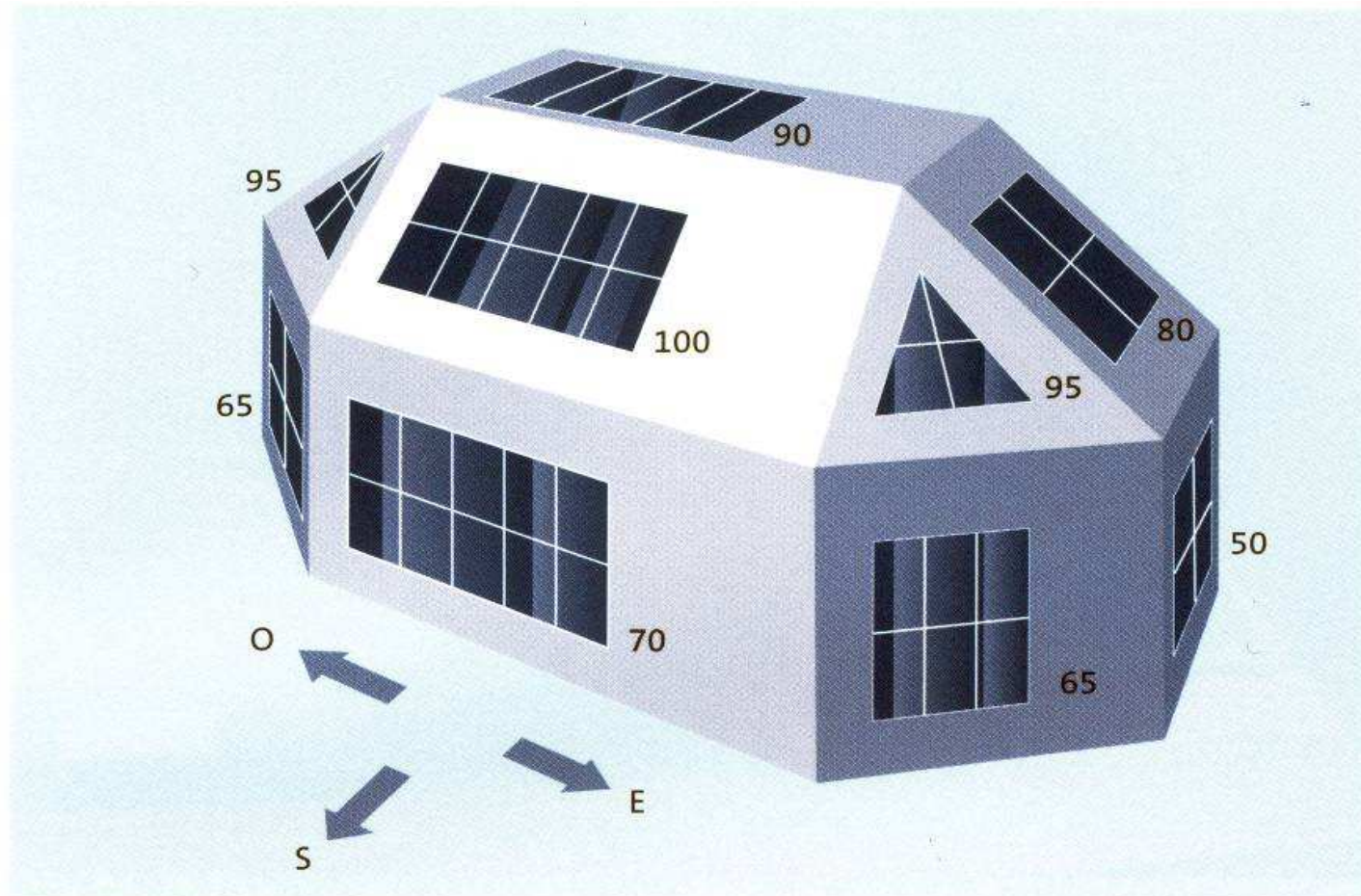
- 1- Outre la production d'électricité, les équipements photovoltaïques doivent assurer une fonction technique ou architecturale essentielle à l'acte de construction.

Un équipement de production d'électricité photovoltaïque remplit au moins une de ces fonctions lorsqu'il participe, pour une construction, à :

- la tenue mécanique ;
- la protection ou la régulation thermique ;
- la protection physique des biens ou des personnes ;
- la recherche d'un esthétisme architectural particulier.



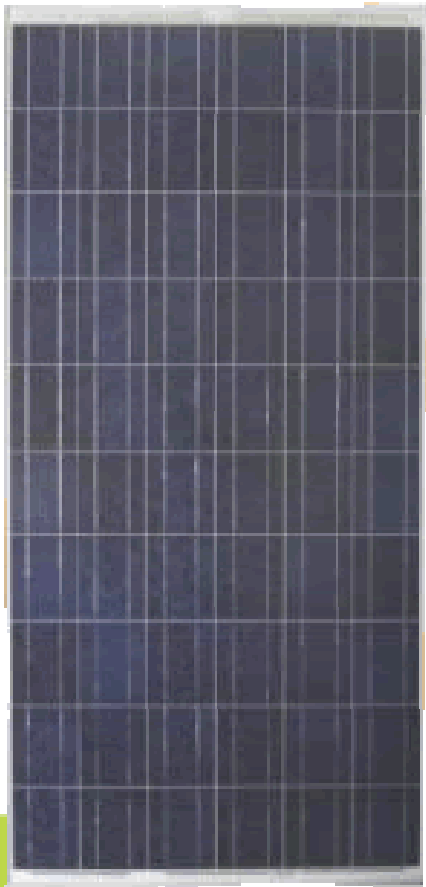
## CONDITIONS OPTIMALES DE PRODUCTION



*Aperçu du pourcentage de rayonnement reçu par un générateur qui n'est pas idéalement orienté.*



## TECHNOLOGIES DE CONVERSION PV



SILICIUM CRISTALLIN (Mono et Poly) : c-Si

- + 80% du marché mondial
- + Abondance de la ressource
- + Rendements : 120 à 140 Wc/m<sup>2</sup>
- + Recul sur la filière
  
- Complexité pour une intégration totale au bâtiment

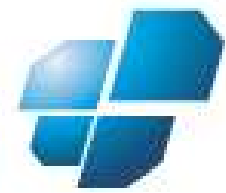


## TECHNOLOGIES DE CONVERSION PV

### SILICIUM AMORPHE : a-Si



- + Films souples permettant de s'adapter à de nouveaux supports :  
Membranes d'étanchéité, Bacs acier ...
- + Meilleur productible kWh/kWc installé :  
+ 5 à 10% sous nos latitudes
- Rendement : 40 à 50 Wc/m<sup>2</sup>
- Moins de recul sur la filière, mais garanties identiques



## TECHNOLOGIES DE CONVERSION PV

### NOUVEAUX PRODUITS EN COUCHES MINCES



- CdTe : Tellurure de Cadmium  
+ Coût €/kWc installé
  - Rendement : 70 Wc/m<sup>2</sup>
  - Grandes surfaces (dissémination Cd)
  
- CIS / CIGS
  - + Nouveaux composés prometteurs €/kWc
  - + Nouveaux substrats : Verre, polymères..
    - Industrialisation des procédés : en cours
    - Faible recul sur la filière



## TECHNOLOGIES DE CONVERSION PV

### POUR INFORMATION : R&D EN COURS

- Cellules « organiques » de type Graetzel
- Cellules polymères (pétrochimie)
- + Réduction des coûts de fabrication €/kWc

### POUR INFORMATION : APPLICATIONS SPATIALES

- Matériaux semi-conducteurs : Ge, AsGa...
- + Rendements très supérieurs
- Coûts de fabrication (rédhibitoires)



# SOLUTIONS D'INTEGRATION AU BÂTIMENT

## 2 GRANDES FAMILLES DE SOLUTIONS

- Etanchéité réalisée par les modules PV :

### **INTEGRATION TOTALE**

- Etanchéité en sous face des modules:

### **INTEGRATION SIMPLIFIEE**



# INTEGRATION AU BÂTIMENT

## BRISE SOLEILS PHOTOVOLTAIQUES



- + Double utilité :
  - Réduction des apports solaires
  - Production d'énergie
- + Intégration architecturale
- Surfaces disponibles





# INTEGRATION AU BÂTIMENT

ALEGES, GARDE-CORPS DE TOITURE



- + Intégration architecturale
- Productibles énergétiques moindres 50 à 60% de l'optimal





# INTEGRATION AU BÂTIMENT

MURS-RIDEAUX, BARDAGES



- + Intégration architecturale
- Productibles énergétiques moindres 50 à 60% de l'optimal





# INTEGRATION AU BÂTIMENT

## VERRIERES PHOTOVOLTAIQUES



- + Intégration architecturale
- Coût €/kWc
- Isolation thermique





## INTEGRATION AU BÂTIMENT

MEMBRANES D'ETANCHEITE SOUPLES : Bitume, PVC, etc.



- + Intégration sur toits-terrasses
- Rendements  $W/m^2$
- Faible recul industriel sur a-Si





## INTEGRATION AU BÂTIMENT

BACS DE COUVERTURE : Acier, Alu, Zinc, etc.

- + Charges faibles, Pentes faibles
- + DTU 40.35
- Rendements  $W/m^2$
- Faible recul industriel sur a-Si





# INTEGRATION AU BÂTIMENT

NOUVELLES SOLUTIONS EN COURS D'AVIS TECHNIQUE CSTB



- + Intégration architecturale
- + Charges faibles, Pentes faibles
- DTU à créer
- Procédures CSTB longues





# INTEGRATION AU BÂTIMENT

CHARPENTES TRADITIONNELLES : Ardoises, Tuiles

- + Intégration architecturale
- Surfaces réduites
- Pentes minimales



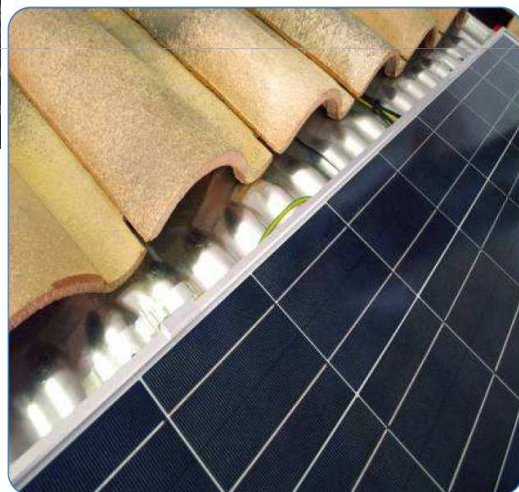


## INTEGRATION SIMPLIFIEE

ETANCHEITE MEMBRANES PEHD / PVC ou BACS ACIER / ALU



- + Ventilation des panneaux
- Avis Technique
- Échéance annoncée pour le tarif intégré





# CENTRALES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

STRUCTURES TRIANGULEES, BACS LESTES



- + Ventilation des panneaux
- + Coût €/kWc
- + Productibles optimisés
- Tarif de rachat





# CENTRALES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

## CENTRALES AU SOL

- + Coût €/kWc
- + Fortes puissances
- + Productibles optimisés
- Tarif de rachat
- Contraintes d'aménagement du territoire





# CENTRALES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

## CENTRALES AU SOL SUR TRACKERS



- + Fortes puissances
- + Productibles optimisés : +15%
- Maintenance des systèmes
- Contraintes d'aménagement du territoire





# Clés en main ou tiers investisseur?





Du fait des montants engagés et de l'ampleur de la maîtrise d'œuvre, les grandes toitures (> 2000 m<sup>2</sup>, soit 250 kWc) sont très souvent traitées en 1/3 investisseur.



## Deux options en tiers investisseur:

### 1° Le bâtiment photovoltaïque

- Ombrières de parking
- Hangars agricoles

Un bail emphytéotique est conclu entre l'investisseur et le propriétaire du terrain.

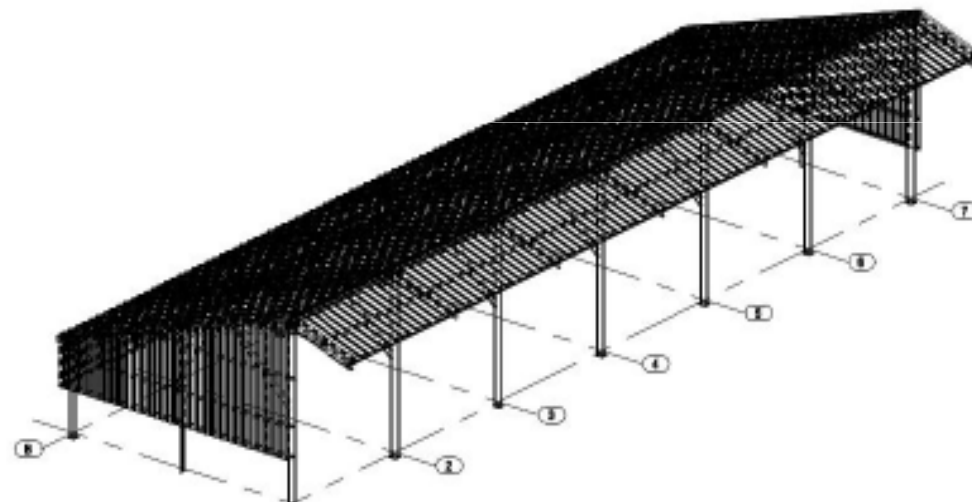
L'investisseur encaisse la recette de la vente de l'électricité.

Le propriétaire utilise le bâtiment et en devient propriétaire (Générateur compris) au terme du bail.



# Objectifs

- Répondre au **besoin d'espace** couvert des agriculteurs, artisans et entreprises (rangement matériel, machine, stockage...).
- S'affranchir de la nécessité de **financement** des clients face à la crise
- Offre **standard, si possible**, pour réduire les coûts





Solutions  
Clé en  
main



Solution 1/3  
investisseur

- EDF EN
- EDF ENR
- GDF SUEZ
- POWEO
- .....
- Fonds privés



## 2° La location de toiture

Un bail emphytéotique est conclu entre l'investisseur et le propriétaire du bâtiment.

La recette électrique va à l'investisseur.

Un loyer (Au m<sup>2</sup>) est versé au propriétaire.



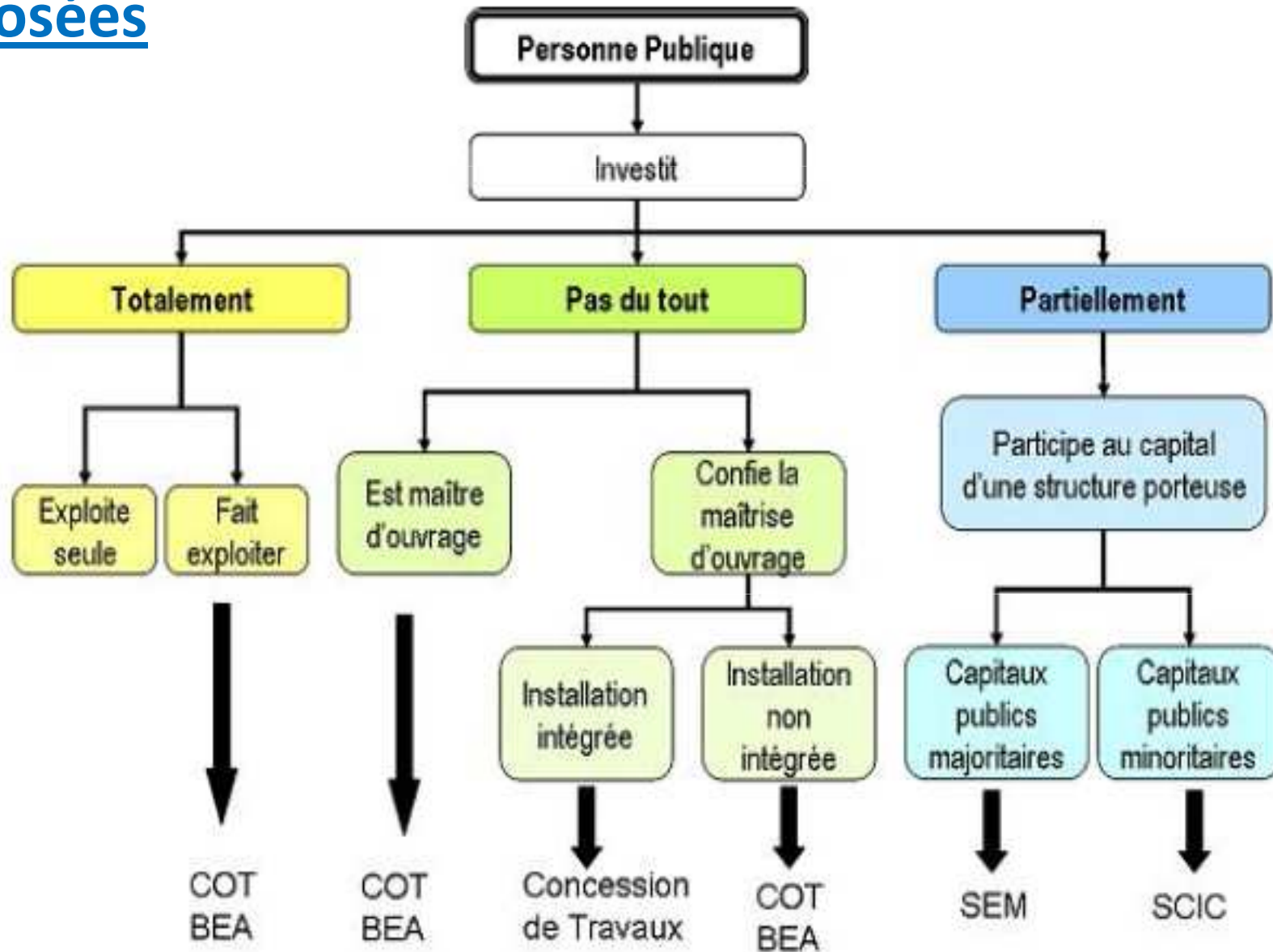
# Objectifs

- Assurer un revenu complémentaire.
- Dans certains cas, faire financer une toiture neuve par l'investisseur.





## 3° Variantes composées





## Le clé en main:

Le client finance lui-même son investissement.

Les établissements financiers se nantissent sur le matériel et parfois sur la recette électrique.

Dans le cadre de l'obligation d'achat, le tarif d'achat de l'électricité pour les systèmes « intégrés en toiture »\* est aujourd'hui de 0,60176 €/kWh

Les contrats d'achat sont établis sur une durée de 20 ans.

Le tarif est garanti sur cette durée avec indexation annuelle.

## Exemple: 100kWc à Nantes

**PHOTON**  
TECHNOLOGIES



### CHIFFRES CLES DU PROJET

Puissance installée	100,00kWc
Surface installée	700m <sup>2</sup>
Investissement Système PV (prix final HT)	502 333€
Total Matériel (hors raccordement)	5,02€/Wc
Recette annuelle moyenne sur 20 ans	66 443€
Production annuelle moyenne sur 20 ans	95,025MWh

### BILAN ENVIRONNEMENTAL

Quantité moy. de CO2 évitée dans l'atmosphère (normes EU source ADEME)	45,23 t de CO2/an
Équivalent en km d'une voiture particulière	256 999 km/an
Nombre de foyers moyens français pouvant être alimentés	38foyers

### APPROCHE FINANCIERE

Montant Total Investissement	502 333€
% de l'investissement financé par dette	100%
Fonds propres	0€
A financer	502 333€
Taux annuel	4,50%
Durée Emprunt	15 <sup>ans</sup>
Remboursement dette / an	46 774€
Remboursement Total	701 612€
Coût du prêt	199 279€

### RATIO ECONOMIQUES

Temps Retour (avec fin.)	11,8	Années
Temps Retour (hors fin.)	8,4	Années
VAN	319 596 €	
Bénéfices cumulés avant impôt sur 20 ans	691 820 €	

### Potentiel économique après 20 ans

*Après 20 ans, vous continuez de produire de l'énergie et pourrez vendre votre production au tarif en vigueur à l'issue du contrat. A ce jour, le tarif moyen de l'électricité est d'environ 10c le kWh. C'est donc à ce tarif - qui aura évolué avec l'inflation (environ 15c)- que seront faites vos ventes dans 20 ans\*.*

Revenus cumulés bruts post contrat	58 182 €	/ 5 ans
achat		
	2029	11 561 €
	2030	11 601 €
	2031	11 638 €
	2032	11 674 €
	2033	11 708 €

\*Le tarif en 2029 a été calculé sur le tarif de base EDF (enc. 10 cts) indexé sur la base d'une inflation moyenne de 2% sur l'ensemble de la période.



A l'issue du contrat, le producteur peut:

- Continuer à vendre l'électricité à EDF à un tarif non bonifié
- Utiliser sa production (Le surplus étant réinjecté vers le réseau)
- Démanteler son installation

-L'association PV CYCLE, à laquelle adhèrent et cotisent la quasi-totalité des fabricants mondiaux, se structure actuellement pour assurer le recyclage des modules usagés.



# INVESTISSEURS, MONTEURS DE PROJET

UN CONSEIL... ENTOUREZ-VOUS D'EXPERTS !

Bureaux d'Etudes Techniques :

- Etudes d'opportunité
- Etudes de faisabilité
- Consultation des entreprises
- Analyses comparatives
- Etablissement des contrats / Réceptions



## PHOTON TECHNOLOGIES en quelques lignes

- A l'origine de Photon Technologies, quatre acteurs historiques du solaire. Parmi eux, Roland Barthez, 31 ans d'expérience dans l'énergie solaire. Fondateur et ancien PDG de **Tenesol**.
- Fusion/Acquisition de sociétés « pionnières » dont LIBRELEC





# NOS METIERS

Solutions  
Clé en main



Solution 1/3 investisseur

PARTENARIAT

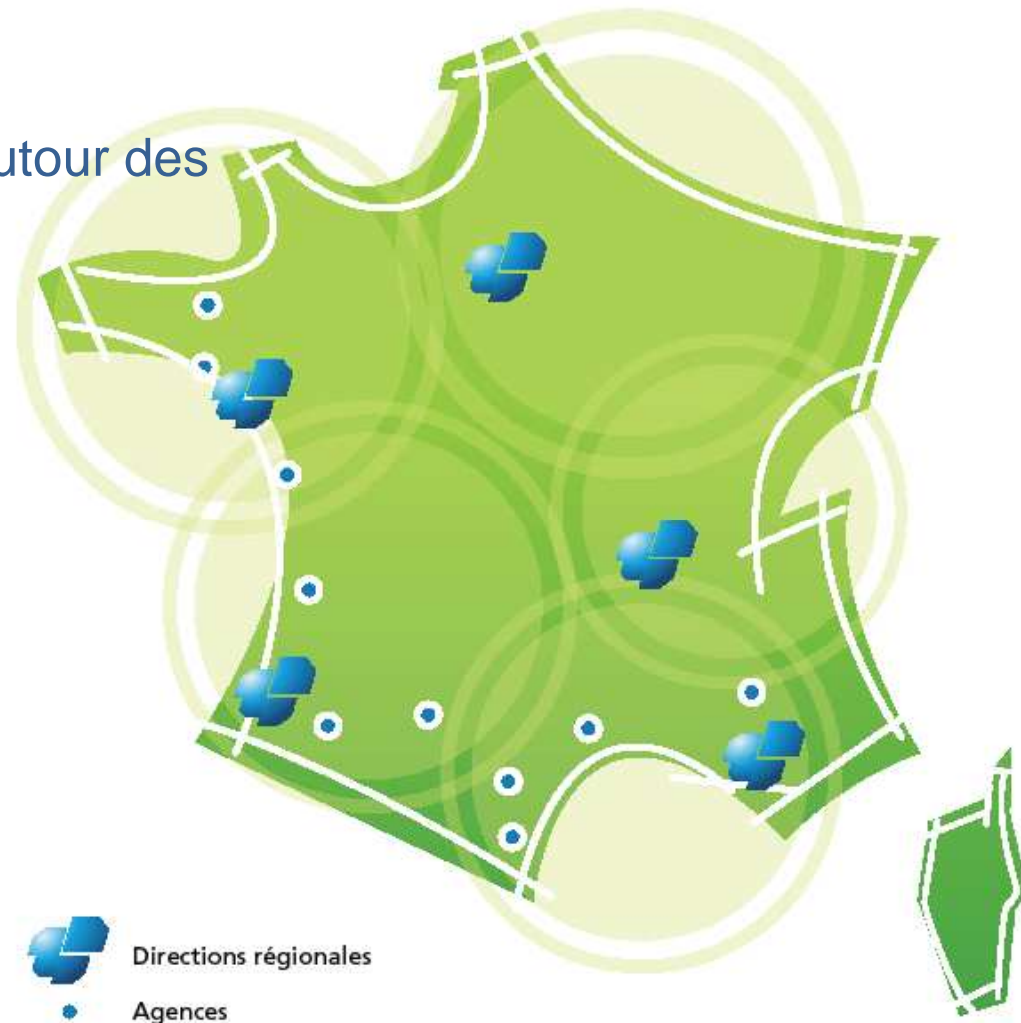
- EDF EN
- EDF ENR





## IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE

- ❑ Une organisation régionale adossée à des agences de travaux locales, proches du terrain
- ❑ Une croissance organisée autour des zones à fort potentiel
- ❑ Siège et Direction : Lyon
- ❑ 5 Directions Régionales, 10 agences
- ❑ 340 collaborateurs
- ❑ CA 2008 : 34 M€
- ❑ CA 2009 : 100 M€





# Questions

# & Réponses