



Le Photovoltaïque

Production d'électricité chez soi



Centrale photovoltaïque Leclerc Saint-Aunès

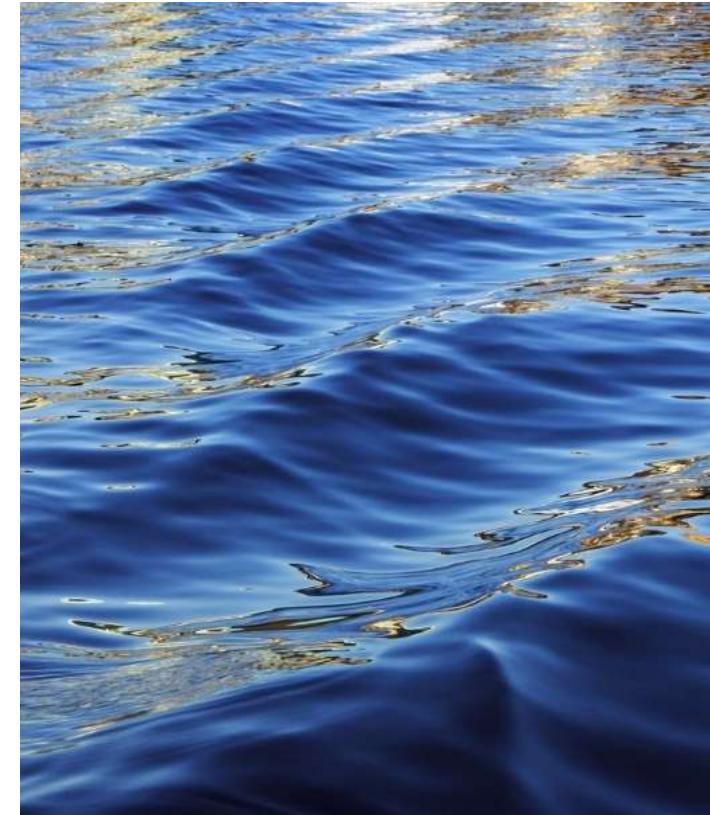
Le jeudi 5 février 2015

Francis Ferro

Damien Paquereau

Veronica Sanchez

Fabien Perrin



Cette discussion abordera

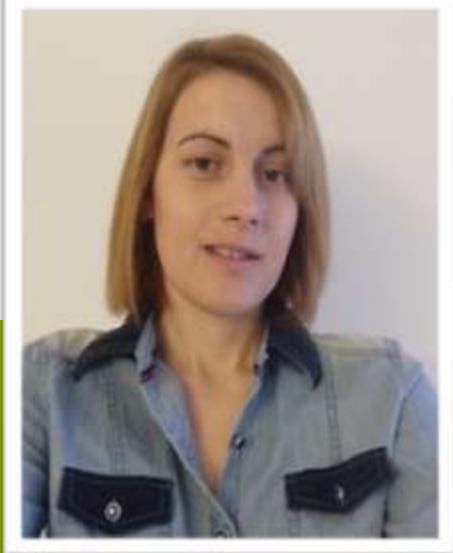
- L'étude réalisée auprès des habitants de Saint-Aunès (10 minutes)
- La découverte du photovoltaïque (15 minutes)
- La transition énergétique et la parité réseau (5 minutes)
- L'avenir et les nouveautés du photovoltaïque (15 minutes)
- Questionnements (30 minutes)



Francis Ferro
Etudiant en Master Energie
Université de Montpellier



Damien Paquereau
Etudiant en Master Energie
Université de Montpellier



Veronica Sanchez
Etudiante en Master Energie
Université de Montpellier



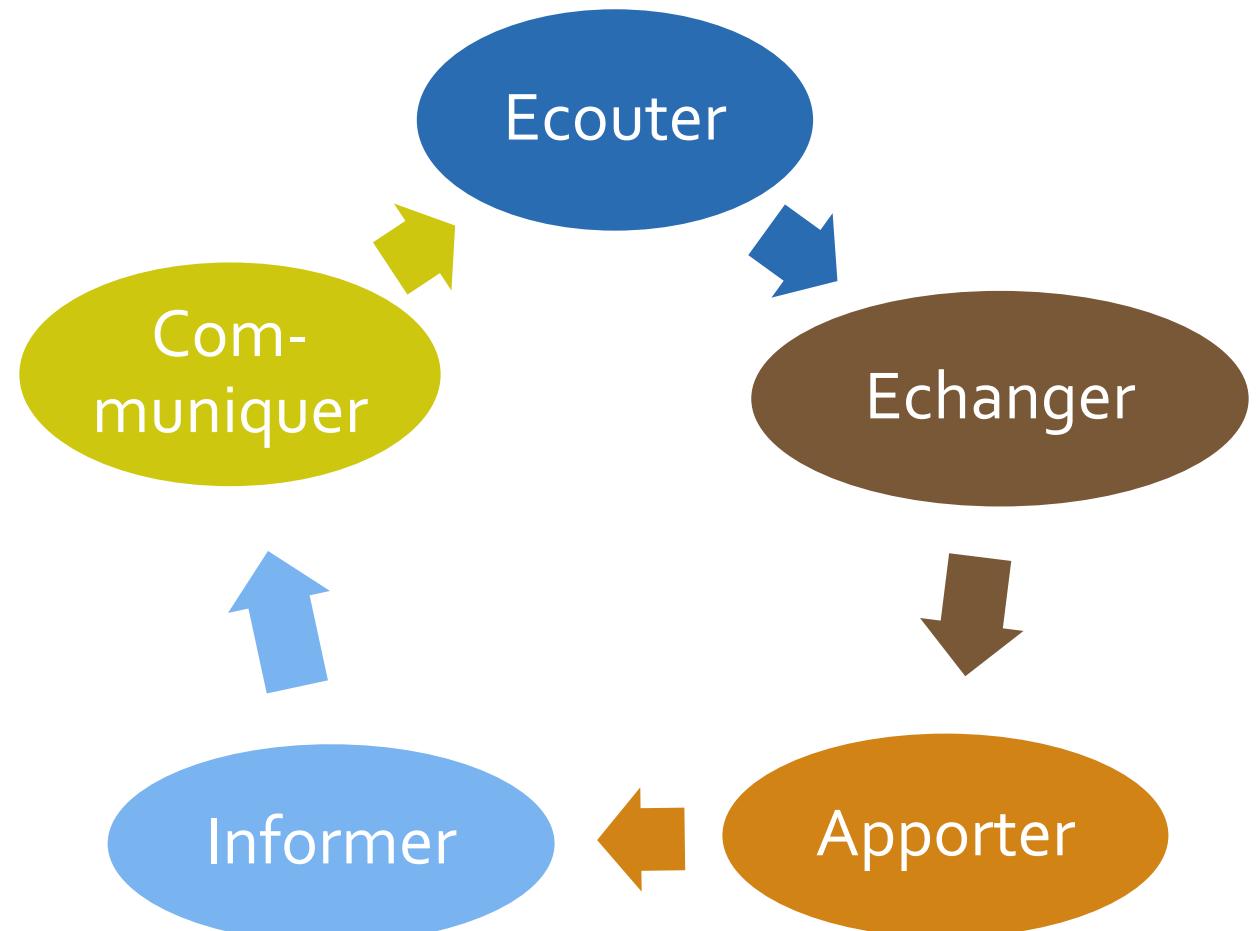
Fabien Perrin
Etudiant en Master Energie
Université de Montpellier

Qui sommes-nous?

Et pourquoi sommes nous ici?

Projet étudiant dans le domaine des énergies renouvelables

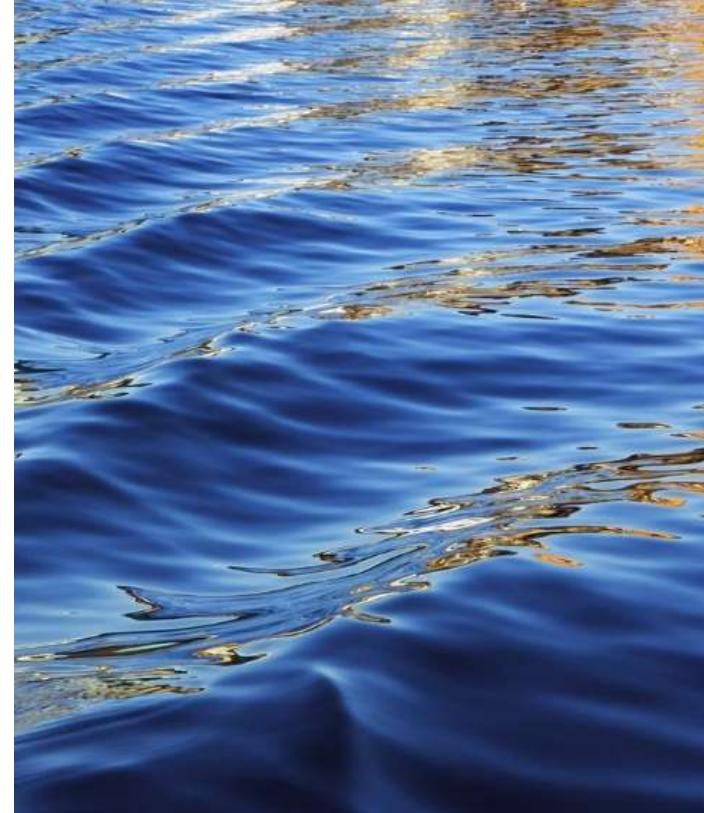
- S'impliquer dans le développement des énergies renouvelables et leur compréhension.
- Faire une mise au point et un bilan face à la croissance des installations photovoltaïques.
- Permettre un échange avec les habitants afin de les informer mais aussi d'avoir leur avis.





L'enquête

Vos installations



Pourquoi faire une enquête?

Quels sont vos retours?

Quelles sont vos questions?

Que savez-vous aujourd'hui?

Pourquoi avez-vous choisi le photovoltaïque?

Pourquoi organiser une soirée pour parler de ce sujet?

L'enquête

Combien de réponses?

- Enquête réalisée auprès de plus de 30 habitants de la ville de Saint-Aunès.

Comment a-t-elle été faite?

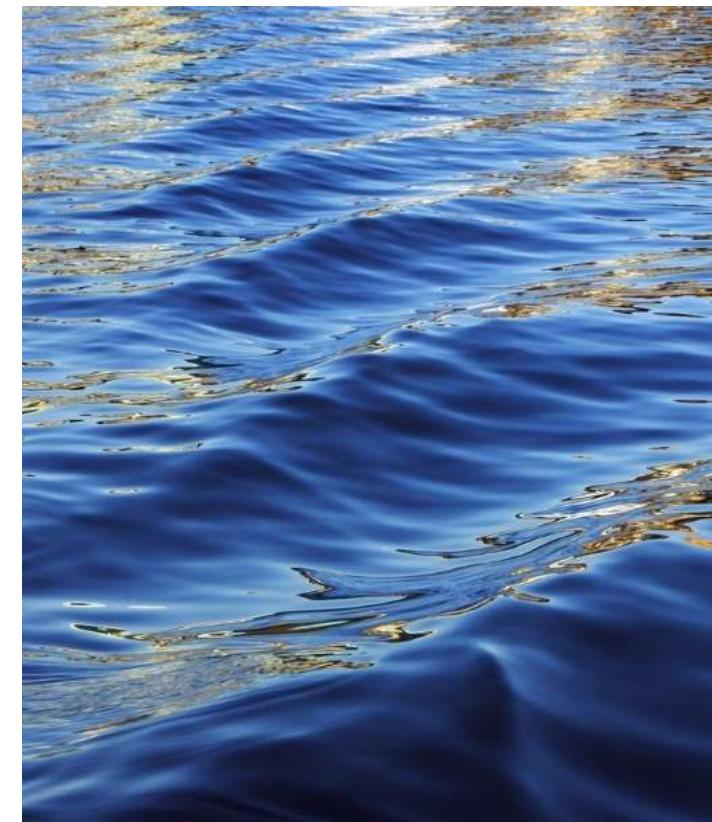
- Enquête réalisée en porte à porte.

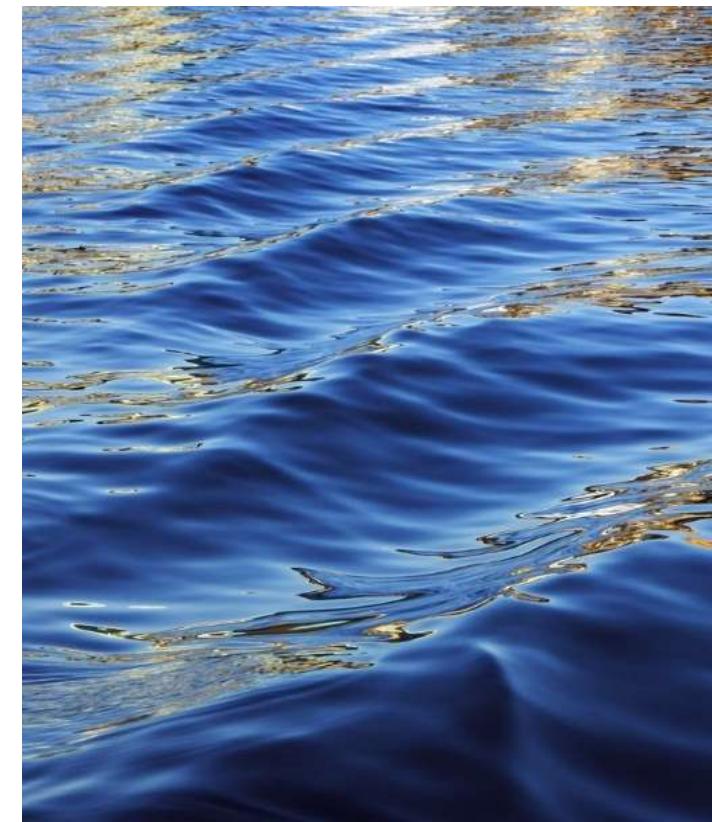
Quand a-t-elle été menée?

- Le soir entre 18 et 20h, afin de voir le plus de personnes possible.

Qui a contribué à cette enquête?

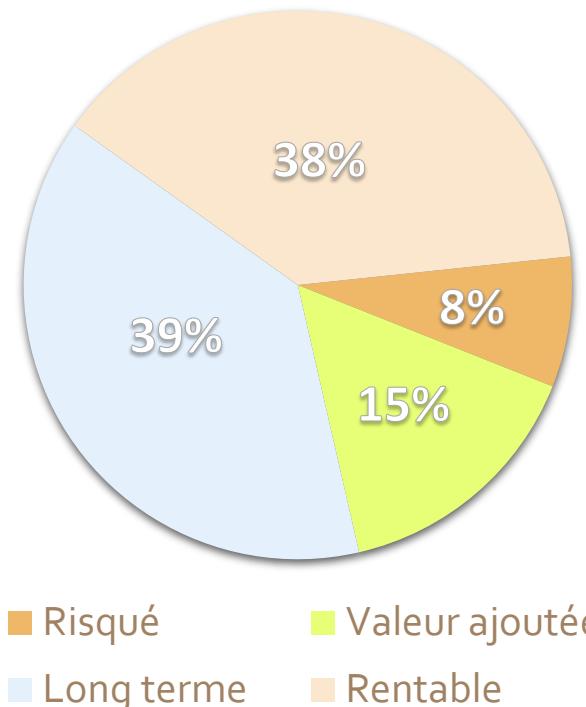
- Les étudiants du Master Energie de Montpellier.



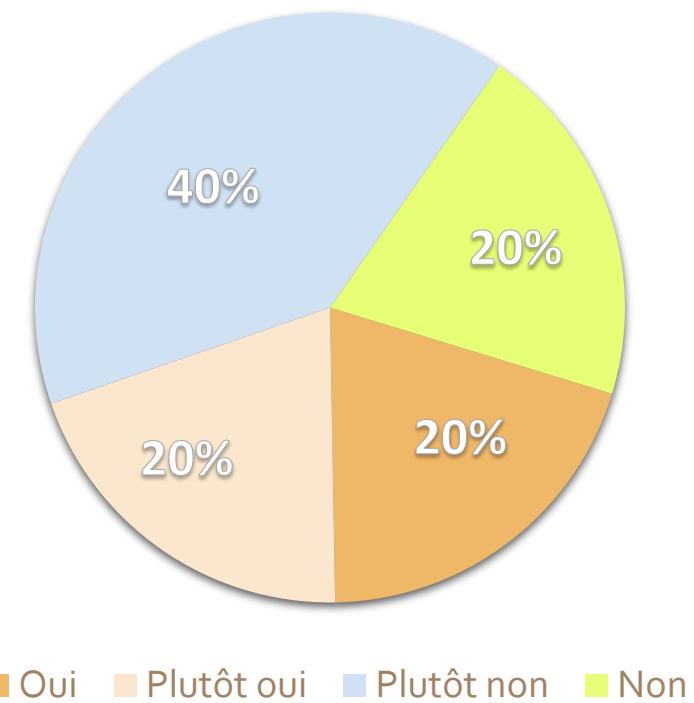


Résultats d'enquête

Quel type d'investissement avez-vous fait?

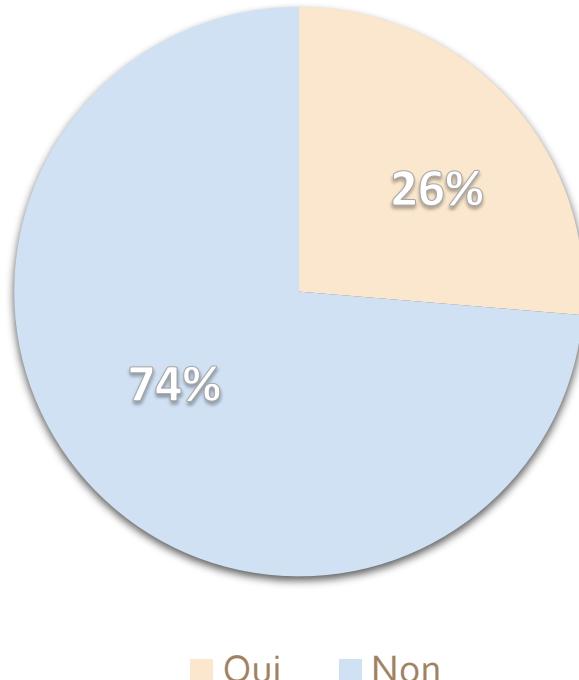


Pensez-vous que l'investissement pour du photovoltaïque est trop important?

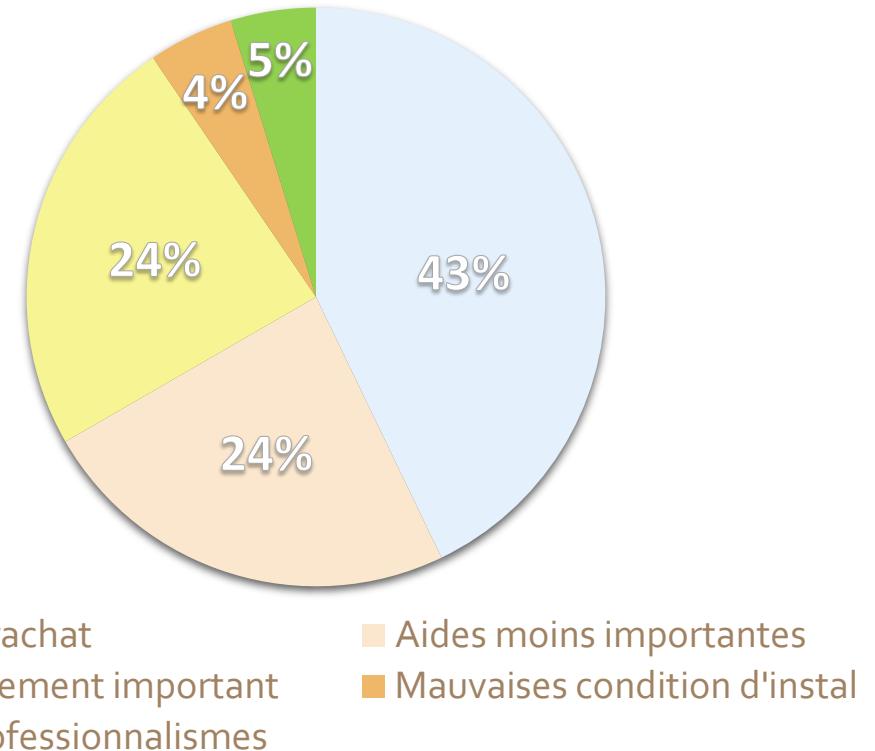


Résultats d'enquête

Suivez-vous les actualités du PV?

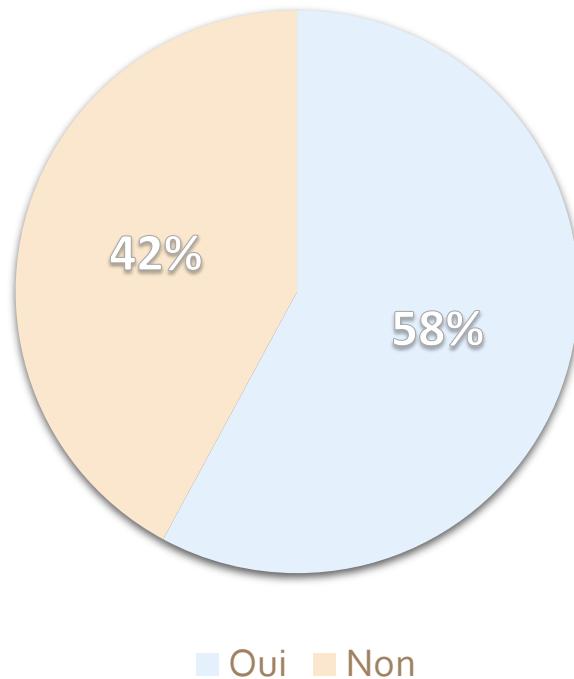


Quels sont les freins au développement du PV d'après vous?

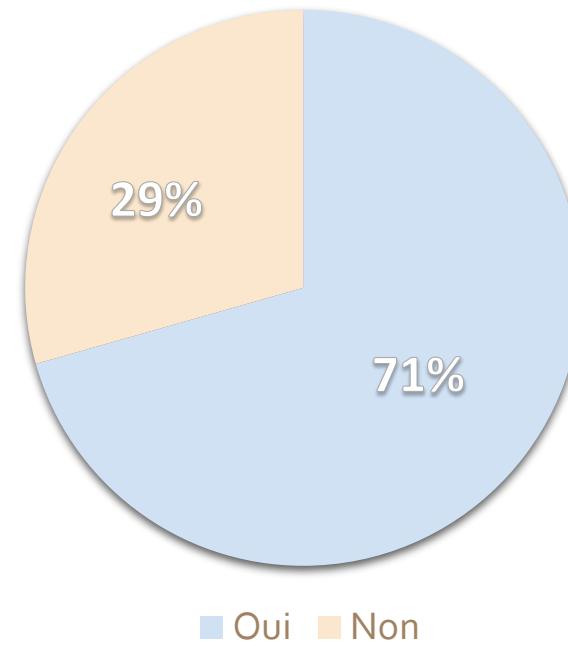


Résultats d'enquête

Conseillerez-vous le photovoltaïque?



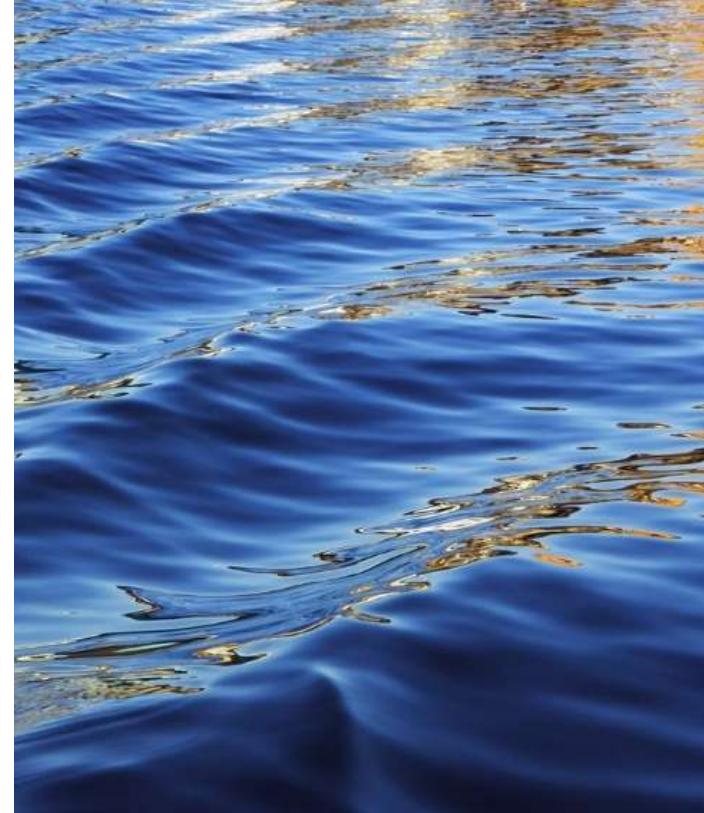
Avez-vous été assez informé lors de l'achat?





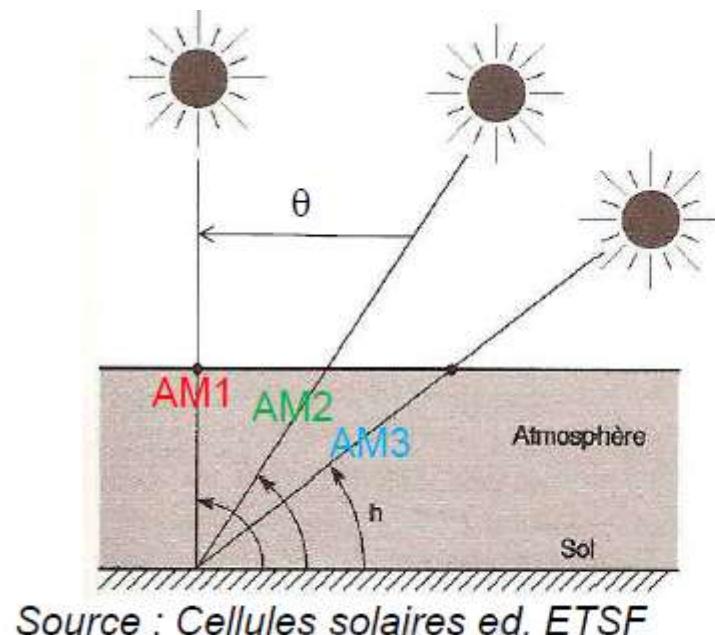
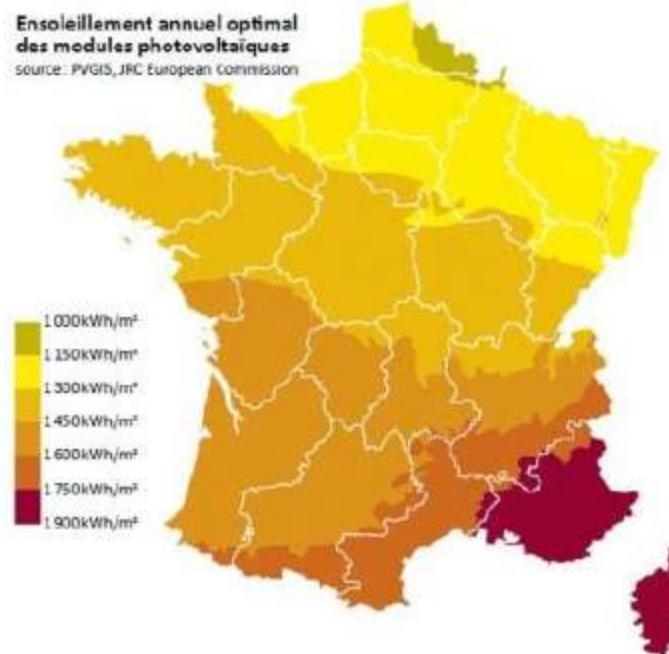
Le photovoltaïque

Mieux le comprendre



Physiquement

Notions importantes, l'irradiation solaire et la normalisation du spectre solaire



L'énergie reçue à la surface de la terre dépend de l'épaisseur de l'atmosphère à traverser. Celle-ci est caractérisée par le nombre de masse d'air AM

$$AM = \frac{1}{\cos \theta}$$

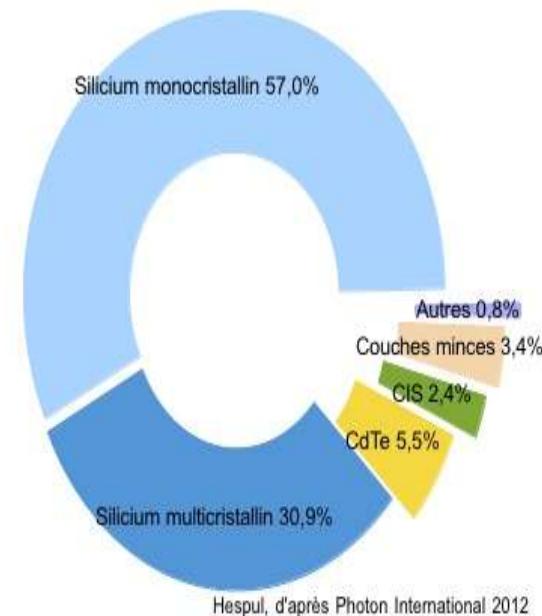
Normalisation: Les conditions standard de qualification des modules photovoltaïques sont: un spectre AM1.5 sous un éclairement de 1000W/m² et une température de 25°C.

Physiquement

Quelles technologies existent-il aujourd'hui?

technologie	Rendement typique d'un module	Rendement maxi en labo d'une cellule	Rendement théorique maximum [1]	Etat de la technologie en 2005
Silicium mono cristallin (mono c-Si)	14-17 %	24,7%	27%	mature
Silicium multi cristallin (multi c-Si)	12-15%	19,8%	27%	mature
Silicium amorphe (a-Si)	6-8%	12,7%	25%	mature
Silicium sur ruban (ou EFG) (de RWE Solar) [2]	12-14%	27 %	27 %	mature
Silicium micro cristallin (μ -Si)	9-11%	16,4%	27%	Semi industriel
Tellurure de cadmium (CdTe)	6-9% [3]	16,0%	28,5%	Semi industriel
Diséléniate de cuivre et indium (CIS ou CIGS)	10-12%	18,2%	27,5%	Semi industriel
Arséniate de gallium(AsGa)	18-20	25.7	29%	Spatial
Matériaux organiques (TiO ₂) (cellule Graetzel)	(10%)	9 – 12%		Pré-industriel

Répartition de la production des cellules 2011



(<http://web.univ-pau.fr/~scholle/ecosystemes/4-pv/41-pri/41-pg-fr.htm>)

[1] (Source : Photopiles Solaires de Alain Ricaud, Presses Polytechniques et Universitaires romandes)

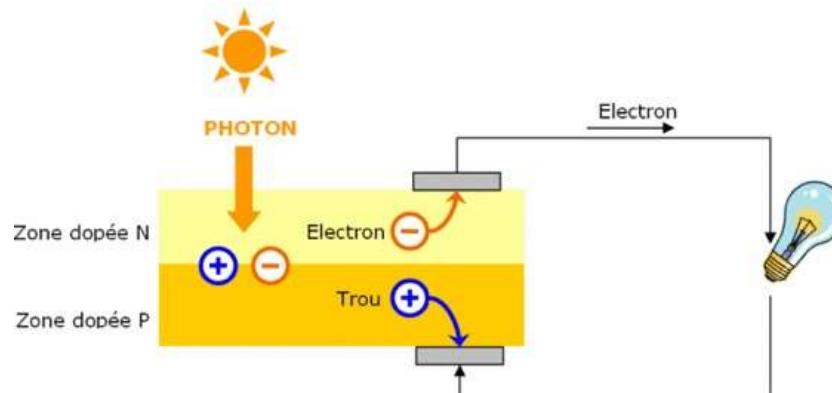
[2] (Source Observ'er n° 154 et 149)

[3] (Source www.cse.ucsc.edu/~tara/ugradSummerResearch01/dawn_hettelsater.pdf)

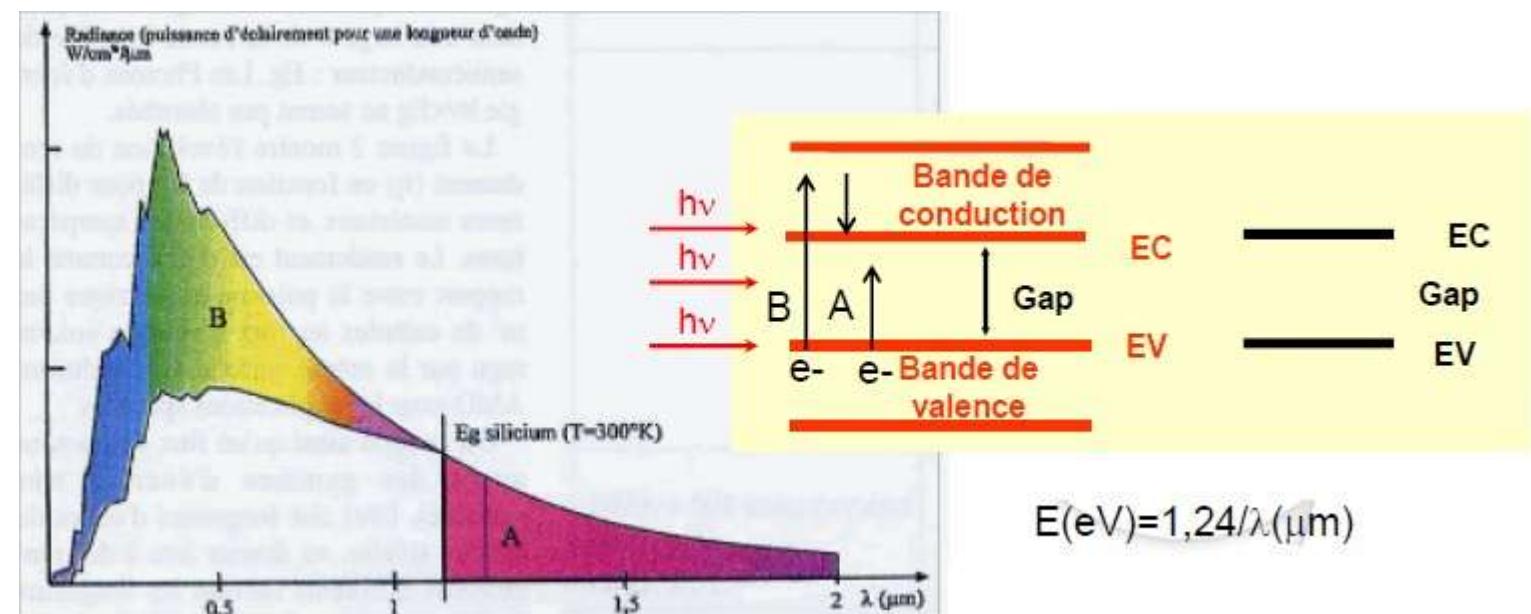
Physiquement

La technologie la plus rependue est la technologie au Silicium

Pour la comprendre trois schémas sont nécessaires



© 2008 Louis L, Severin COLEON, Alexandre LE BACQUER, Thomas CAMBOULIVE



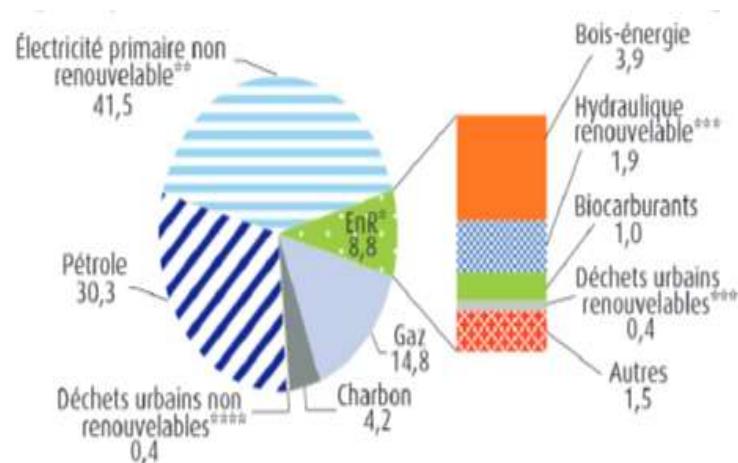
$$E(\text{eV}) = 1,24 / \lambda(\mu\text{m})$$

Zone A : énergie perdue par les photons non absorbés (environ 23,5 %).

Zone B : excès d'énergie, non utilisée, par les photons d'énergie supérieure à Eg (environ 33 %).

Economiquement

Répartition de la consommation d'énergie primaire en France métropolitaine en 2013



Notes :

* EnR : énergies renouvelables

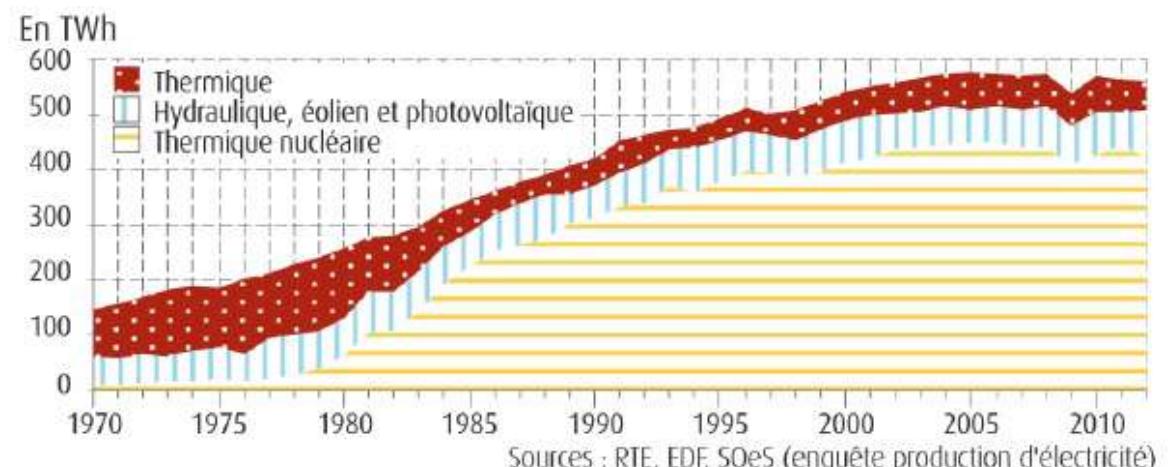
** Comprend la production nucléaire, déduction faite du solde exportateur d'électricité (pour simplifier, le solde exportateur est retranché de l'électricité nucléaire) et la production hydraulique par pompage

*** Hydraulique hors pompage

**** Voir définitions p. 46

Source : COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, Chiffres clés de l'énergie, Édition 2013
http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep - chiffres_energie.pdf (septembre 2014)

Production brute d'électricité en France métropolitaine

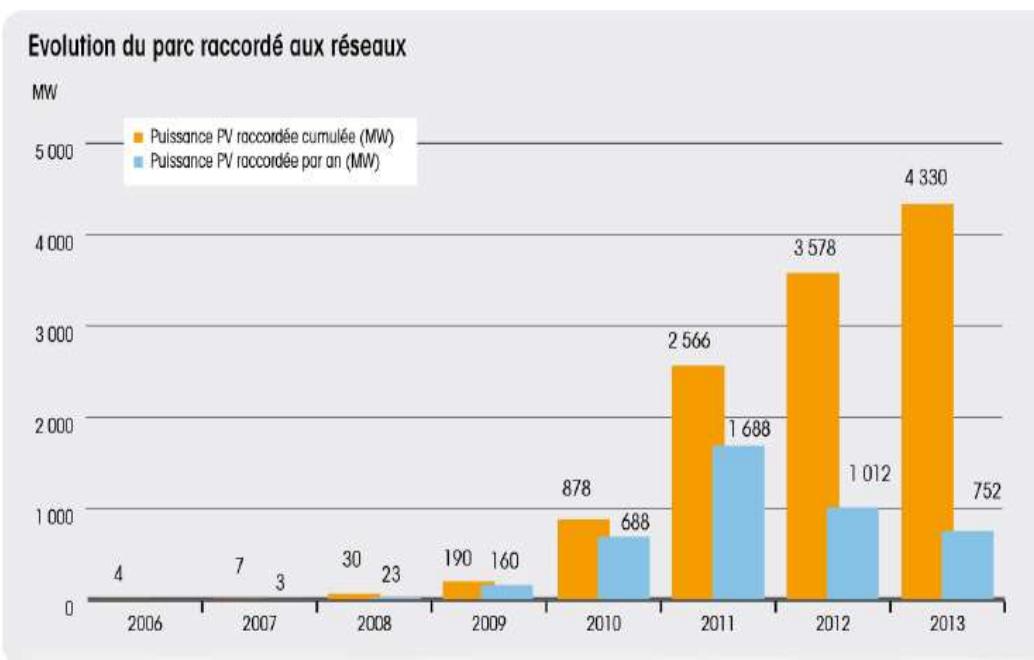


Sources : RTE, EDF, SOeS (enquête production d'électricité)

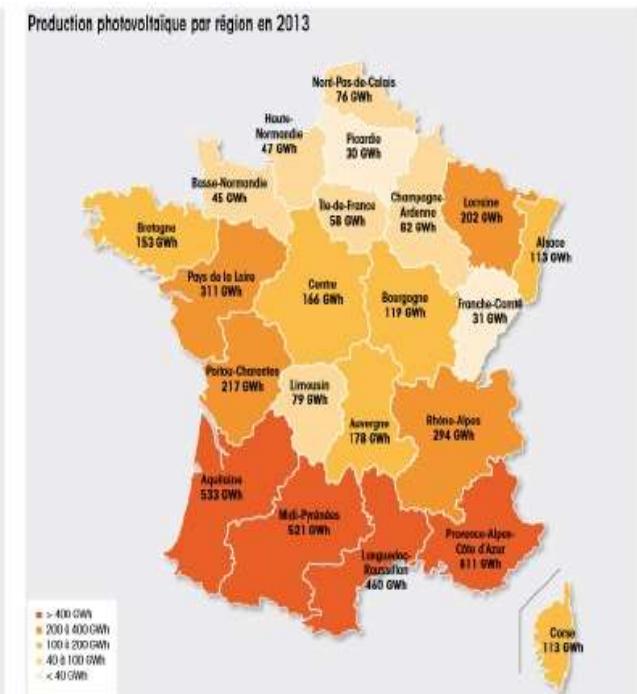
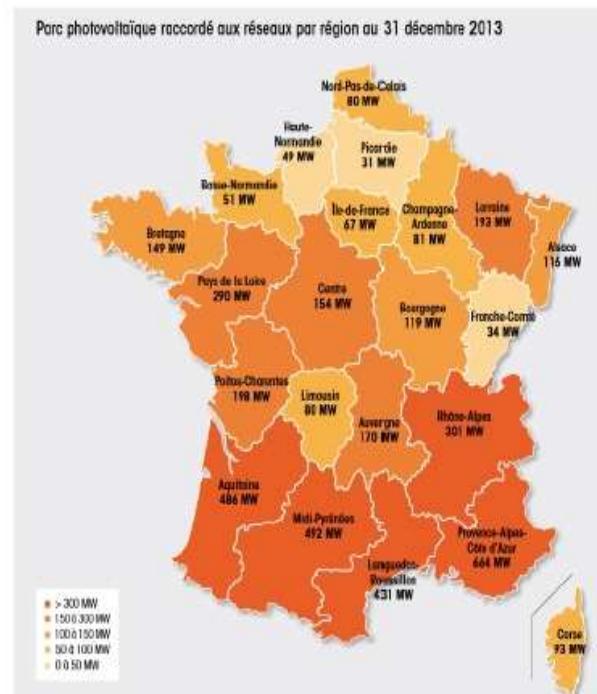
Source : COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, Chiffres clés de l'énergie, Édition 2013
http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep - chiffres_energie.pdf (septembre 2014)

Economiquement - Focus sur le photovoltaïque

Photovoltaïque, parc français raccordé au réseau ERDF jusqu'à 2013



Parc raccordé aux réseaux en 2013

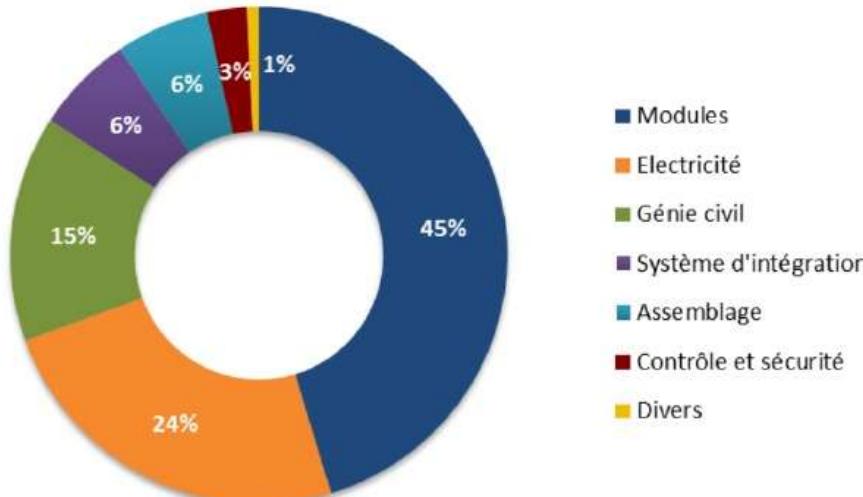


Source :
<http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/4pvfr1-14.pdf> (septembre 2014)

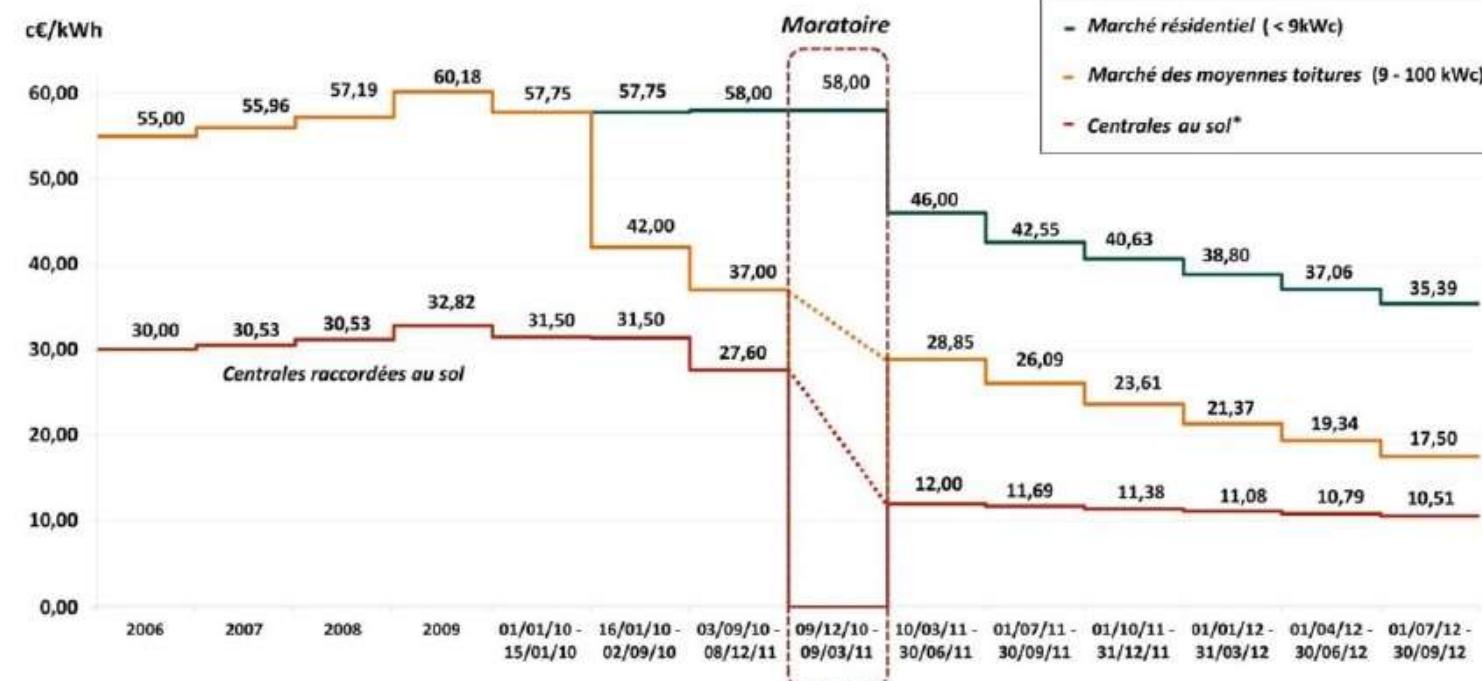
Source :
RTE Panorama des Energies renouvelables 2013

Economiquement – le prix du photovoltaïque

Photovoltaïque, ventilation des coûts d'installation pour le photovoltaïque



Evolution des tarifs d'achat photovoltaïques



*Après le moratoire, le tarif Sol s'applique également aux projets supérieurs à 100 kW

Source : Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque, France Territoire Solaire et Kurt Salmon

Les aides financières, anciennes et actuelles

Listes des aides disponibles en 2009

- Le Crédit d'Impôt au Développement Durable (dépend de la taille, le type, le lieu et le prix de l'installation)
- Les aides locales au développement des énergies renouvelables.
- Crédits spéciaux rattachés au devis émanant d'un établissement de crédit.
- Le tarif d'achat spécifique à l'intégration au bâti.

Liste des aides actuelles

- Les aides locales au développement des énergies renouvelables restent présentes dans peu de villes. (ADEME, collectivités..)
- Le tarif d'achat spécifique à l'intégration au bâti.

Lien intéressant:

Comment financer: <http://www.les-energies-renouvelables.eu/concept.php?l=fr&idpage=803>

Fin 2010, le moratoire sur le photovoltaïque

Une réforme nécessaire aux effets délétères

Le 10 décembre 2010, Journal Officiel publie le décret du Ministère de l'écologie. Il décrit la suspension, pour un délai de 3 mois de « l'obligation d'achat de l'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil ». Ainsi le gouvernement stoppe les autorisations de nouveaux projets photovoltaïques.

Point faible de l'essor du photovoltaïque:

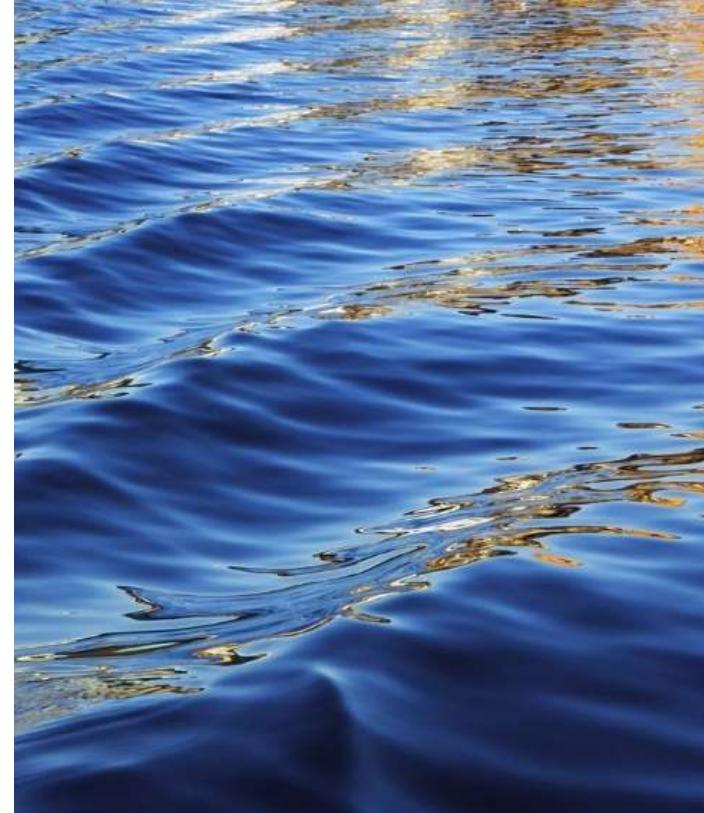
- La ruée vers le photovoltaïque impliqua un trop grand nombre d'entreprises sur le marché.
- Le tarif d'achat (**60 c€/kWc**) ne pouvait plus tenir, car il dépendait entièrement de la Contribution au Service Public de l'Electricité (CSPE), et donc de la facture d'électricité du consommateur.
- L'essor du PV n'avait visiblement pas été aussi bénéfique qu'attendu en termes d'impact environnemental et d'emploi.

Résultat du moratoire: le nombre d'emplois créé par la filière PV en France passe de 32 500 en 2010 à 18 000 début 2014.



La parité réseau

Changement de façon de penser



Le contexte

Tarifs d'achat pour l'électricité photovoltaïque

Type d'installation		Tarifs en vigueur pour les installations dont la demande complète de raccordement a été envoyée :		
		entre le 1er janvier 2014 et le 31 mars 2014	entre le 1er avril 2014 et le 30 juin 2014	entre le 1er juillet 2014 et le 30 septembre 2014
Intégrée au bâti ¹	[0-9kW]	28,91 c€/kWh	27,94 c€/kWh	27,38 c€/kWh
Intégrée simplifiée au bâti ²	[0-36kW]	14,54 c€/kWh	14,16 c€/kWh	13,95 c€/kWh
	[36-100kW]	13,81 c€/kWh	13,45 c€/kWh	13,25 c€/kWh
Tout type d'installation	[0-12MW]	7,36 c€/kWh	7,17 c€/kWh	6,98 c€/kWh

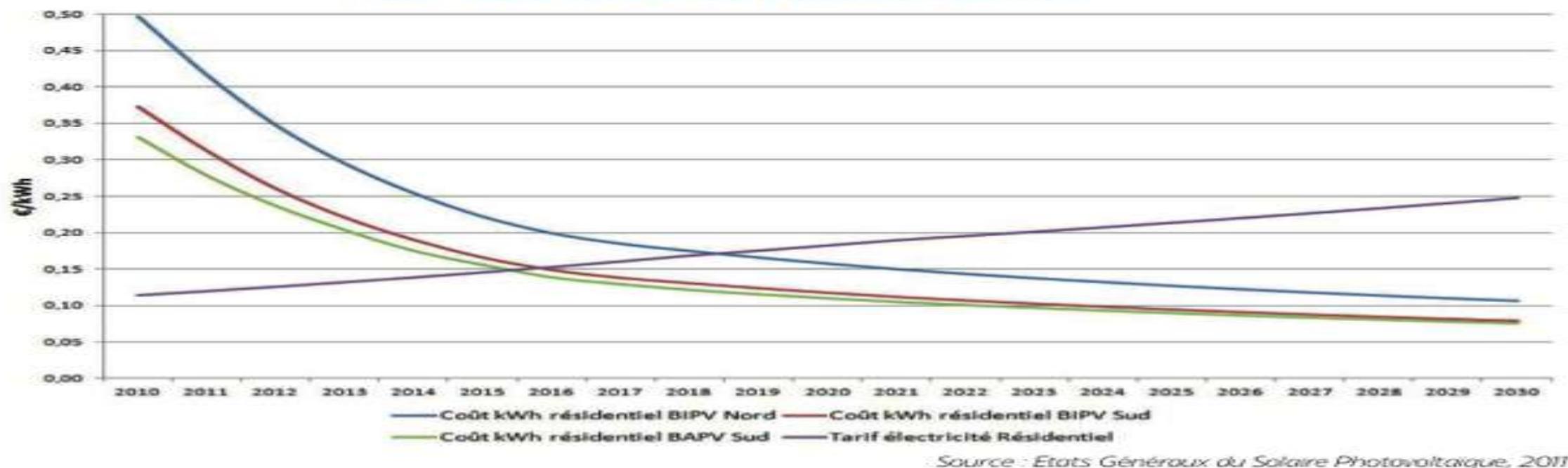
@<http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

Le prix de l'électricité française se situe entre 6,2 et 10 c€_{HV}/kWh en 2014. En prenant en compte les taxes à hauteur de 20% et l'acheminement, le prix grimpe jusqu'à 19 c€/kWh.

La conséquence de la montée des prix

Aux 18c€/kWh il faut rajouter la valeur de l'installation photovoltaïque répartie sur les années du contrat ERDF.

Atteinte de la parité réseau pour le segment des installations sur des toitures résidentielles



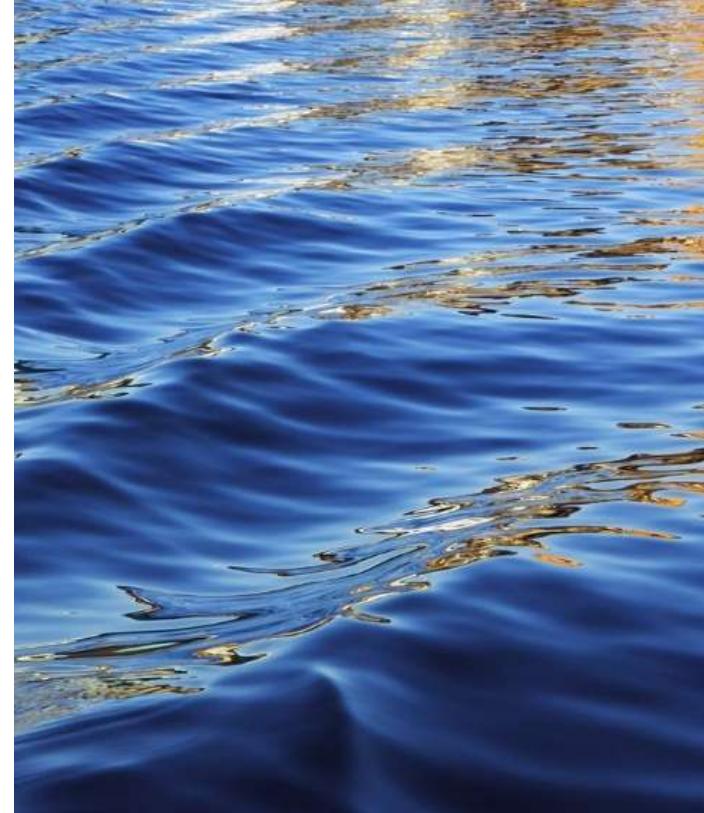
Source : Etats Généraux du Solaire Photovoltaïque, 2011.

BAPV signifie Building Applied Photovoltaic (photovoltaïque surimposé), et BIPV Building Integrated Photovoltaic (photovoltaïque intégré au bâti).



Vers l'avenir

Et au-delà



Une installation de nos jours – que choisir?

- Les panneaux de fortes puissances intégrés au bâti. Allant jusqu'à 325Wc par module.
- Des onduleurs de qualité Allemande, très peu défaillants et accessibles. Telle que la marque SMA (leader mondial sur le marché).
- Une intégration en plastique haute résistance testée et soumise à de nombreuses normes.

Avantages physiques:

- Gain de place (2 kWc installé = 10 m²)
- Intégration possible sur tout type de toiture

Une installation de nos jours – quel prix?

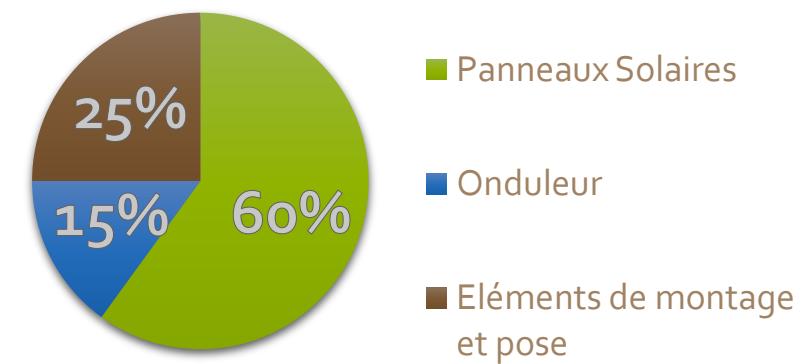
- Il faut compter entre 10 000 € TTC et 12 000 € TTC pour une installation de panneaux solaires de 3 kWc en 2015 (y compris le prix du raccordement à EDF)
- Les installations inférieures ou égales à 3 kWc ne sont pas imposables au titre d'impôt sur le revenu. (maximum deux points de raccordement)
- Cas spécial pour les particuliers souhaitant avoir le statut d'auto entrepreneur.
- Garanties, 25 ans sur les panneaux et 10 ans sur l'onduleur
- TVA à 10 % pour les moins de 3 kWc.

Avantages financiers:

- Tarif d'achat le plus avantageux, 26,96 c€/kWh.
- Prime d'intégration au bâti (document CEIAB)

Répartition du coût du PV en

2015



Quels risques persistent?

- La technologie des panneaux et des onduleurs va croissante. Ainsi la qualité est toujours plus importante bien que au-delà de 25 ans de fonctionnement la production devienne inférieur à 80 % du rendement initial.
- Au bout de ces années de fonctionnement, de plus en plus d'installateurs participent au mouvement PVCycle, qui s'engage à prendre en charge gratuitement les panneaux à mettre au rebut et à participer à leur recyclage.
- La plupart des risques dus à la croissance trop rapide du PV en 2011 ne sont plus d'actualité, l'étanchéité, le raccordement, et le professionnalisme des installateurs est devenue sérieuse grâce au « tri » effectué par le moratoire.

Les nouvelles technologies - 2013

Objectifs : réduire les coûts et temps de fabrication, augmenter le rendement, diminuer l'impact environnemental

	Cellules organiques	Cellule couche mince CIS/CGIS
Rendement	5-10%	9-11%
Part de marché	Au stade de recherche	Au stade de recherche
Avantages	<ul style="list-style-type: none">•Moins chères•Processus de fabrication simple	<ul style="list-style-type: none">•Fort coefficient d'absorption•Fort rendement pour une technologie en couche mince
Inconvénients	.Faible rendement	<ul style="list-style-type: none">•Nécessite une grande surface pour avoir un rendement concurrentiel•Nécessité de recycler•Sensible à l'humidité•Coûteux pour des couches minces

@solorea.com

L'autoconsommation - après la parité réseau

*Une fois la parité réseau atteinte, le tarif d'achat sera plus bas que le prix de vente de l'électricité sur le réseau, il deviendra alors financièrement intéressant d'« **autoconsommer** » son électricité.*

- Pour mieux comprendre un exemple:

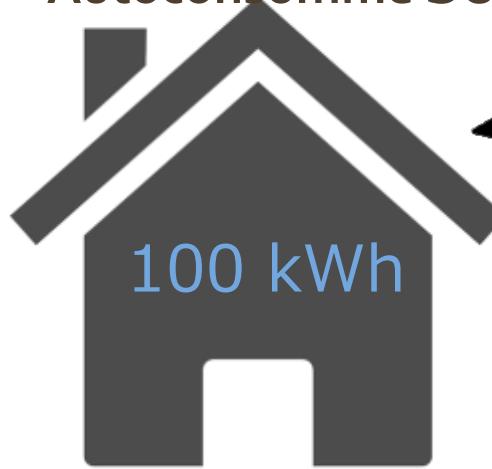
Le ménage vend 70 % à 18 c€/kWh (ici 70 kWh)



2018

Autoconsomme 30 % (ici 30 kWh)

Il paye donc $\frac{30}{100} \times 20$ c€ /kWh soit 14 €



Produire 100 kWh a coûté 100×15 c€ /kWh soit 15 €

Vendre 70 kWh a rapporté 70×18 c€ /kWh soit 12,6 €

En 2018, les tarifs en vigueur sont:

Facture: 20 € + 15 € - 18 € = 17 €

Sans photovoltaïque, le facture aurait augmenté à 20 c€/kWh.

Facture: 20 €

Le tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque est fixé à 18 c€/kWh.

Facture: $14 \text{ €} + 15 \text{ €} - 12,6 \text{ €} = 16,4 \text{ €}$

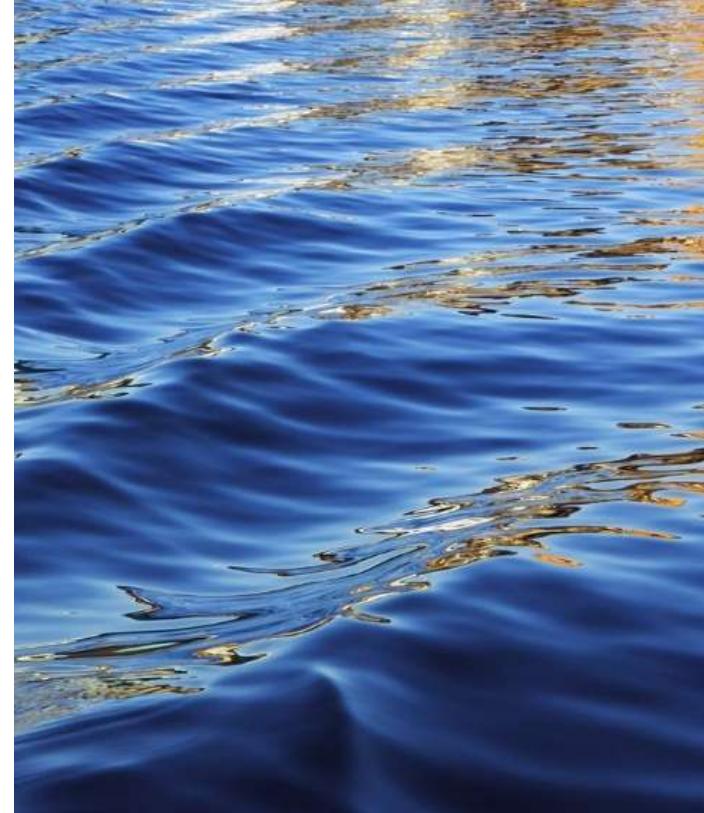
Conclusion générale

- Le photovoltaïque est une technologie **innovante et révolutionnaire** car renouvelable.
- Victime de son succès, le **moratoire** crée un réel frein à son développement dès 2010.
- Le photovoltaïque reste rentable grâce à la **baisse des prix** et au changement du marché.
- Une nouvelle tendance va apparaître: **l'autoconsommation**.
- Une démarche **éco-responsable** qui permet de s'affranchir des ressources fossiles



Questions

Ouverture de la discussion

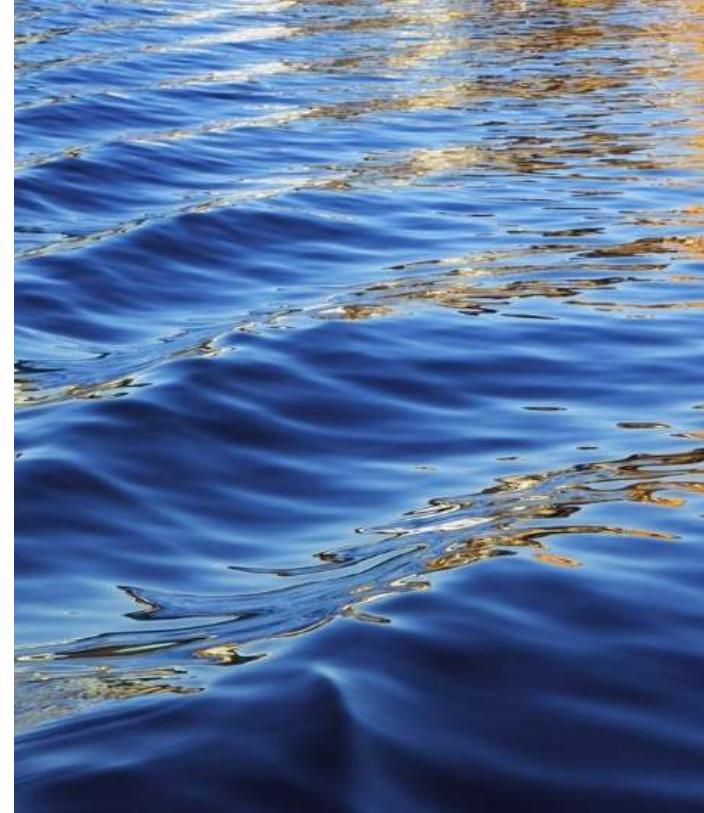


- Le recyclage ?
- Entretien ?
- Rendement des installations ?
- Les autres énergies renouvelables ?



Quelques liens

S'informer c'est la première étape



Informations techniques et pratiques :

- www.photovoltaque.info
- www.les-energies-renouvelables.eu

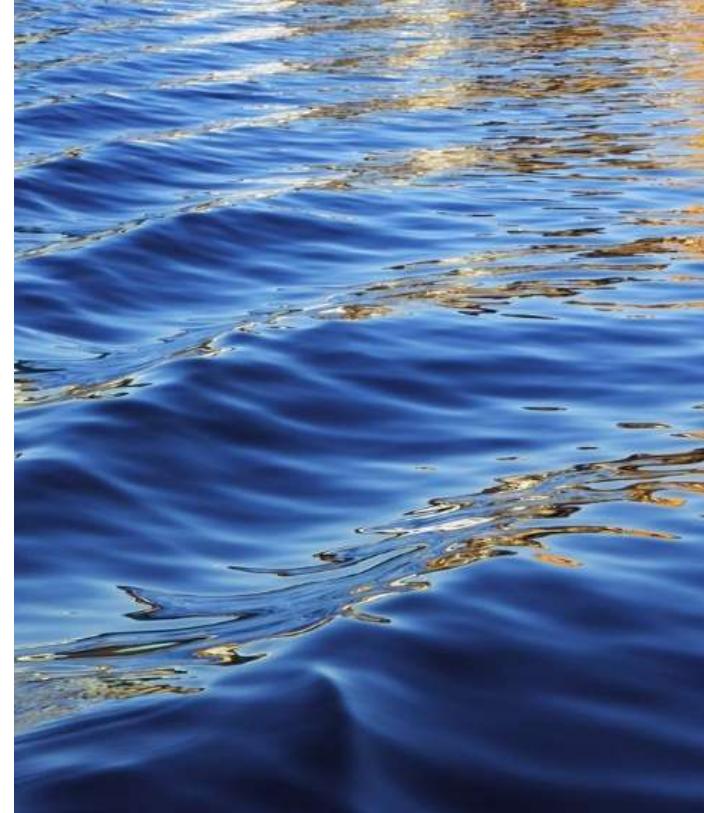
Informations sur les droits et démarches

- <http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/F31487.xhtml>



Les prochains débats

A vous de choisir...



La valorisation des déchets

- Mieux comprendre le recyclage.



- Que faire de nos déchets?



- Pourquoi taxer le poids de votre conteneur d'ordures ménagères?



- Que deviennent réellement nos déchets?

- Quels nouveaux systèmes existent ou arrivent?

Economie et gestion de l'énergie et de l'eau

- Comment moins consommer dans votre habitation?
- Que valent les nouvelles technologies « basses consommation »?
- Quels sont les petites habitudes à changer?
- Quels problèmes persistent avec l'eau du robinet?
- Quel avenir et quelles propositions pour changer les esprits?

