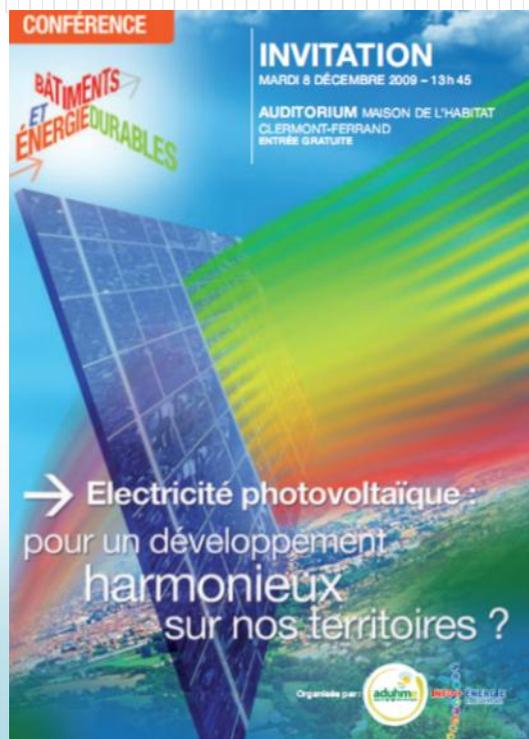




Solaire photovoltaïque et impact environnemental



8 décembre 2009

Conférence : électricité photovoltaïque : pour un développement harmonieux sur nos territoires ?

Sylvain AVRIL - Aduhme

Sommaire

- Avantages indéniables
 - Ressources
 - Fonctionnement
 - Modularités
- Impacts indéniables
 - Matériaux employés
 - Temps de retours énergétiques
 - Recyclage
 - Ondes électromagnétiques
 - Sols et paysages
 - Bâtiment et intégration



Quelques avantages indéniables

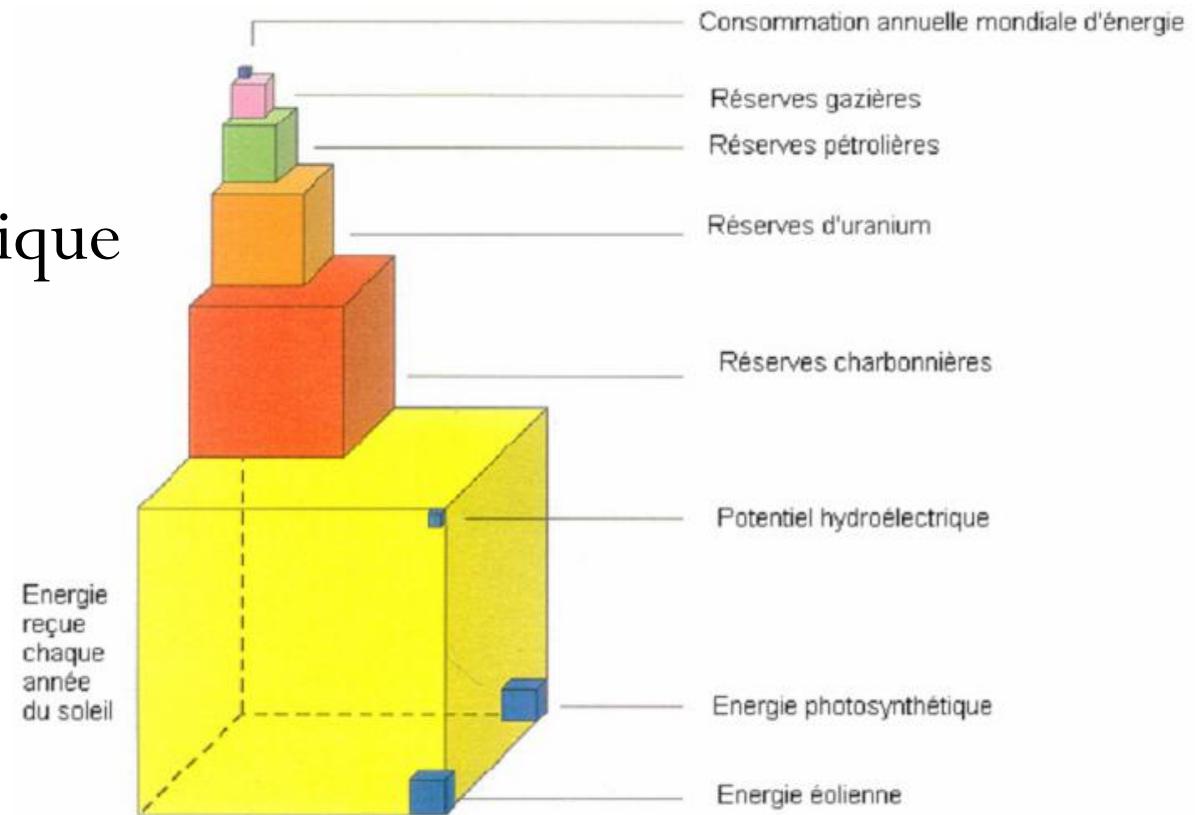
Ressources

Fonctionnement

Modularité

Ressources

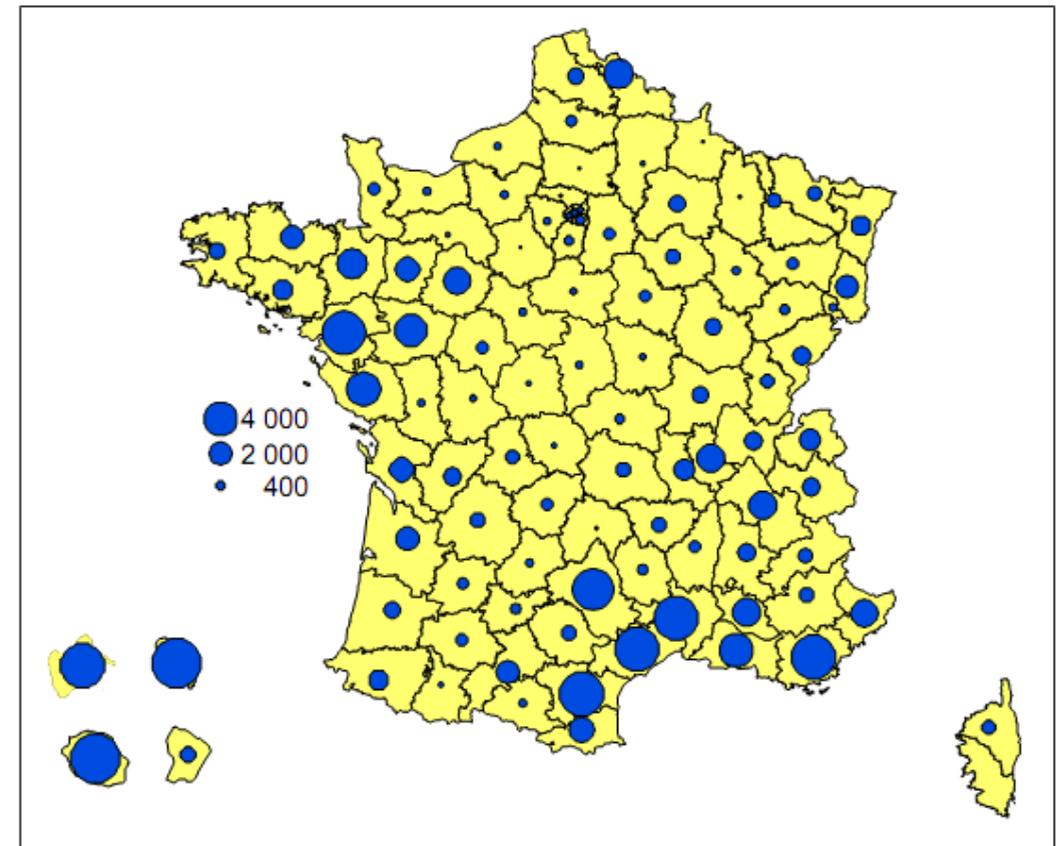
Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité



Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)



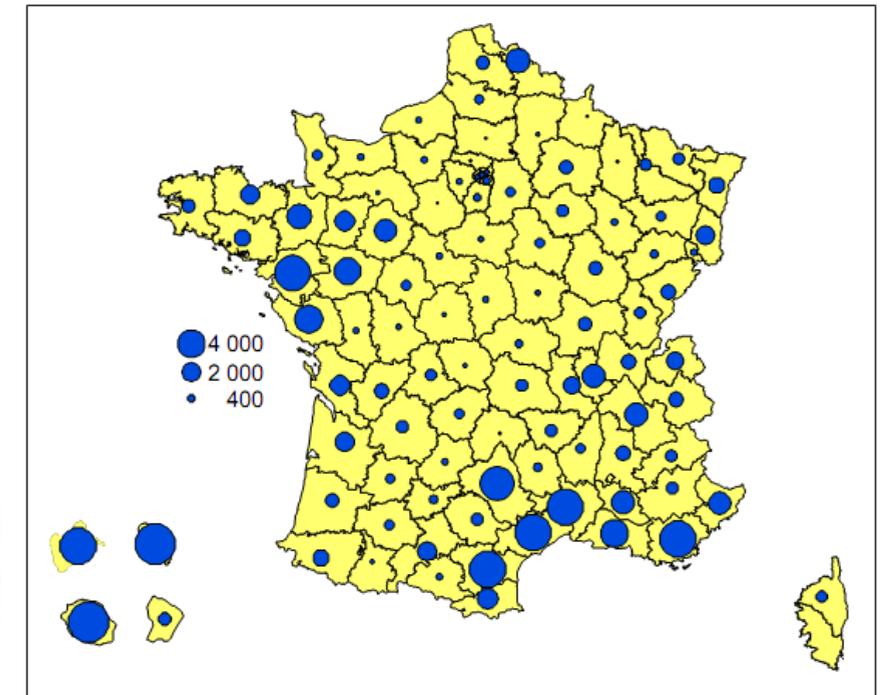
Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

La répartition de la ressource solaire est homogène sur le territoire

L'énergie solaire PV propose une parmi des réponses à l'enjeu sur la diminution de la dépendance énergétique de nos territoires

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)



0,5 % du territoire du Puy-de-Dôme recouvert en PV répondrait aux besoins en électricité de 100% du département

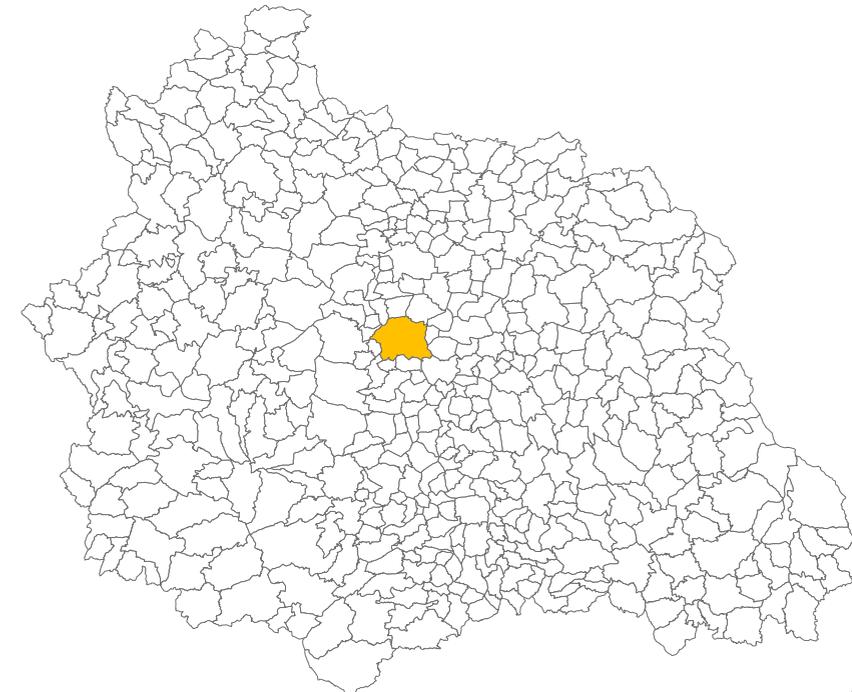
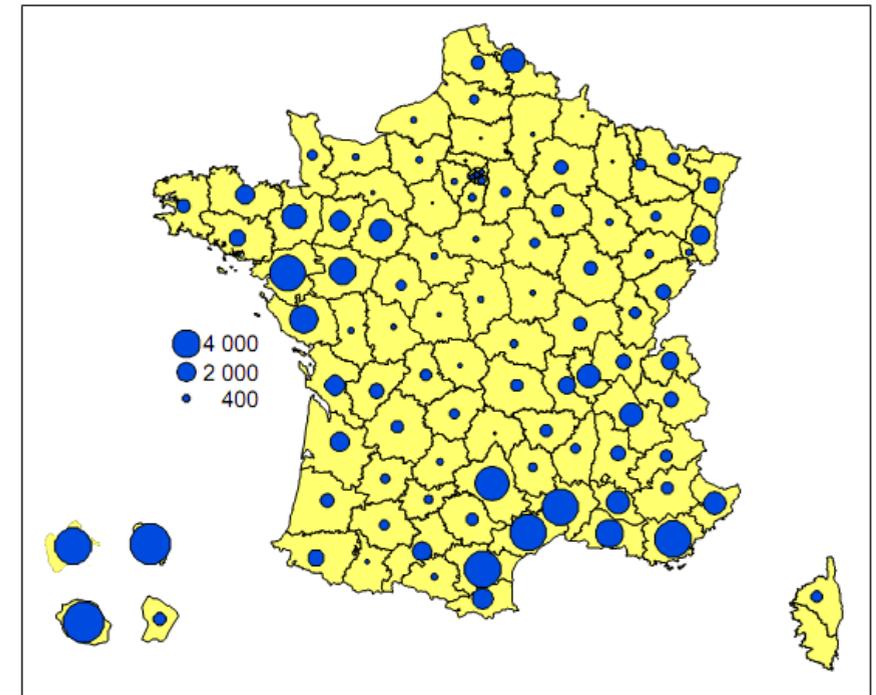
Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

La répartition de la ressource solaire est homogène sur le territoire

L'énergie solaire PV propose une parmi des réponses à l'enjeu sur la diminution de la dépendance énergétique de nos territoires

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)



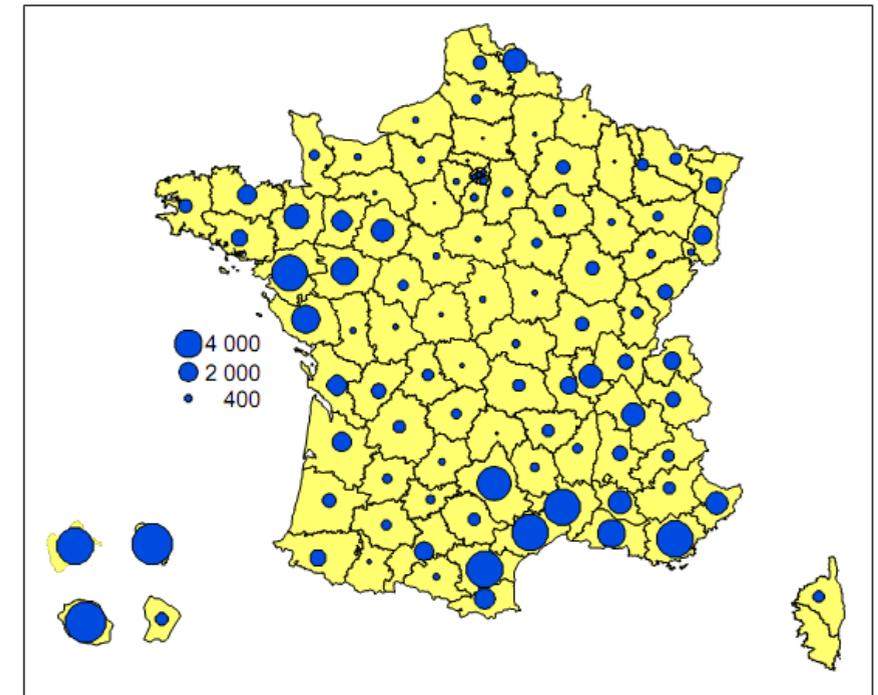
Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

La répartition de la ressource solaire est homogène sur le territoire

L'énergie solaire PV propose une parmi des réponses à l'enjeu sur la diminution de la dépendance énergétique de nos territoires

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)



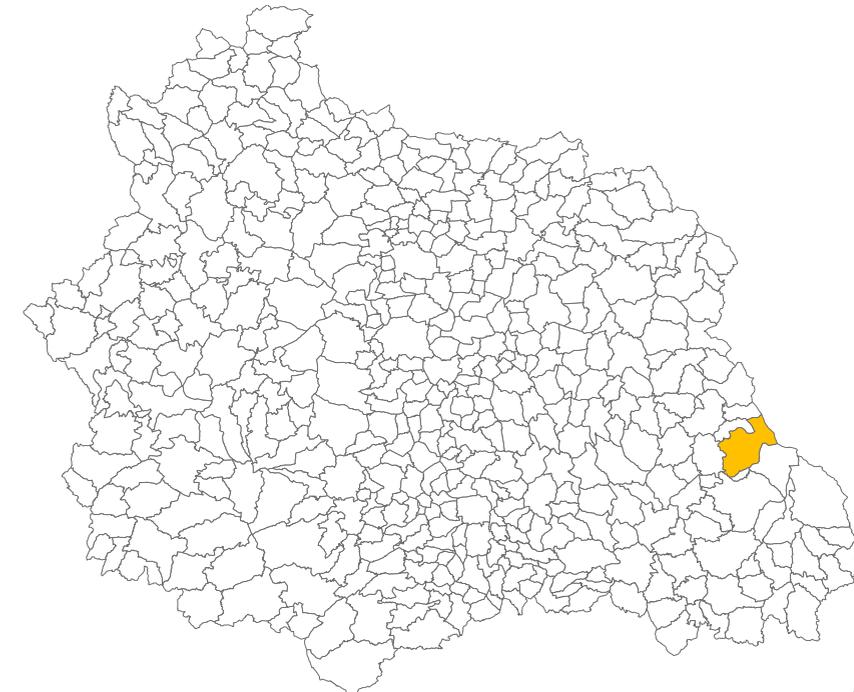
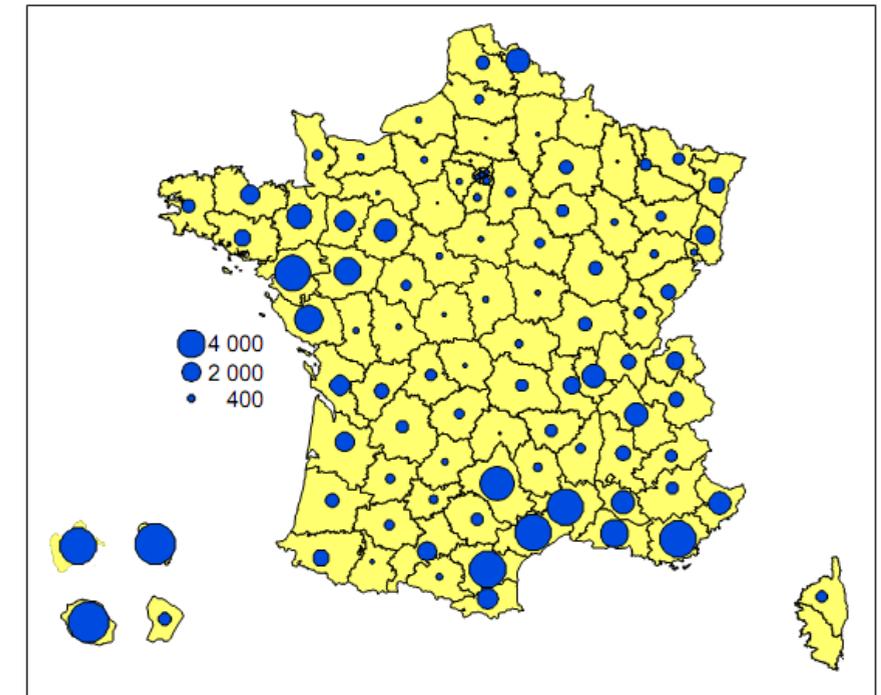
Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

La répartition de la ressource solaire est homogène sur le territoire

L'énergie solaire PV propose une parmi des réponses à l'enjeu sur la diminution de la dépendance énergétique de nos territoires

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)



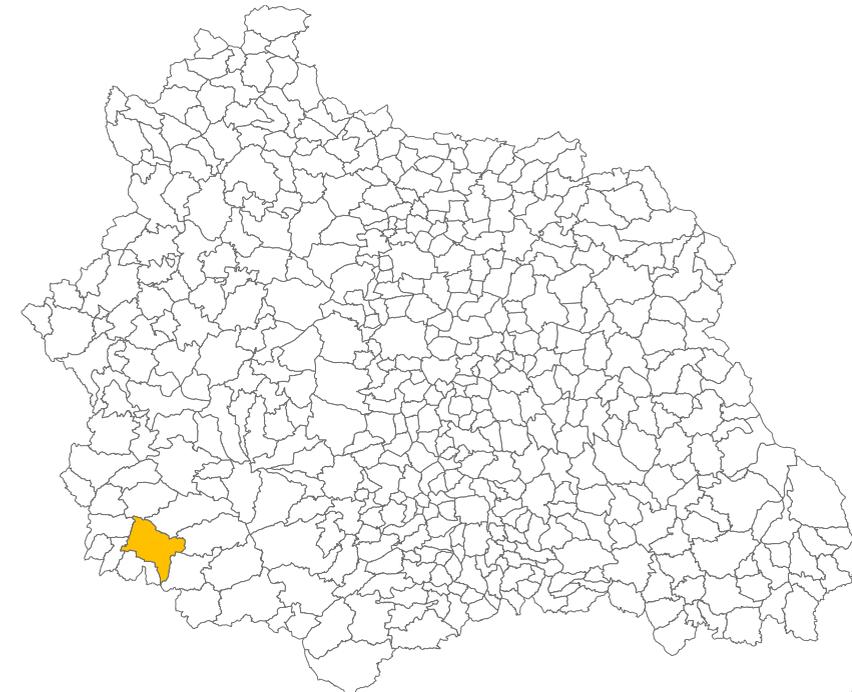
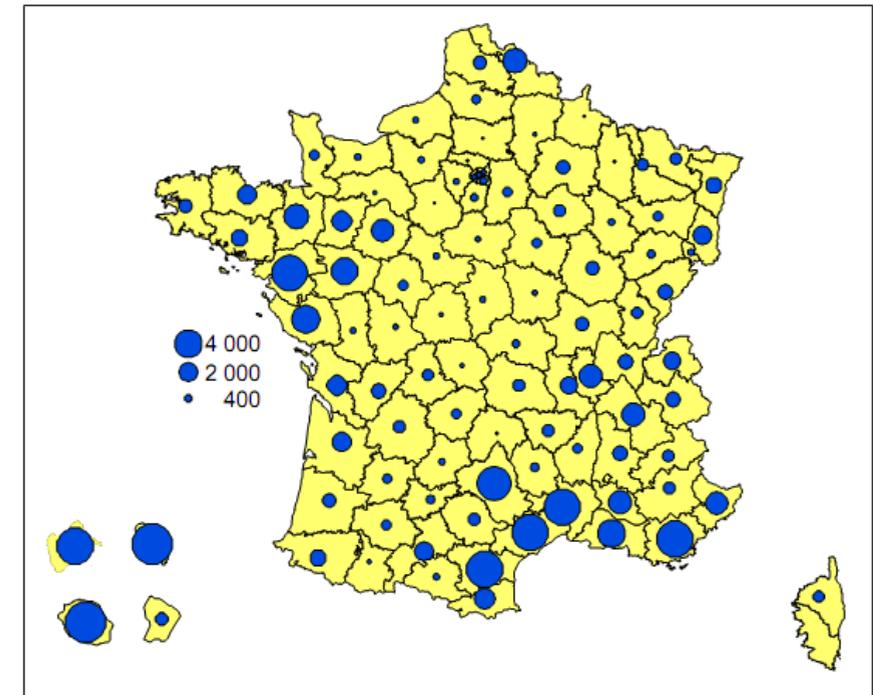
Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

La répartition de la ressource solaire est homogène sur le territoire

L'énergie solaire PV propose une parmi des réponses à l'enjeu sur la diminution de la dépendance énergétique de nos territoires

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)



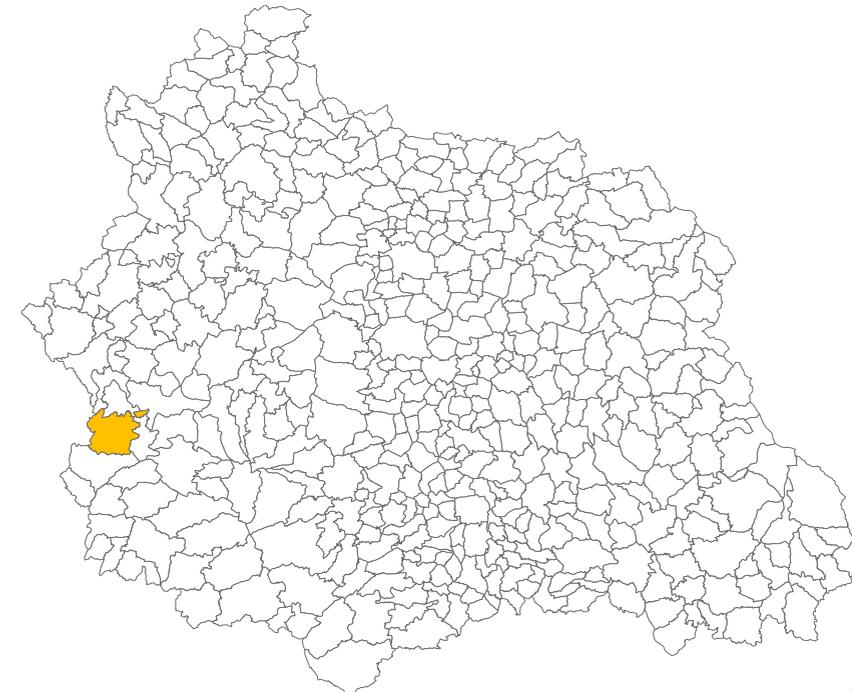
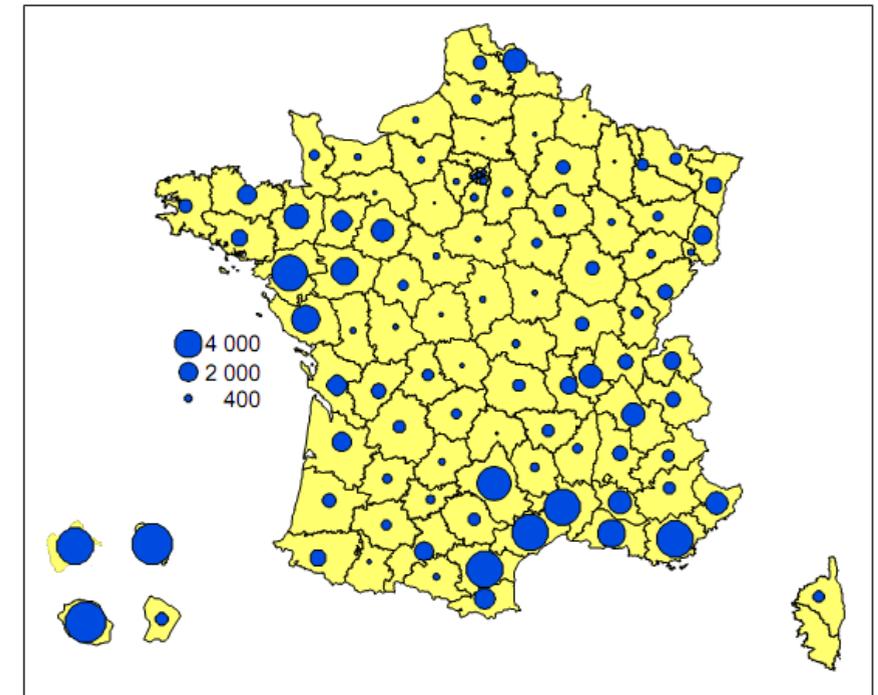
Ressources

Le soleil est une ressource énergétique disponible en grande quantité

La répartition de la ressource solaire est homogène sur le territoire

L'énergie solaire PV propose une parmi des réponses à l'enjeu sur la diminution de la dépendance énergétique de nos territoires

Puissance photovoltaïque raccordée au 30/09/2009 (kW)

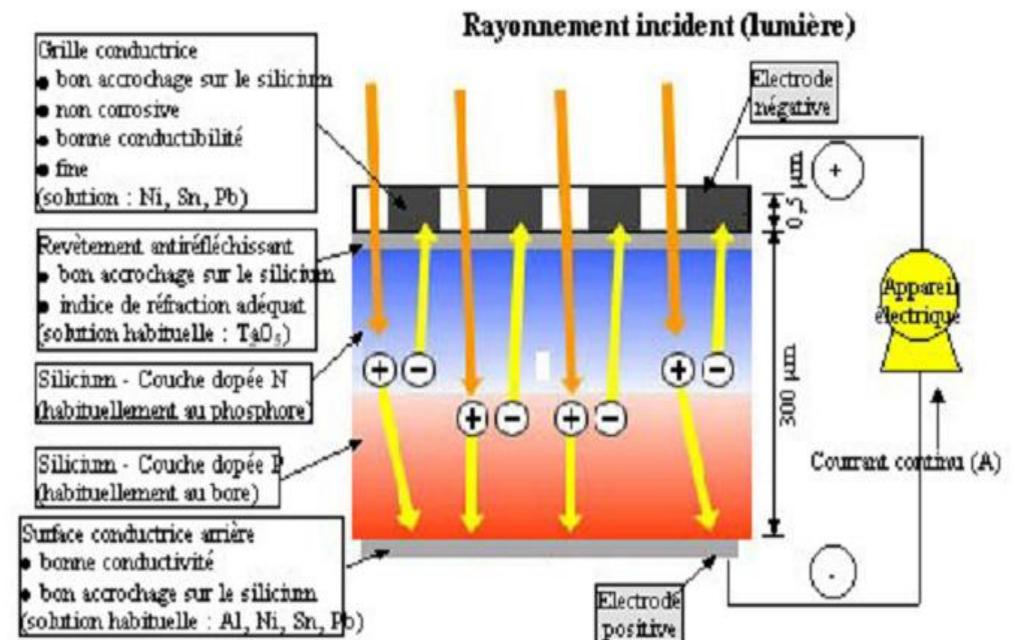
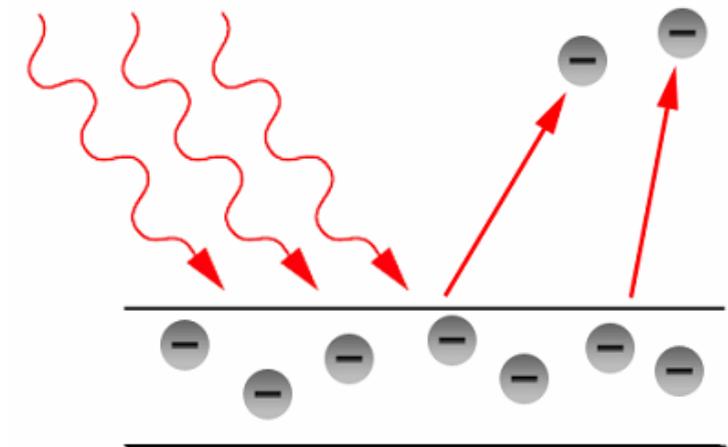


Fonctionnement

Basé l'effet photovoltaïque, découvert en 1839 par Antoine Becquerel : conversion du rayonnement solaire en courant continu grâce à des composants semi-conducteurs, elle a l'avantage de fonctionner avec :

- Aucun mouvement
- Pas de bruit
- Pas d'émanations nocives
- Pas de production de gaz polluants
- Pas d'odeur

➔ **Fiabilité**
Faible maintenance



Modularité

Constructions du XXIème siècle

« Le durable c'est le transformable »

- Diversité des panneaux en modules, en membranes
- A base de silicium monocristallin / polycristallin / amorphe, polymères
- Modularité du montage, du démontage
- Intégration aux toitures, aux façades, aux stores, aux vitrages, aux véhicules, aux équipements électroniques, aux vêtements
- Production locale pour consommation locale



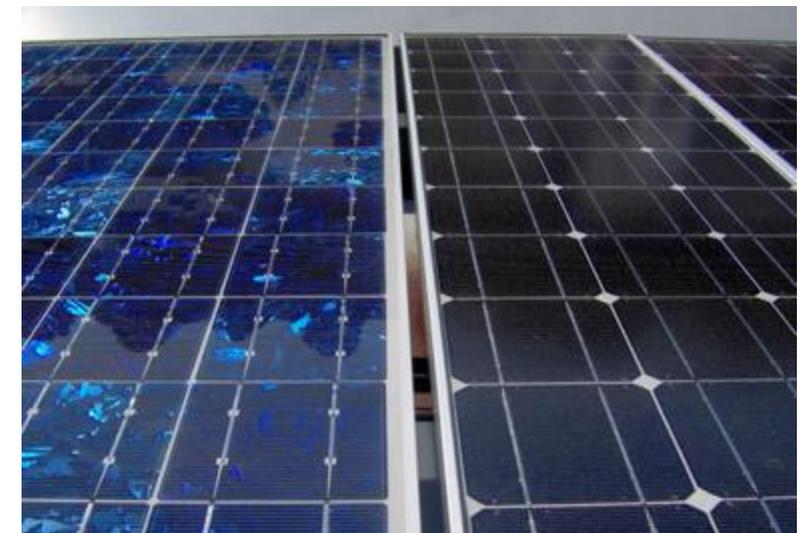
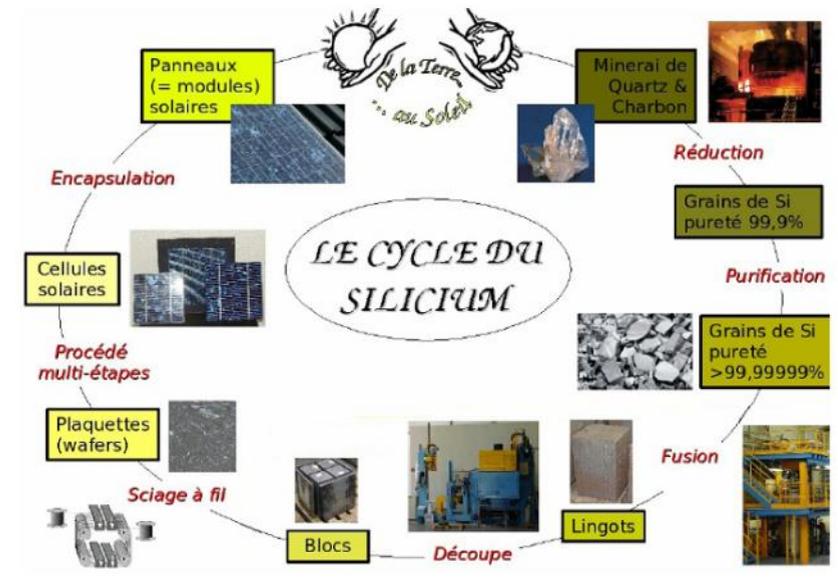


Impacts indéniables

Matériaux employés
Temps de retour énergétique
Effet de serre
Recyclage
Ondes électromagnétiques
Sols et Paysages
Bâtiments et intégration

Matériaux employés

- Le Silicium cristallin (95% du marché) :
 - A base de silice extraite du sable ou du quartz : matériau stable et présent dans la nature en grande quantité
- Purification à 99,99% :
 - Utilisation de silanes pour les premières phases de traitement après extraction – gaz toxiques, inflammables et à fort PRG
 - Utilisation de produits chlorés, fluorés, phosphorés (usages courants dans de nombreuses industries) pour le raffinage, la fabrication des cellules et l'encapsulation



Polycristallin

Monocristallin

Matériaux employés

- Filières couches minces (5% du marché) :
 - Silicium amorphe
 - Tellure de Cadmium
 - Indium
- Matières premières limitées
- Toxicité des matériaux
- Recyclage plus complexe

Mais :

- Taux de récupération et réutilisation très élevé (95 %)
- Prix plus intéressants; performances en évolution

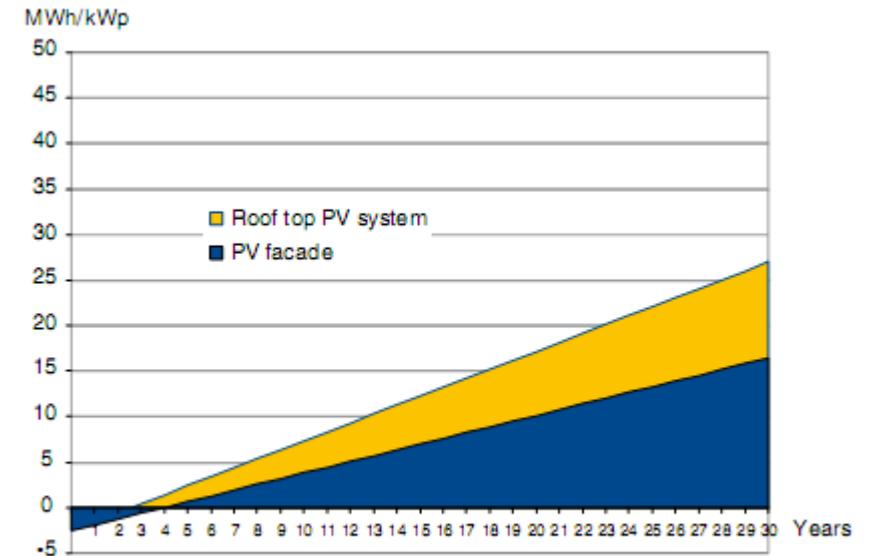


Temps de retour énergétique

Energie consommée (fabrication, transport, installation, recyclage)

Energie produite annuellement

- Silicium cristallin (95% du marché) :
 - Temps de retour énergétique < 4 ans
- Couches minces (5% du marché) :
 - Temps de retour énergétique < 3 ans



Cumulative net energy production over system lifetime for Lyon

*Durée de vie des panneaux :
> 25 ans*

Effet de serre

- Quantité de gaz à effet de serre émis lors de la fabrication du système, ramenée à une production électrique de 30 ans
 - Solaire PV : 70 g eq CO₂/KWh
- Moyenne électricité France : 180 g CO₂ /KWh
- Moyenne électricité Europe : 340 g CO₂ / KWh
- Moyenne électricité centrales charbon : 900 g CO₂ / KWh



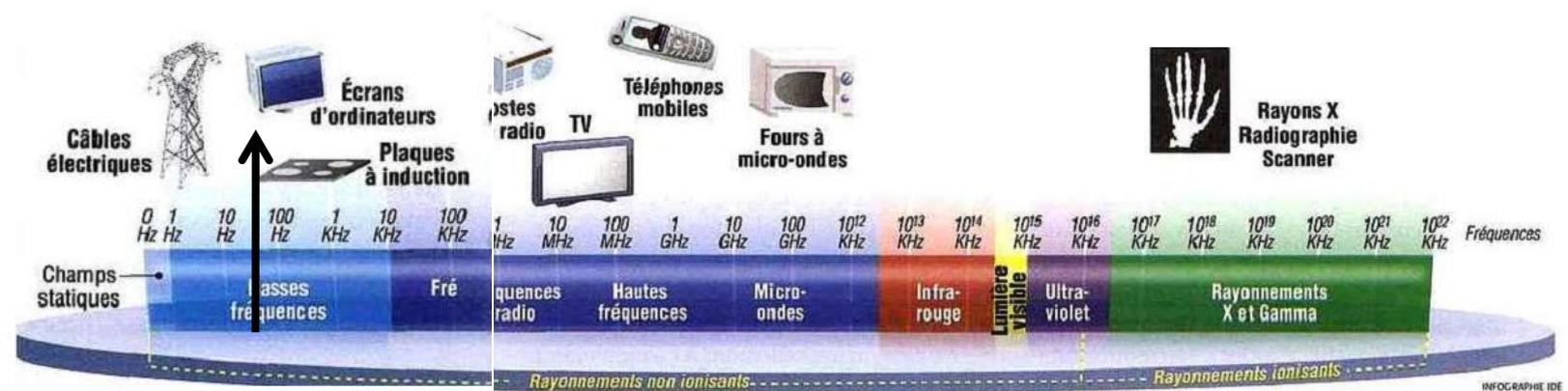
Recyclage

- Onduleurs : Directive DEEE, obligeant le fabricant à financer collectes et recyclages
- Panneaux solaires photovoltaïques :
 - N'entrent pas dans la directive DEEE
 - Association des industriels européens avec la mise en place de l'association PV CYCLE
 - Objectif : recyclage de 85% des panneaux en fin de vie en 2015
 - Traitement thermique pour séparer cellules PV, verre, métaux (aluminium, cuivre, argent)
 - Silicium réintégré dans le process de fabrication de cellules ou de lingots de Silicium



Ondes électromagnétiques

- Courant continu \rightarrow Champ magnétique constant (\leftrightarrow aimant)
- Champ nul la nuit
- Onduleur : transformation en courant alternatif 50 Hz : champ électromagnétique basse fréquence
- Eloigner les onduleurs d'une distance de 2 mètres des pièces de vie :
principe de précaution en attendant des études plus poussées



Sols et Paysages

- Sols :
 - Surface bâtie en France : 921 000 ha
 - Surface agricole artificialisée en France par an : 60 000 ha
 - Raccordement PV France – Sept 2009 : ~ 200 ha (141 MW)
 - Raccordement PV France – 2020: ~ 15 000 ha (5400 MW)
 - PV : Aucun intérêt pour des sols à qualité agronomique
 - Possibilité d'exploiter des surfaces abandonnées :
 - Terrains vagues
 - Surfaces artificialisées polluées
 - Abords de grandes infrastructures
 - Décharges fermées

Sols et Paysages

- Sols :
 - Procédure d'urbanisme - décret n°2009-1414 du 19 novembre 2009
 - $P < 3 \text{ kWc}$: aucune procédure
 - $P < 250 \text{ kWc}$ + secteurs classés + hauteur $> 1,8 \text{ m}$: déclaration préalable
 - $P > 250 \text{ kWc}$: Permis de construire, étude d'impact, enquête publique
 - PLU :
 - Modification simplifiée pour supprimer les règles d'interdictions d'installations

Sols et Paysages

- Paysages :
 - Impacts fonction de la présence de relief
 - Faible distance : installations basses facilement masquées par écran végétal
 - Moyenne distance : impacts directs par vue plongeante
 - Impacts visuels comparables à celui des serres

Bâtiments et intégration

- 2010 : Intégration au bâti / intégration simplifiée au bâti
- Bâtiments existants : déclaration préalable de travaux
- Bâtiments neufs : intégration au permis de construire
- Espaces protégés : avis de l'ABF

Bâtiments et intégration

- Développement de « l'architecture photovoltaïque »



Office du tourisme d'Alès



Centre Leclerc de St Aunès



Auditorium de la basilique Saint-Pierre



Ombrières de La Tour de Salvagny



Centre maintenance Tramway – Ct-Fd

Conclusions

- **L'énergie photovoltaïque = énergie pas comme les autres en production**
 - Energie renouvelable à ressource inépuisable
 - Energie décentralisée à répartition + / - homogène
 - Energie à courant continu
 - Energie à installations modulaires, évolutives
 - Production intermittente...
- **Impacts de l'énergie photovoltaïque = énergie comme les autres**

Conclusions

- **Connaître, peser et débattre des impacts du PV pour se réapproprier :**
 - Ce qu'est l'énergie
 - Sa rareté et donc sa cherté
 - L'immense enjeu de l'économiser



Merci de votre attention

Sylvain AVRIL

Chargé de mission - Energie-Urbanisme-Bâtiment

Aduhme