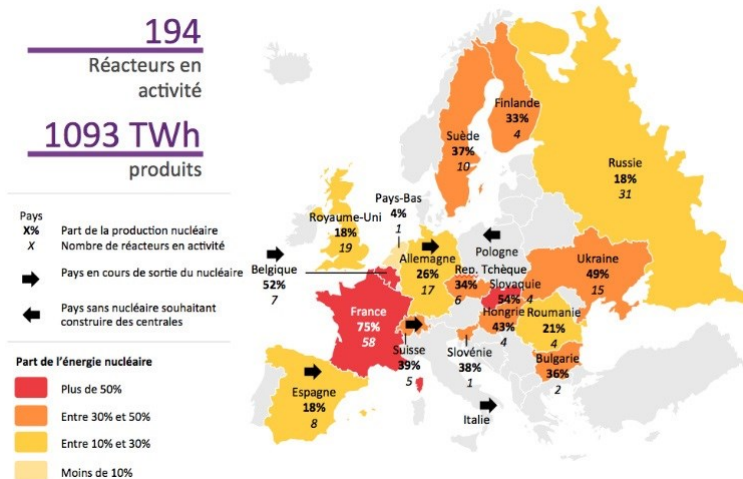


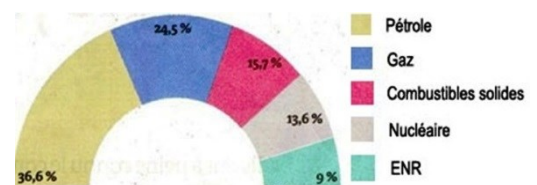


## L'énergie solaire

Compte tenu de la distance de l'orbite qui nous sépare du soleil et de la puissance de son rayonnement, la terre reçoit à chaque instant une puissance moyenne de 1365 watts/m<sup>2</sup>. Après son passage dans l'atmosphère environ la moitié de cette énergie nous parvient, ce qui correspond, compte tenu des dimensions de notre planète, à une puissance incroyable de 7,7 x 10<sup>14</sup> KW, l'équivalent de quelques 320 millions de centrales nucléaires de 1000 MW. Il n'est même pas besoin d'aller chercher cette énergie : elle arrive toute seule. Quel dommage que la surface manque dans les villes ! Il existe deux types de panneaux solaires qui permettent de récupérer une partie de cette énergie : Les panneaux solaires photovoltaïques générant de l'électricité et les cellules thermo solaire générant de l'énergie thermique. Ces dernières peuvent délivrer de l'eau chaude pour le sanitaire avec un meilleur rendement que les cellules photovoltaïques. En pratique ces deux systèmes sont fondamentalement différents. L'homme n'a pris conscience de cette richesse énergétique qu'il reçoit au-dessus de sa tête que très récemment. En effet le solaire ne participait pas encore en 2007 à la production d'électricité dans les pays européens selon la source OFE statistiques suisse de l'énergie.



Importance du nucléaire par pays producteur en % de la consommation brute (Source Atlante & Cie)



Comparaison globale de la production d'énergie de l'union européenne exprimée en % de la consommation brute (Source Journal le Monde de novembre 2011). Compte tenu de sa surface de 4,5 millions de km<sup>2</sup> la quantité d'énergie thermique solaire que reçoit l'Europe représente près de 20 000 000 fois la production globale d'énergie électrique européenne.

Les deux figures ci-dessus sont un état des lieux de la situation de l'énergie dans les pays européens. Elles montrent que :

- Le pétrole reste encore la principale source d'énergie en Europe (37 %).
- La part des EnR (énergies renouvelables représentés par l'éolien, l'hydroélectricité, la biomasse, la géothermie et le solaire) ne représente encore que 9 % du total bien que ce poste ait doublé en 10 ans avec la plus forte augmentation pour le Danemark, la Suède et l'Allemagne et une augmentation prévisible de cette croissance suite à Fukushima en mars 2011.
- Sur les 27 états membres seules 14 produisent de l'énergie nucléaire avec un total de près de 200 réacteurs en activités. Alors que la plupart des pays européens envisagent de sortir du nucléaire le débat se poursuit dans notre pays, incontestable leader dans ce domaine en terme de puissance de production. Les pays souhaitant abandonner le nucléaire comme l'Allemagne ou la Suisse devront probablement modifier leurs habitudes. Soit importer l'électricité nucléaire française, soit développer encore plus les EnR soit subventionner des centrales au gaz ou au charbon plus polluantes.

Lorsque l'on compare la surface du Sahara (8 millions de km<sup>2</sup>), le plus grand désert du monde, à celle de la terre on s'aperçoit qu'il couvre environ 3 % de la surface totale de celle-ci avec un

## L'énergie électrique sans la rivière

coefficient d'ensoleillement incomparable. Il reçoit une puissance solaire considérable pouvant être transformée en énergie électrique. Bien que le rendement des cellules photovoltaïques actuelles soit modeste et voisin de 10%, de tels panneaux installés dans cette région du monde produiraient en l'état actuel de la technique annuellement 270 kWh d'énergie électrique par m<sup>2</sup> de panneau solaire\*. Compte tenu du fait que chacun des 400 millions d'habitants qui compose l'Europe consomme annuellement selon l'IRENA environ 50 000 kWh, le besoin en énergie de chaque européen serait donc assuré par moins de 200 m<sup>2</sup> de panneaux solaire voltaïque. Pour assurer le besoin des 400 millions d'européens, il faudrait donc pour satisfaire le besoin annuel en énergie de l'Europe 20 TWh une surface de panneaux solaires certes considérable mais limitée à 80 000 km<sup>2</sup> ne représentant que 1% de la surface disponible du désert saharien . Pour frapper les esprits on peut dire que la puissance électrique qui pourrait être ainsi récupérée correspond, compte tenu du niveau technique actuel et à l'excellent coefficient d'ensoleillement de cette région du monde à plusieurs millions de centrales nucléaires de 1000 Mégawatt ! Le projet *Desertec* et les accords d'exploitation entre l'Algérie et l'Allemagne signés en 2008\*\* ont dans un premier temps l'intention de se limiter à la fourniture de 15 % des besoins européens ce qui est déjà considérable compte tenu des problèmes posés, notamment celui du transport de l'énergie vers l'Europe. L'Espagne, pour éviter le transport de l'énergie électrique sur de grande distance a installée près de Séville la plus grande centrale solaire au monde (11 + 20 mégawatt) 5 autres centrales étant prévues à proximité qui devraient alimenter 200 000 foyers à la fin de la décennie si l'Espagne en pleine crise peut maintenir ces investissements.

D'autres réalisations cette fois dans le sud de l'Espagne et dans une région moins ensoleillée que le Sahara tente de résoudre le grave problème de la production électrique d'origine solaire en passant semble-t-il par la case thermique d'un four central

*Vue aérienne Google Earth de la centrale solaire espagnole de Sanlucar*



Comparativement au sud de l'Espagne et a fortiori par rapport au Sahara les coefficients d'ensoleillement en France sont toutefois nettement moindres. Ils entraînent de frais d'installation. Certes les dépenses pour installer les panneaux voltaïques restent encore élevés (environ 50€/watt) et les retours économiques encore incertains (20 ans ?). Quoiqu'il en soit, l'électricité d'origine nucléaire a compris qu'elle ne serait plus la seule à l'avenir et qu'il fallait compter avec le voltaïque. Le soleil va incontestablement faire de l'ombre au nucléaire <sup>2)</sup>. Après le terrible incident japonais de Fukushima des experts en prospective affirment que le soleil fournira 100 % de nos besoins énergétiques avant 2050 (Ray Kurzweil pense même en 2030! en pronostiquant le développement des nanotechnologies et une croissance exponentielle de la production électrique solaire)

*\*La quantité d'énergie solaire reçue au sahara est selon "centrale energies" de 2,7 MWh/m<sup>2</sup>/an soit sensiblement le double de celle reçue en France comprise entre 1,0 MWh/an/m<sup>2</sup> et 1,5 MWh/an/m<sup>2</sup> selon la région (Un MWh = 1000 kWh)*

*\*\* En matière d'énergie solaire, l'Allemagne et l'Algérie ont signé en 2008 un projet de coopération novateur consistant à relier la ville algérienne d'Adrar et la ville allemande d'Aix la Chapelle par un câble électrique de 3000 km baptisé "clean power from desert".*

### *Solaire: Photovoltaïque ou thermique?*

Est-il préférable d'installer des panneaux solaires thermiques ou des panneaux photovoltaïques ? Chaque système possède ses propres avantages et inconvénients. Afin d'y voir plus clair, voici à l'échelon d'un immeuble ou d'une maison individuelle un petit comparatif de ces deux technologies. L'exemple pour le solaire thermique concerne un immeuble disposant de terrasses horizontales. Celui pour le voltaïque une maison individuelle avec une toiture inclinée à 45° orientée sud.

### ***Le solaire photovoltaïque:***

L'utilité des panneaux solaires voltaïques qui ne produisent aucun courant la nuit lorsque que l'on a besoin de s'éclairer pourraient être remise en cause si l'on avait réalisé qu'il était nécessaire de les associer à des dispositifs de stockage intelligent (*Voir par exemple la solution Bosch*) offrant maintenant la possibilité d'utiliser pendant la nuit l'énergie électrique stockée pendant le jour dans des batteries ainsi que la possibilité de réinjecter sur le réseau l'électricité produite si la quantité d'énergie développée par les panneaux est supérieure au besoin. Plus complexe à mettre en œuvre que les panneaux thermiques, les panneaux solaires voltaïques sont en fait de gros composants électroniques qui transforment les rayonnements solaires directement en courant électrique continu. Ce courant continu pourrait être utilisé en l'état pour les sites isolés mais la panoplie des solutions existantes est orientée vers le plus grand nombre : Ceux qui sont déjà raccordés ou en passe de l'être. Dans la pratique, un dispositif électronique appelé *onduleur* assure une conversion continu-alternatif ce qui permet de renvoyer le courant électrique produit par les panneaux voltaïques vers le réseau. L'EDF paye une redevance au producteur en contrepartie de ce qu'il reçoit sur son réseau. On évite ainsi de stocker l'énergie dans des batteries encore très polluantes mais cela pourrait changer avec les *STEP*. Pour ne pas affecter le rendement cet onduleur ne doit pas être surdimensionné et les liaisons électriques de leur côté ne doivent pas être sous dimensionnées.

En 2015, un panneau solaire en silicium polycristallin de loin le plus courant du marché dispose d'un rendement voisin de 12%. On estime que la quantité d'énergie électrique produite par un panneau voltaïque installé sur l'hexagone est en moyenne de l'ordre de 1000 kWh par kWc installé. Un panneau de 1m<sup>2</sup> aura donc une puissance moyenne de 120 Wc et produira environ 0,120 kWc x 1000 kWh = 120 kWh/an. Cette production s'entendant dans les conditions optimales d'orientation et d'inclinaison (Orientation sud et inclinaison 35°). Il existe d'autre type de cellules photovoltaïques. Certaines peuvent avoir un meilleur rendement comme les cellules monocristallin mais ont un coût élevé.

Il faut espérer que l'amélioration des rendements, en nécessitant moins de surface au sol suffise pour que les cellules photovoltaïques soient appelés à se développer en ville où la surface est limitée. Toujours est-il que dans l'immédiat et peut-être pour cette raison *EDF Energies Nouvelles* leader dans ce type de fourniture en France ne s'engage pas encore dans le marché de la copropriété. La situation est différente lorsque l'on dispose d'un grand terrain. C'est ainsi que cette même société a annoncé au mois de novembre 2012 la mise en service de la centrale solaire de Toul-Rosières en Lorraine. Cet investissement avoisinant 400 m€ comprend 1,4 millions de panneaux photovoltaïques nouvelle génération, dits « à couches minces » produits par la société américaine *First Solar*. Son implantation en Meurthe-et-Moselle sur les vastes terrains désaffectés de l'ancienne base aérienne de l'OTAN (415 hectares) constitue le plus important parc photovoltaïque jamais construit en France, voire dans le monde et ceci dans une région de France pourtant assez peu ensoleillée. Selon le président d'EDF Energie nouvelle, la

## L'énergie électrique sans la rivière

production électrique de ce parc photovoltaïque achetée par EDF permet d'assurer la consommation annuelle d'une ville d'environ 55 000 habitants. Pour la petite histoire, et pour contourner la loi stipulant qu'un même producteur d'énergie renouvelable ne peut implanter plusieurs centrales voltaïques de 12 MW à moins de 500 mètres l'une de l'autre, « EDF Energies nouvelles » a dû créer quatre sociétés différentes compte tenu de la puissance de l'ensemble et louera le terrain à l'Etat, propriétaire, dans le cadre d'un bail immobilier de longue durée, de 22 ans, et ceci pour un loyer annuel estimé à environ 1 million d'euros. A l'issue du bail, ce dernier sera soit reconduit, sinon la filiale d'EDF s'engage au démantèlement de la centrale et au recyclage des panneaux solaires.

On constate donc un système qui semble devoir être amorti sur de longues périodes et dont la rentabilité reste encore à démontrer.

A défaut d'être implanté sur les terrasses des immeubles vus les complications administratives les panneaux voltaïques peuvent aussi être implantés à titre individuels sur le toit de sa maison. Il est possible d'obtenir très rapidement une estimation grossière des performances que l'on peut espérer obtenir. La simulation ci-dessous est la simulation obtenue avec des cellules à base de silicium au rendement modeste par l'Ademe ou d'autres organismes compétents en la matière mettaient en évidence\* :

1. Une production annuelle voisine de 2 500 kWh pour une surface de panneaux de 20 m<sup>2</sup> est bien faible comparativement au besoin thermique du logement pour le chauffage

2. Avant que l'utilisateur ne rentre dans ses frais et soit remboursé de son investissement initial de 16 000 €, il faut prévoir une période de l'ordre de 20 ans compte tenu du retour financier annuel de 800 €/an procuré par la vente à l'EDF de l'énergie électrique produite par le panneau (sur la base d'un rachat de l'EDF à 0,3 €/kWh)



**6** **Votre étude solaire**  
Mme Grossmann Jean

**Localisation géographique :**  
121, Rue Grande - 77140 - Montcourt-Fromonville  
Surface de votre maison : 150 m<sup>2</sup>  
Orientation de votre toit : Sud (199°)  
Surface de votre toit : Supérieure ou égale à 10m<sup>2</sup> avec 40° d'inclinaison  
Tarif moyen du rachat de l'électricité par EDF - ENR : 0.30 € / kWh

**INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE**

**Votre revenu annuel au tarif de rachat par EDF :** 2667 kWh/an x 0.3 €/kWh = **800 € / an**  
ou **67 € / mois**  
Tarif en vigueur au 1er janvier

**Coût moyen d'une installation photovoltaïque :**  
Equipements : 13070 €  
Main d'œuvre : 3790 €  
**Total : 16860 €**

**Crédit d'impôts et subventions de votre région :**  
Crédit d'impôts : 0 €  
Subventions : 750 €  
**Total : 750 €**

**Montant de l'investissement à réaliser :**  
Soit une dépense de 16110 € pour équiper votre toit.  
**16860 € - 750 € = 16110 €**

**Performance énergétique :**  
Selon votre situation géographique, vous recevez théoriquement : **2667 kWh / an**  
Prise en compte de la météo du département Seine-et-Marne

Le coût de l'installation est estimé à **16110 €**, et peut vous rapporter **800.1 € / an**.  
Nous vous recommandons d'affiner cette étude auprès de nos **installateurs partenaires** (Gratuit et sans engagement)

3. Il y a lieu de ne pas se lancer dans un tel investissement sans avoir reçu une offre qui soit contractuelle en s'informant sur la durée de vie du panneau solaire dont la durée de vie doit nécessairement être supérieur à 20 ans (Cela sera-t-il le cas ?)

4. On dit que beaucoup d'un petit peu ça fini par faire beaucoup mais dans le cas présent une telle production électrique solaire pour 20 millions de foyers équipés d'un tel système ne représente que 62,5 GWh soit environ 0,01 % de la consommation électrique française (environ 450 TWh) ce qui est bien peu.

### ***Le solaire thermique:***

Dans ces panneaux, un liquide est réchauffé par les rayonnements solaires. Ce liquide dit "caloporteur" transporte cette chaleur vers un échangeur de température réchauffant l'eau avant que celle-ci ne soit envoyée dans un ballon du type chauffe-eau.



En général, on considère qu'une installation comprenant 4m<sup>2</sup> de panneaux couvre (en région Ile de France) entre 60 et 70 % des besoins annuels en eau sanitaire d'une famille de 4 personnes, grâce à un rendement global tournant aux environs des 70 % à 80 %.

*Un panneau noir absorbant le rayonnement solaire, une tuyauterie en cuivre, métal bon conducteur dans lequel circule le plus souvent de l'eau avec en couche arrière un isolant tel est pour l'essentiel la constitution d'un panneau solaire thermique*

Une telle installation revient à environ 3000 à 3500 €, mais en faisant jouer le crédit d'impôt, on peut arriver à se faire rembourser une bonne partie du prix de l'installation. La rentabilité est assurée en 5 à 7 ans, en considérant que les prix des combustibles restent stables.



*Exemple de cellules thermo solaire implanté dans le collectif en terrasse d'un immeuble en région méditerranéenne. On remarque les tuyauteries hydrauliques (purgeur)*

## L'énergie électrique sans la rivière

### Exemple dans le collectif en région parisienne\*

Le tableau ci-dessous concerne une étude effectuée pour un petit immeuble d'une vingtaine de 2 pièces de 50m<sup>2</sup> habitable soit environ 1000 m<sup>2</sup> habitable au total consommant annuellement environ 1500 m<sup>3</sup> d'eau froide. Sur la base de 2 occupants par logement les occupants de cet immeuble relativement économe ne consomment que 100 litres d'eau froide/jour soit compte tenu du fait que le besoin en eau chaude sanitaire est environ le tiers du besoin en eau froide ce qui correspond à une consommation en ECS pour l'ensemble de l'immeuble de 500 m<sup>3</sup> (1400 litres d'eau chaude à 60°C par jour). Etant donné qu'il faut en moyenne 50 kWh pour élever 1 m<sup>3</sup> d'eau froide à 60°C et que le rendement global n'est guère supérieur à 50 % vu les pertes d'énergie dans les tuyauteries de distribution c'est un besoin thermique journalier moyen de  $2 \times 50 \times 1,4 = 140$  kWh soit un besoin annuel de 51 000 kWh qu'il faut prévoir pour assurer la production de l'ECS dans cet immeuble. L'étude montre que 92 m<sup>2</sup> de panneaux implantés sur la terrasse horizontale de cet immeuble situé en région parisienne lorsqu'ils sont orientés plein sud et inclinés à 45° peuvent délivrer annuellement 57 200 kWh quantité d'énergie suffisante pour assurer le besoin moyen.

Selon la saison on constate toutefois que le besoin journalier, largement assuré en été ne l'est pas en saison froide puisque l'on ne dispose que de 50 kWh en décembre pour un besoin presque trois fois supérieur. Le ballon de 5 m<sup>3</sup> prévu est suffisant pour assurer un manque de soleil pendant quelques jours mais ne permet pas d'assurer le relais en hiver un apport d'énergie autre que le solaire étant nécessaire pour assurer le besoin et ceci malgré les déperditions journalières relativement faibles du ballon de 8 kWh/jour. On devrait pouvoir considérer avec le dimensionnement ci-dessus qu'il faudra un apport électrique dans le ballon correspondant sensiblement à la moitié du besoin thermique de 140 kWh pendant les 4 mois de la saison froide soit environ 8000 kWh (16 % du besoin global). Envisageable dans du neuf sur le pourtour méditerranéen il est peu probable que ce type d'implantation se généralise en région parisienne en rénovation dans l'ancien avec des flux thermiques arrivant actuellement par le bas avec les chaufferies actuelles alors qu'ils arrivent par le haut avec ce nouveau dispositif. De plus sur la base de 1000 €/m<sup>2</sup> de panneau solaire thermique un investissement de 92 000 € soit 4600 € par logement est loin d'être négligeable.

#### Données météo

| mois          | I   | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII |
|---------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| T° extérieure | 4.1 | 5.8 | 8.3 | 10.1 | 14.3 | 17.3 | 19.1 | 20.1 | 15.6 | 12.2 | 7.2 | 4.7 |
| T° de l'eau   | 7.8 | 8.7 | 9.9 | 10.8 | 12.9 | 14.4 | 15.3 | 15.8 | 13.6 | 11.9 | 9.4 | 8.1 |

#### Installation

| Capteurs      |      |                      | Stockage                |                                      |
|---------------|------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Surface       | 92.0 | m <sup>2</sup>       | Situation               | Intérieur (18 °C)                    |
| Inclinaison   | 45   | °/Horiz              | Température ECS         | 60 °C                                |
| Orientation   | 0    | °/Sud                | Volume de stockage      | 5000 Litres                          |
| Coefficient B | 0.82 |                      | Cste de refroidissement | 0.0364 Wh/L.j.°C                     |
| Coefficient K | 3.90 | W/m <sup>2</sup> .°C | Type d'installation     | Circulation forcée, échangeur séparé |

|           | Irradiation capteurs (Wh/m <sup>2</sup> .jour) | Besoins (kWh/mois) | Apports (kWh/mois) | Apports (kWh/jour) | Taux (%) | Volume (litres) |
|-----------|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------|
| janvier   | 1265                                           | 12692              | 1919               | 61.9               | 15.1     | 6750            |
| février   | 2172                                           | 11275              | 2937               | 104.9              | 26.0     | 6750            |
| mars      | 3244                                           | 12179              | 4829               | 155.8              | 39.6     | 6750            |
| avril     | 4267                                           | 11574              | 6047               | 201.6              | 52.2     | 6750            |
| mai       | 4484                                           | 11449              | 6630               | 213.9              | 57.9     | 6750            |
| juin      | 4810                                           | 10726              | 6789               | 226.3              | 63.3     | 6750            |
| juillet   | 5162                                           | 10865              | 7337               | 236.7              | 67.5     | 6750            |
| août      | 4778                                           | 10743              | 6895               | 222.4              | 64.2     | 6750            |
| septembre | 3884                                           | 10927              | 5566               | 185.5              | 50.9     | 6750            |
| octobre   | 2771                                           | 11707              | 4164               | 134.3              | 35.6     | 6750            |
| novembre  | 1753                                           | 11918              | 2535               | 84.5               | 21.3     | 6750            |
| décembre  | 1019                                           | 12619              | 1567               | 50.6               | 12.4     | 6750            |

|                         |        |        |                       |       |                        |
|-------------------------|--------|--------|-----------------------|-------|------------------------|
| Taux couverture solaire | 41.3   | %      | Apport solaire annuel | 57216 | kWh/an                 |
| Besoin annuel           | 138673 | kWh/an | Productivité annuelle | 622   | kWh/m <sup>2</sup> .an |

calcul réalisé sur [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

*\*Etude faite sur Boulogne (92100) en zone H1a supposée représentative de l'ensoleillement moyen en France.*

### *Alors que choisir : voltaïque, thermique, les deux ?*

On comprend maintenant qu'il est difficile de comparer deux choses radicalement différentes. Compte tenu de leur capacité à fournir environ deux fois plus d'énergie électrique que les cellules au silicium, les cellules cristallines paraissent plus intéressantes mais n'ont probablement pas pour autant de meilleures performances que les cellules thermiques. Un avantage important en termes de stockage de l'énergie est toutefois le fait que l'énergie électrique produite par les cellules photoélectrique peut être revendue ce qui n'est pas le cas de l'énergie produite par les cellules thermiques. Le prix de vente à l'EDF du kWh électrique au taux préférentiel de 28 cts d'€ le kWh, soit pour un montant sensiblement deux fois plus élevé que l'électricité domestique taxe comprise (environ 14 cts le kWh) suffira-t-elle à faire évoluer les solutions retenues pour le chauffage ? On peut en douter. Ceci même si l'on considère que l'argent récolté lors de la vente de 2300 kWh d'électricité équivalait à l'époque à la dépense de 4600 kWh à un prix deux fois moindre. En effet, compte tenu des déperditions thermiques dans l'habitat français existant en 2014 l'énergie produite par le solaire ne représente encore qu'une part négligeable des besoins en énergie du chauffage électrique conventionnel. Ce ne sont pas les 2300 kWh d'électricité générés annuellement dans l'exemple de la maison individuelle ci-contre par les 20 m<sup>2</sup> de panneaux voltaïques qui permettront de solutionner le problème du chauffage. Il suffit pour cela de prendre conscience que même en divisant par deux les déperditions de cette maison au prix d'une isolation onéreuse, le besoin thermique annuel en kWh pour son chauffage resterait très élevé comparativement à la production des panneaux. Espérer utiliser le chauffage thermodynamique en faisant fonctionner la meilleure des pompes à chaleur aquathermique avec cette quantité d'énergie électrique, eut-elle un COP de 6 ne permettrait de disposer que de 13 800 kWh quantité d'énergie restant notablement inférieur au besoin. Le lecteur qui poursuivra la lecture de ce livre en allant au terme de la synthèse *génération isolation* d'un immeuble en région parisienne découvrira qu'en procédant par étapes successives cela est éventuellement envisageable à la fin de la dernière étape. Il y a en effet une différence importante entre une maison individuelle exposée sur 5 faces (Les façades nord, sud est et ouest avec la toiture en supplément) et un appartement à deux exposition voire une seule ayant des déperditions au m<sup>2</sup> habitable nécessairement plus faible. Cette constatation pourrait bien être un facteur non négligeable qui valorise, au moins pour ce qui concerne le chauffage de l'habitat urbain existant le *scénario Négawatt* qui prédit un abandon complet des énergies fossiles et nucléaires à l'horizon 2050. Cette évolution techniquement envisageable d'un chauffage urbain plus économique et moins destructeur de l'environnement serait une première étape conduisant à bâtiment autonome en énergie. L'installation de panneaux solaires serait dans ce cas limitée au voltaïque sur la majeure partie de l'hexagone les panneaux thermiques assurant l'eau chaude sanitaire n'étant plus implantés que dans le sud de la France plus ensoleillé. Le descriptif qui vient d'être fait de l'évolution probable du chauffage est celle des plus fortes puissances qui ne doit pas nous faire oublier la réduction possible de la consommation en énergie primaire possible pour l'éclairage avec les ampoules économiques ou à LED, les blocs de prises à interrupteurs pour ne pas laisser d'appareil en veille, l'achat d'électroménager performant etc..... Reste que pour les habitations isolées où les pays non encore équipé d'un réseau électrique la technologie du panneau solaire hybride associée à un éclairage par des ampoules économiques ou à LED est une solution qui peut être intéressante

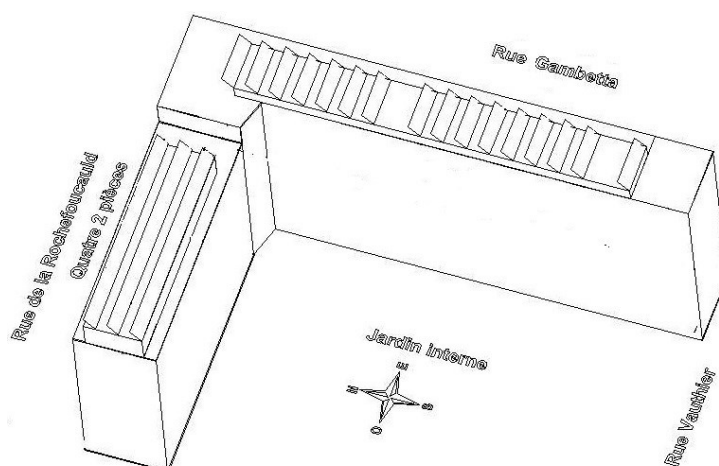
## L'énergie électrique sans la rivière



*Exemple d'une installation solaire mixte voltaïque, thermique pour maison individuelle à Sèvres en région parisienne. Orientés plein sud et installés en 2008 sur un toit à 45° d'inclinaison les 20 m<sup>2</sup> de panneaux voltaïques intégrés produisent bon an mal an annuellement environ 2300 kWh rachetés au taux avantageux de l'époque 57 cts d'€ le kWh (les tuiles ont été enlevées sinon le taux de reprise de l'électricité par EDF était deux fois moindre !). Quant aux 4 m<sup>2</sup> de panneaux thermiques, ils sont aidés en hiver par le ballon électrique de la figure de droite. Le besoin thermique pour le chauffage de l'habitation, à nouveau trop important en regard des possibilités de l'installation est assuré par la petite chaudière à gaz. Le taux de reprise actuel de l'électricité en 2014, deux fois plus faible qu'il ne l'était en 2008 est en partie compensé par le fait que le montant total de l'investissement qui a été de 25 000 € à l'époque est sensiblement plus faible de nos jours. Il convient aussi de tenir compte dans le calcul du retour sur investissement de l'augmentation prévisible de 30% du coût de l'électricité d'ici 2020 alors que lors de la signature finale du contrat l'EDF s'engage à maintenir constant le prix de rachat du kWh. A noter qu'à l'époque le propriétaire de cette maison, qui a joué le rôle de Maître d'ouvrage, a reçu une aide fiscale de 9000 € représentant environ 35 % de l'investissement. Ceci il est vrai après établissement d'un dossier long et fastidieux auprès de trop nombreux organismes dont l'élaboration a duré près de 6 mois*

### Financement du cas pratique

Le dégagement de la terrasse procuré par la PAC aquathermique (Voir page 77) permet d'adjoindre 3 à 4 appartements privatifs de petite surface facilement accessibles par une porte latérale existante et ceci sans modifier les cages ascenseurs. Si l'on incorpore la longue terrasse côté sud, on dispose alors d'une surface disponible suffisante pour mettre en place environ 300 m<sup>2</sup> de panneaux solaire voltaïque orientés vers le sud.



Voir liens ci-dessous vers des fichiers de l'Ademe qui informent plus en détails sur le sujets suivants :

- Produire de l'électricité grâce au solaire [http://tecsol.blogs.com/files/guide\\_ademe\\_pv2012.pdf](http://tecsol.blogs.com/files/guide_ademe_pv2012.pdf)
- Produire de l'énergie thermique grâce au solaire <http://www.infoenergie69.org/particuliers/utiliser-les-energies-renouvelables/solaire-thermique/techniques/le-chauffe-eau-solaire-individuel-cesi>