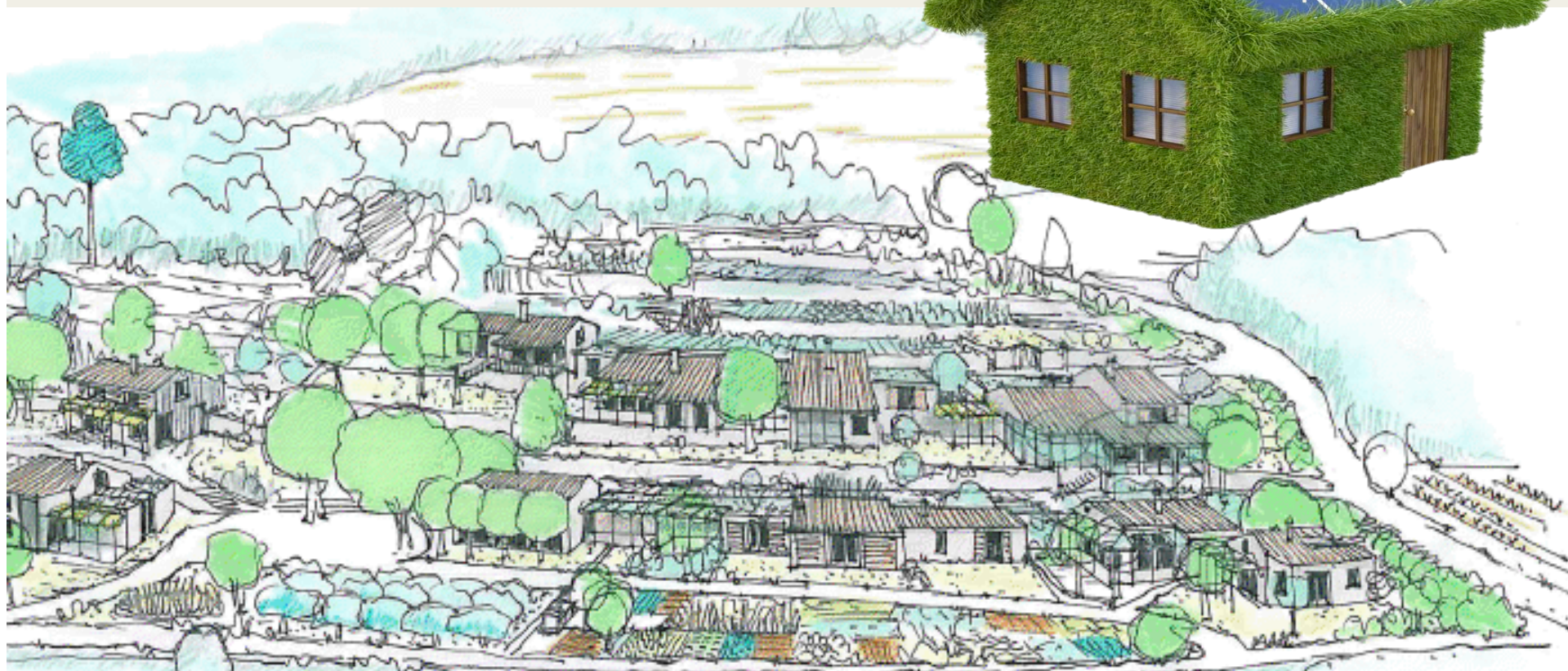


AIDE AU CHOIX DES ÉNERGIES

hameau du Claux

Commission énergie, octobre 2013





Le Solaire

Solaire passif / Solaire actif : maison bioclimatique et RT 2012

Le chauffe-eau solaire

Le chauffage solaire



Le Bois - énergie



La géothermie



L'électricité renouvelable

Le photovoltaïque

L'Eolien



La méthanisation

Introduction

L'énergie solaire est transformée en chaleur grâce à des capteurs solaires thermiques. Une énergie complémentaire reste toutefois indispensable sous nos latitudes

Le bois : son prix attractif varie selon le conditionnement et le type de combustible (bûches, granulés, plaquettes).

Ses principales contraintes sont la place nécessaire à son stockage (abri, silo) et, pour les bûches, la manutention

De réels progrès ont été réalisés sur les équipements manuels et automatiques pour améliorer les rendements et diminuer les rejets polluants

La chaleur stockée dans le sol, les nappes phréatiques et l'air peut être captée et valorisée à l'aide d'une machine électrique, la pompe à chaleur.

L'installation d'une pompe à chaleur géothermique à capteurs horizontaux demande un espace non négligeable (équivalent à la surface habitable de la maison)

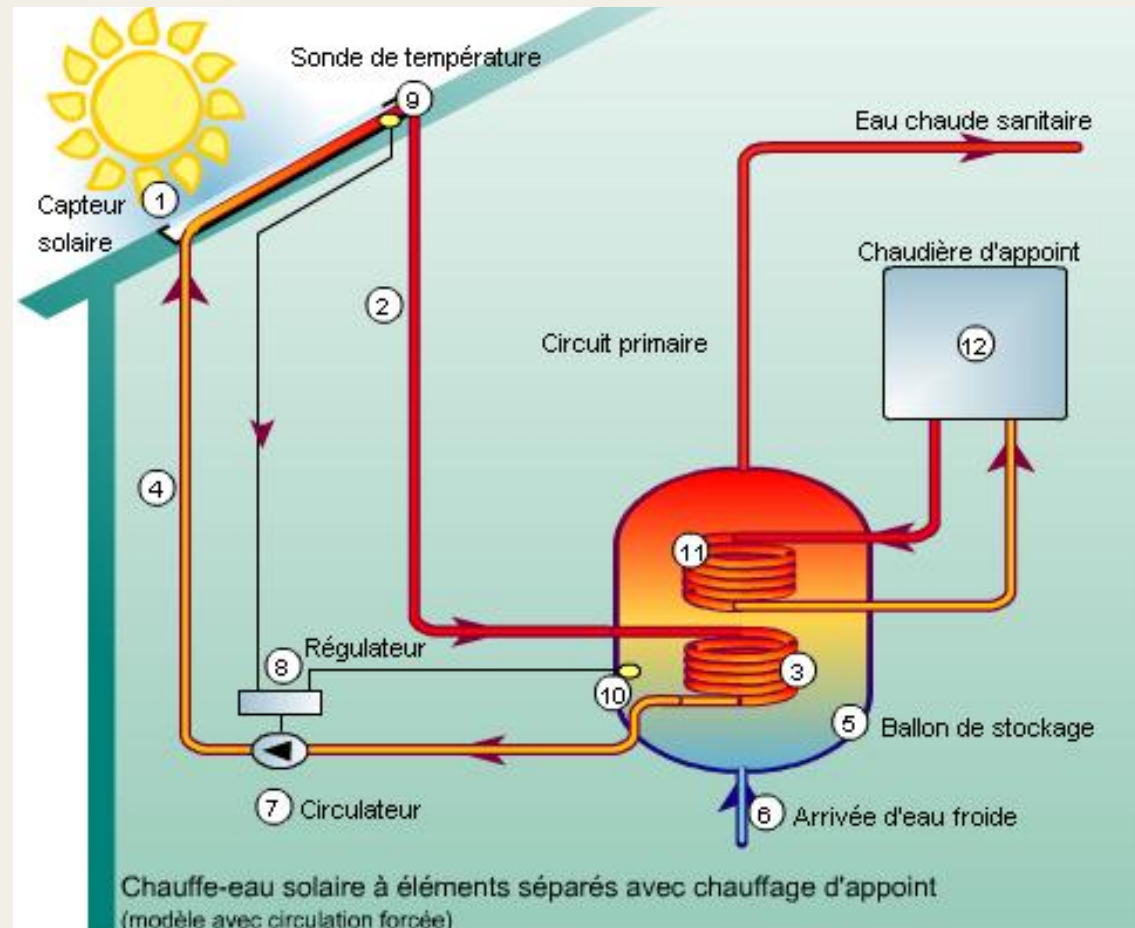
Lorsque l'équipement est performant, il valorise des énergies renouvelables

source : ADEME

Chauffe-eau solaire

Principe de fonctionnement

- 1- système de captage
- 2- transport de la chaleur
- 3- ballon de stockage
- 4- circulation du liquide primaire
- 5- appoint : résistance électrique ou chaudière



Chauffe-eau solaire

Quelle surface pour quelles performances ?

L'orientation idéale pour les capteurs est **plein sud avec une inclinaison de 45°** par rapport à l'horizontale.

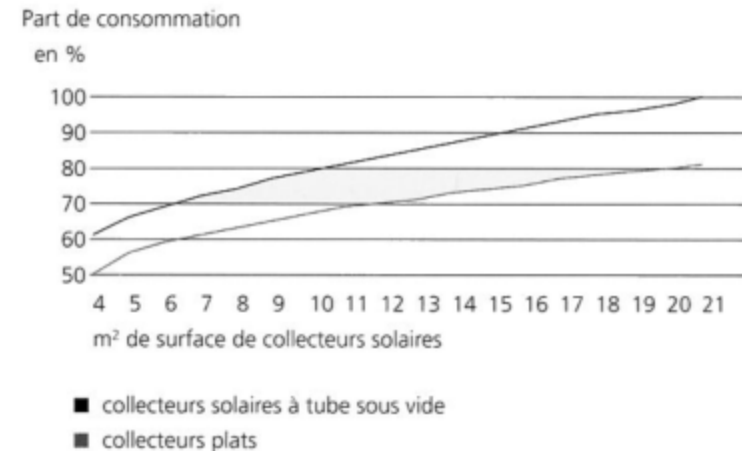
Le **dimensionnement** de l'installation **dépend des besoins de l'utilisateur**. Les besoins sont très variables (bain-douche; vaisselle, lessives...).

Il est inutile de sur dimensionner la surface de capteurs.

La demande de permis de construire doit inclure le chauffe-eau solaire prévu.

Après le dépôt de votre permis, vous pouvez déposer un modificatif de permis de construire auprès de la mairie

fig. 3-14 La part de consommation (théorique) d'une installation solaire thermique avec des collecteurs solaires sur une surface inclinée de 60°C



Chauffe-eau solaire

CESI = Schéma de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire individuel

Dimensionnement d'un cesi

Nombre d'occupants	1 ou 2	3 ou 4	5 ou 6	7 ou 8
vol. ballon solaire sans appoint (L)	100 à 150	100 à 250	250 à 350	350 à 500
vol. ballon solaire avec appoint (L)	100 à 250	250 à 400	400 à 500	550 à 650
surface de capteurs (m ²)	2 à 3	2,5 à 4,5	3,5 à 6,5	4,5 à 7

Chauffe-eau solaire

Une installation correctement dimensionnée couvrira entre **40 et 70 % des besoins d'eau chaude sanitaire**.

L'hiver, l'eau froide est préchauffée par l'installation solaire, avant d'être portée à la température de consigne par l'appoint (résistance électrique ou chaudière).

L'été, le solaire couvre la totalité des besoins (sauf si manque d'ensoleillement sur plusieurs jours).

Les différents capteurs

3 types de capteurs existent : capteur plan vitré, non vitré et capteur sous vide.

Pour en aller plus loin, savoir quel capteur choisir, connaître le lieux de fabrication des capteurs :

<http://www.outilssolaires.com>

Pour fabriquer son capteur : <http://www.sebasol.ch/> Installations solaires en auto-construction ou clef-en-main, encadré par des spécialistes

Le chauffage solaire

Deux familles existent

- **Stockage dans un ballon > principe de l'hydro-accumulation**

 - Volume du ballon important : 500 à 2000 litres

 - Raccordement simplifié sur l'installation existante

 - Performance diminuée par les pertes thermiques du ballon

- **Soit directement dans la dalle : Plancher Solaire Direct (PSD)**

 - Valorisation maximale de l'énergie solaire

 - Épaisseur de dalle d'environ 15 cm

 - Faible emprise au sol

Dans les deux cas, un circuit en dérivation permettra de chauffer l'eau chaude sanitaire. Le système sera d'autant plus performant avec des émetteurs basse température (radiateurs chaleur douce, plancher et mur chauffants).

Le chauffage solaire

Nécessité d'un appoint : La nuit ou les jours couverts

Quelle surface pour quelles performances ?

on compte environ 1 m² de capteur pour 1000 kWh de besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire, soit **entre 10 et 20 m² pour une maison individuelle**. Ils peuvent être intégrés dans l'architecture de la maison ou placés sur un châssis. Ils ne nécessitent aucun entretien.

Un système solaire combiné couvrira de 30 à 45 % des besoins de chauffage et de 40 à 50 % des besoins d'eau chaude sanitaire

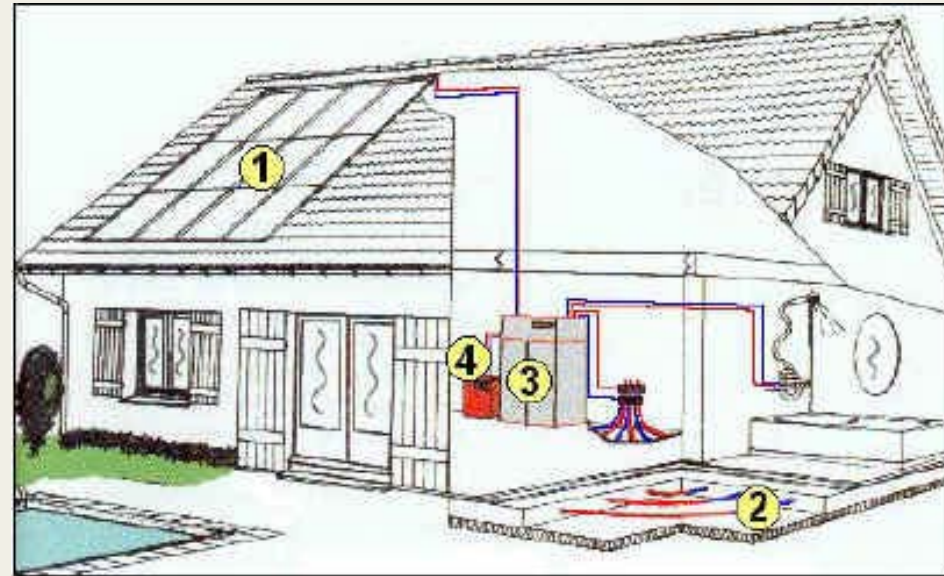
A quel prix ?

Environ 12 000 € H.T pour une petite installation de 10 m² de capteurs (pour 70 m² à 110 m² de surface chauffée suivant l'isolation de la maison)

Le chauffage solaire

Le PSD* : c'est quoi ?

1. Capteurs solaires
2. Plancher chauffant
3. Groupe de régulation
4. Chaudière



Le principe est simple : le fluide, réchauffé dans les capteurs solaires, circule directement (sans passer par un échangeur ou par un ballon de stockage) dans un plancher chauffant.

Le plancher chauffant, qui n'est qu'une dalle en béton, joue la rôle de stockage de la chaleur. Son inertie permet de restituer en soirée l'énergie accumulée pendant la journée

*Système de chauffage du plancher solaire direct (PSD)

Le chauffage au bois

Les différentes formes de bois-énergie

la bûche, la plaquette forestière, le granulé bois

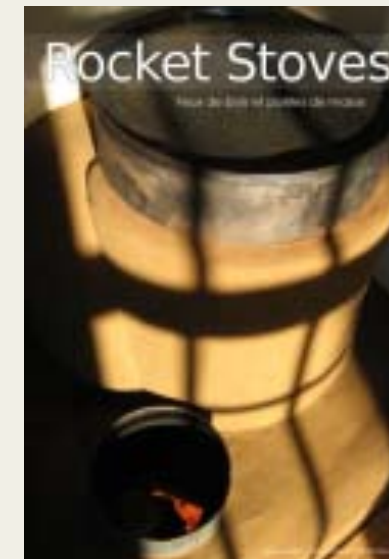
Les différents appareils de chauffage au bois

les cheminées, inserts et foyers fermés ; les poêles performants ; les chaudières à bûches, à bois déchiqueté, à granulés de bois ; les poêles à granulés.

Les poêles de masse

Rocket stove

[formation oxalis](#)



Le chauffage au bois

Le matériel pour les particuliers

TYPE DE CHAUFFAGE	Rendement	Autonomie	Puissance maximale kW	Coût d'installation En euros HT	Coût de fonctionnement moyen en cts euros HT/kWh
Cheminée à foyer ouvert	< 25%	1 à 3 heures	-	1 200	> 10
Poêle à bûches	40 à 70%	5 à 10 h	-	2 000	4
Insert/foyer fermé	30 à 70%	10 à 12 h	-	2 000	4,5
Poêle à haut rendement	60 à 70%	10 à 20 h	10	3 500	3
Chaudière à bûches	55 à 75%	< 20h	10 à 20	3 500	3
Chaudière à plaquettes ou granulés	75 à 90%	Plusieurs mois	< 100	< 20 000	2,5

Pour mémoire

Convecteurs électriques
11,3 cts euros HT/kWh

Chaudière fioul
6,8 cts euros HT/kWh

Propane
10,2 cts euros HT/kWh

Pompe à chaleur

Les calories peuvent être puisées soit :

- dans l'air extérieur ou l'air extrait sur VMC → **l'aérothermie**,
- dans le sol par des capteurs horizontaux ou verticaux → **la géothermie**
- dans l'eau de la nappe → **l'aquathermie**

Pompe à chaleur = PAC

Comment ça marche ?

Une **PAC** est une installation qui permet d'**extraire des calories dans le milieu extérieur** (air, sol, eau) appelé source froide et de **les transférer à l'intérieur** d'un bâtiment par l'intermédiaire **d'un échangeur de chaleur** (air, plancher chauffant, radiateur) appelé source chaude.

Le transfert de chaleur s'effectue au travers d'un **fluide frigorigène** en circuit fermé.

C'est le changement d'état du fluide, de l'état liquide à gazeux, qui permet la récupération de chaleur. **Cela fonctionne sur le même principe qu'un réfrigérateur mais en sens inverse**

Pompe à chaleur = PAC

le coefficient de performance (ou COP)

Le rapport entre l'énergie consommée et l'énergie thermique fournie par la PAC est appelé le coefficient de performance (ou COP).

En effet, le compresseur fonctionne avec de l'électricité : si pour chaque kWh électrique consommé par celui-ci, le système émet 3 kWh thermiques (chaleur) dans le bâtiment, alors on dit qu'il a un COP de 3.

$\text{COP} = \text{kWh thermique} / \text{kWh électrique consommé}$

L'objectif est donc d'avoir un COP le plus élevé possible.

Pompe à chaleur = PAC

Les différents type de COP (le coefficient de performance)

Le COP annoncé par le constructeur est calculé en condition normalisée de laboratoire.

C'est celui-ci qui est **demandé pour les critères d'obtention du crédit d'impôt.**

Il vous permettra aussi de **comparer les performances des systèmes proposés** par les installateurs.

Dans la réalité, il varie tout le temps en fonction des besoins de la maison et de la température de la source froide (air, eau, sol). Par exemple si on puise l'énergie dans l'air, la température oscillera considérablement tout au long de la saison de chauffe faisant varier du même coup le COP instantané.

Pompe à chaleur = PAC

Comment améliorer le COP de sa pompe à chaleur ?

Le COP est fonction de la différence de température entre la source froide et la source chaude : plus cette différence est faible, plus le COP est élevé. On cherche donc à augmenter la température de la source froide et à diminuer la température de la source chaude.

Comment faire ?

1- Diminuer la température du système d'émission de chaleur (source chaude)

Lors d'une construction : faire le choix d'un plancher chauffant basse température (température de fonctionnement aux alentours de 35°C contre 60°C environ avec des radiateurs classiques).

2. Dimensionner la puissance du compresseur

3. Optimiser la source froide

Pompe à chaleur = PAC

Un impact environnemental non négligeable

Tout d'abord, **une PAC ne peut être considérée comme une énergie renouvelable car elle nécessite de l'électricité** (pour le compresseur), énergie réalisée en France à près de 90 % par des sources d'énergies fissiles ou fossiles non renouvelables (uranium, pétrole, gaz, charbon).

D'autre part, **pour chaque kWh électrique distribué, il aura fallu près de 3 kWh d'énergie pour sa production**, lié au rendement des centrales nucléaires ou thermiques et aux pertes de distribution lors du transport. Pour être valable énergétiquement, il faudra donc que le COP moyen soit bien supérieur à 3.

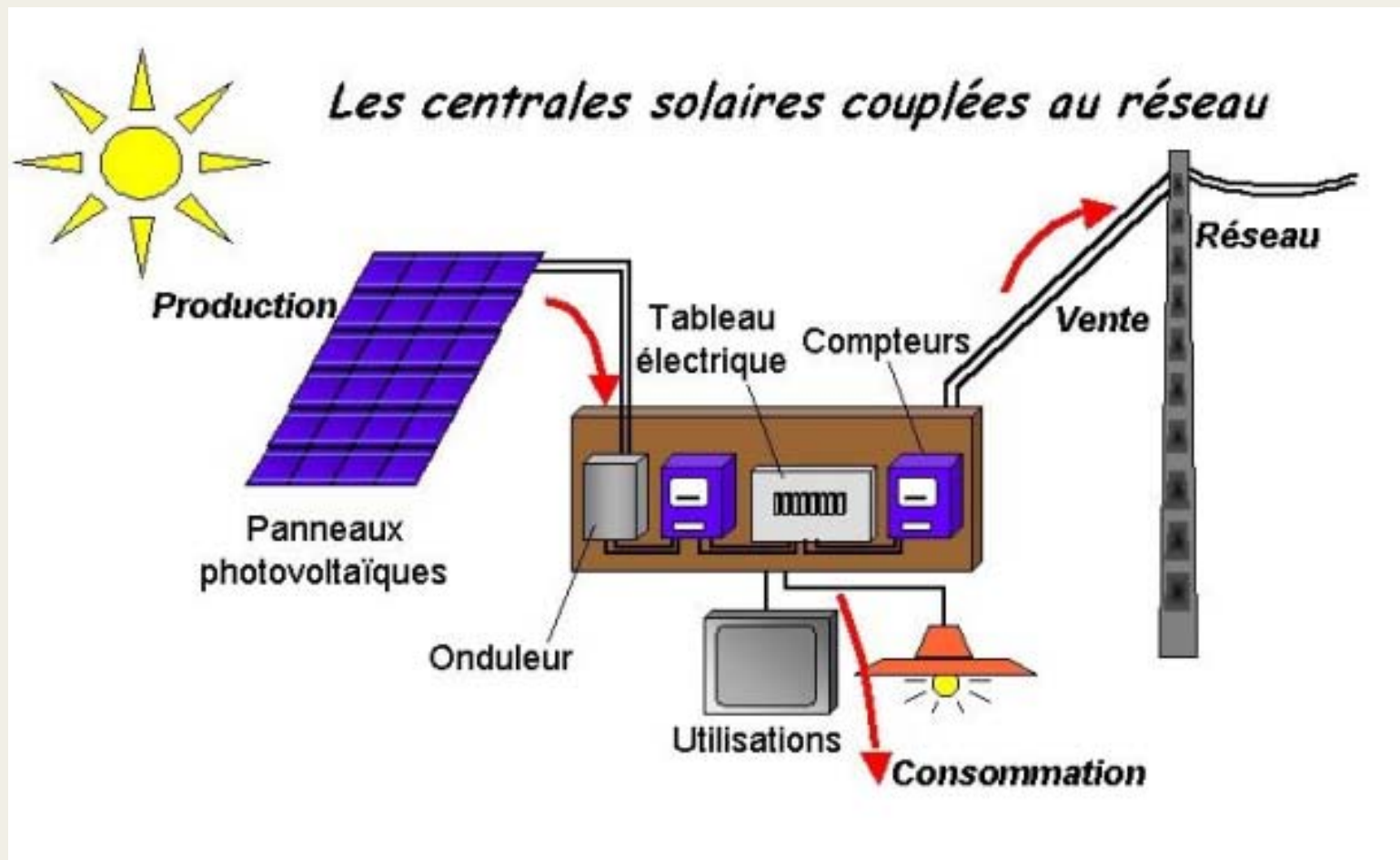
Ensuite, en hiver, une partie de l'électricité est fabriquée par des centrales thermiques (fuel, gaz, charbon) en France ou de pays voisins fortement émettrices de CO² (les centrales nucléaires ne peuvent fournir toute l'électricité à ces périodes de pointe). **Une PAC aura donc alors un impact négatif sur l'effet de serre.**

Enfin, la plupart des PAC contiennent un fluide frigorigène ayant un pouvoir de gaz à effet de serre allant de 1300 à 3600 fois plus élevé que le CO₂. Des fuites de ce fluide peuvent être constatées tout au long de sa vie (de 3 à 10 % suivant le système) et lors de son recyclage (25 %).

L'électricité renouvelable

Le photovoltaïque

1• Configuration en site raccordé au réseau



Le photovoltaïque

1• Configuration en site raccordé au réseau

L'énergie produite par les capteurs solaires est :

- **soit intégralement vendue au réseau** : production et soutirage sont indépendants
- **soit partiellement injectée au réseau** : seule l'énergie solaire non consommée sur place est vendue au réseau. Le soutirage reste indépendant.
- **soit utilisée intégralement en auto-consommation**, ce qui permet de diminuer l'énergie appelée du réseau. L'énergie solaire qui ne serait pas consommée est cependant injectée au réseau, mais sans être vendue.

Le photovoltaïque

2• Configurations en site isolé

Avec stockage sur batterie (sans groupe électrogène) : cas typique d'un refuge ayant des besoins d'éclairage.

En journée les capteurs rechargent les batteries et contribuent à l'alimentation des appareils.

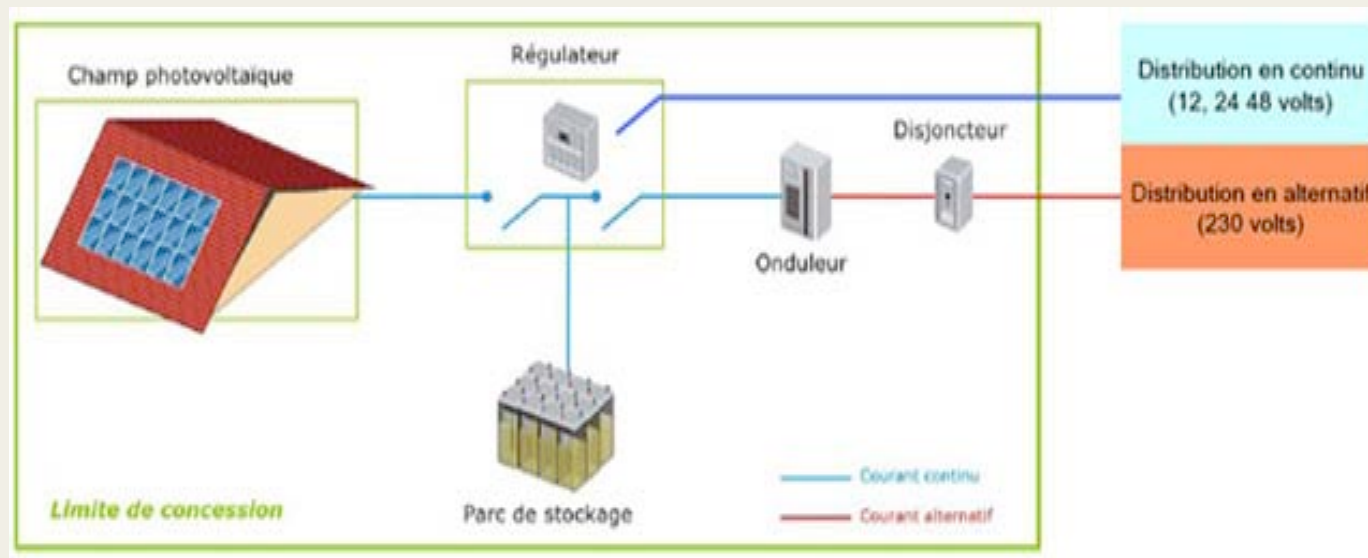
Les batteries prennent le relais lorsque les capteurs ne produisent plus suffisamment..

Lorsque les batteries sont déchargées, il n'y a plus d'électricité.

L'électricité renouvelable

Le photovoltaïque

2• Configurations en site isolé



L'électricité renouvelable

Le photovoltaïque

ENERCOOP : production d'électricité renouvelable

Enercoop est **un fournisseur d'électricité d'origine 100% renouvelable** auprès des particuliers, professionnels et collectivités : il propose donc une offre de fourniture d'électricité adaptée à chacun.

[> Espace Consommation](#)

Enercoop **s'alimente auprès de producteurs indépendants locaux d'énergies renouvelables** : il est donc sûr de l'origine et de la capacité de sa production.

[> Espace Production](#)

L'électricité produite par ces producteurs est redistribuée sur le réseau national de distribution d'électricité, et acheminée vers les consommateurs.

[site très instructif d'enercoop](#)

L'électricité renouvelable

L'éolien

Avant d'envisager de produire de l'électricité à partir d'une éolienne, il faut :

- des **vents réguliers et suffisamment forts,**
- **un site dégagé** (les obstacles génèrent des turbulences qui perturberont le fonctionnement de l'éolienne, donc sa production)

La vitesse du vent augmente avec la hauteur, les formalités administratives également !

- Jusqu'à 12 mètres, une simple déclaration de travaux en mairie est nécessaire.
- Au delà, il faut un permis de construire.



L'éolien

Comment estimer la puissance d'une petite éolienne ?

Connaissant la vitesse de vent la plus probable en un lieu, il est possible de déterminer la puissance électrique théorique d'une petite éolienne par la formule simplifiée : $P = 0,2 \times S \times V^3$

P = la puissance en W

S = surface balayée par les pales en m²

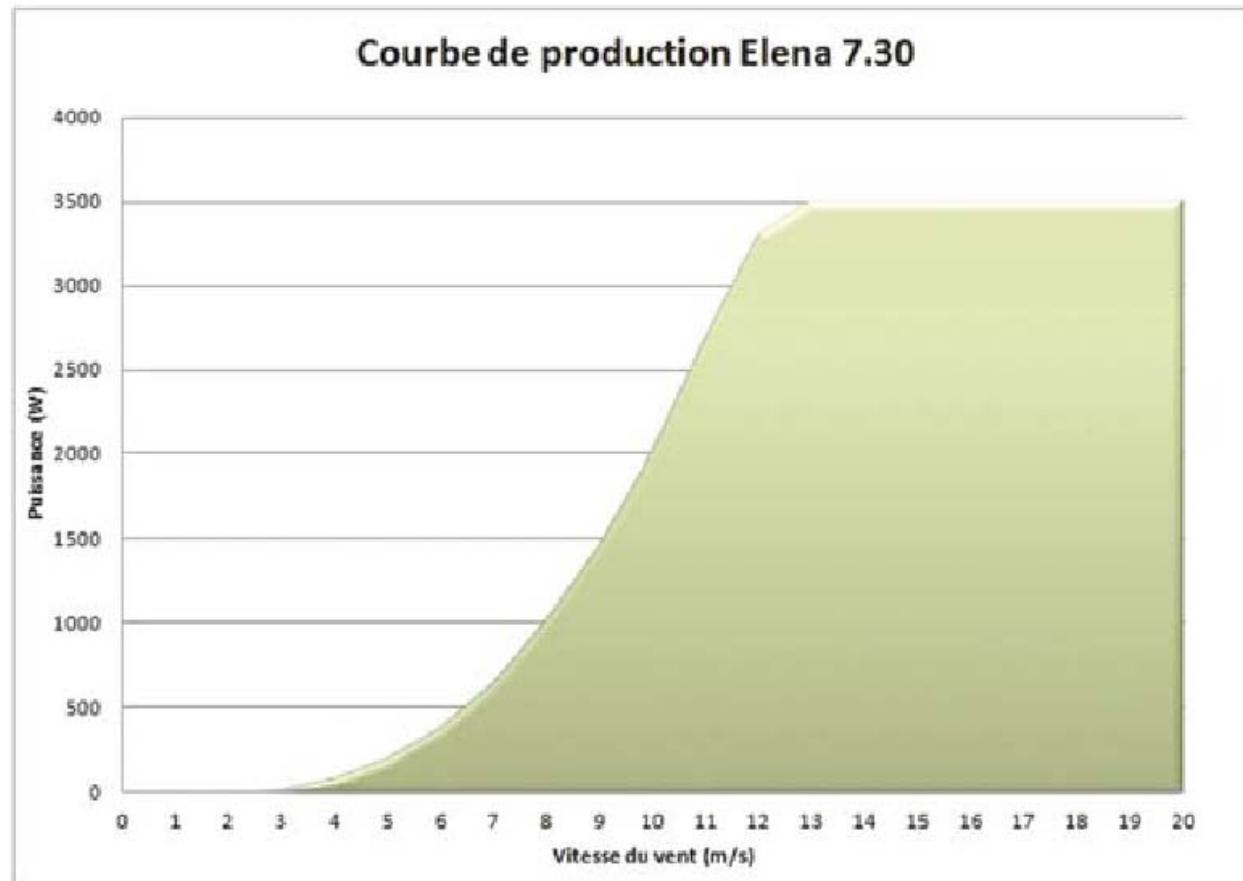
V³ = le cube de la vitesse en m/s

Exemple : pour une éolienne dont les pales ont un diamètre de 3 m et la surface balayée : $S = (\pi) r^2$; soit $1,52 \times (\pi) = 7 \text{ m}^2$.

Pour un vent moyen de 5 m/s (soit 18 km/h, il suffit de multiplier la vitesse en m/s par 3,6 pour l'obtenir en km/h) la vitesse au cube est de 125.

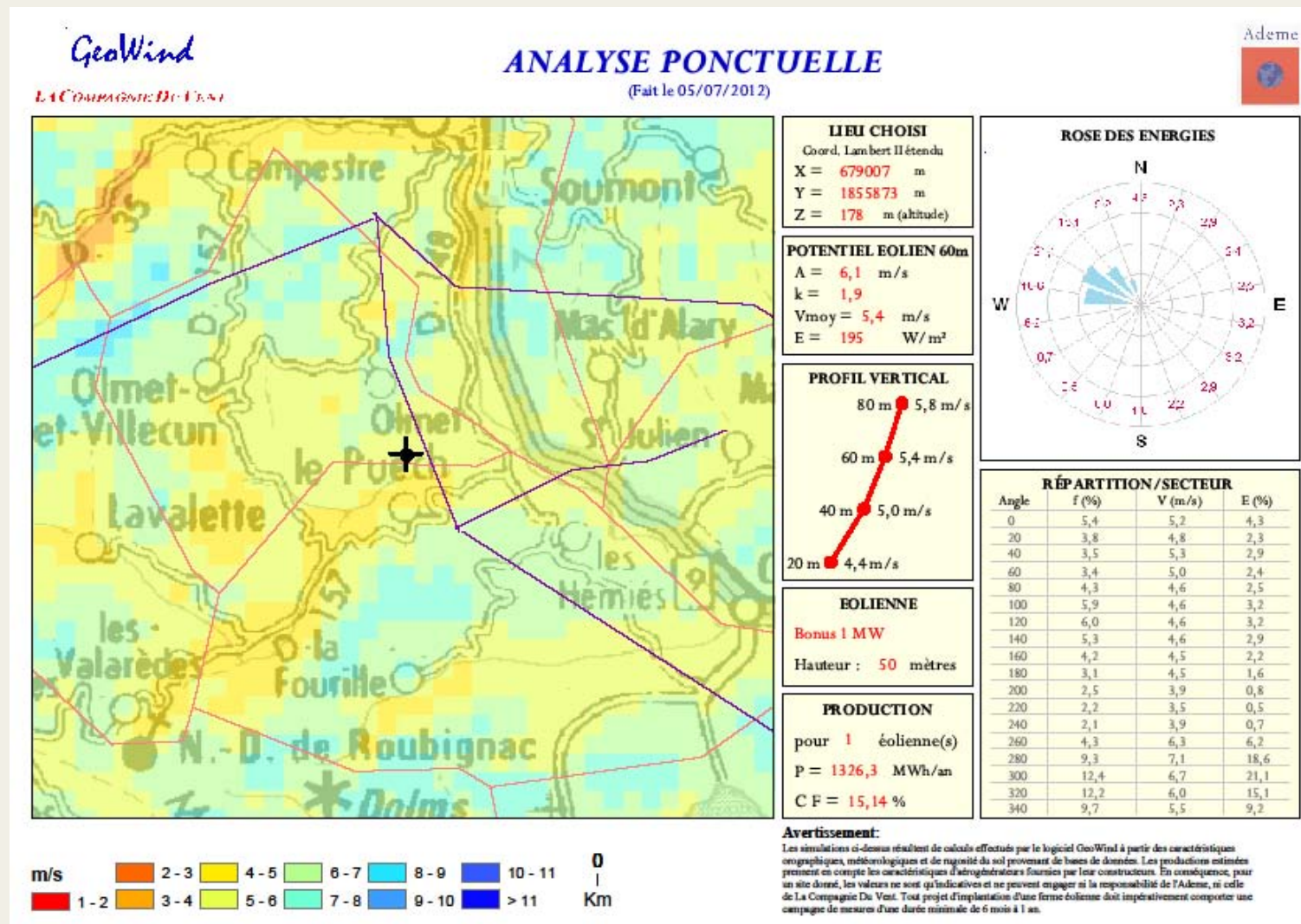
D'où une puissance $P = 0,2 \times 7 \times 125 = 175 \text{ W}$

L'éolien



L'électricité renouvelable

L'éolien



L'éolien

Comment estimer la quantité d'énergie produite en un an ?

Durant les 8760 heures d'une année, l'éolienne tournera plus ou moins vite et plus ou moins longtemps. A certains moments elle pourra être à l'arrêt.

Sur un site favorable, il est admis qu'une éolienne produit en un an comme si le vent soufflait durant 2500 à 3000 heures à la vitesse estimée précédemment.

Dans notre exemple, l'éolienne de 175 W produirait $175 \text{ W} \times 3000 \text{ h} = 525 \text{ kWh/an}$.

L'électricité renouvelable

L'éolien

Exemples de docs disponibles dans la dropbox : [La bibliothèque du Claux](#)



L'éolien

Autoconstruire une éolienne type Pigott avec tripalium

Aérogénératrice à alternateur
discoïde.

Eoliennes de 1,2m - 1,8m - 2,4m -
3,0m - 3,6m - 4,2m de diamètre



L'éolien

Conclusion sur l'éolien

Avant d'investir dans de l'éolien, il faut une **bonne connaissance du potentiel venteux local, estimer ses besoins en électricité** et la part que pourra couvrir l'éolienne.

C'est alors que la décision pourra se prendre **si le rapport achat d'électricité évité / investissement, convient ou non.**

Méthanisation : le deux en un

Principes de fonctionnement

La méthanisation est **une fermentation naturelle** en absence d'oxygène (digestion bactérienne anaérobie) **de la matière organique**.

Celle-ci est dégradée partiellement par l'action combinée de plusieurs types de micro-organismes.

Cette réaction produit

- une **énergie renouvelable** : le biogaz
- un **fertilisant** : le digestat