

## Sommaire

Page 1	introduction
Page 2 à 10	la conception d'une maison bioclimatique
Page 11 à 12	comparatif des résistances thermiques de différente paroi
Page 13 à 15	l'autonomie électrique
Page 16 à 18	l'électricité solaire
Page 19 à 22	l'électricité éolienne
Page 23	l'hydroélectricité
Page 24 à 25	l'autonomie en eau
Page 26 à 30	se chauffer avec les énergies renouvelables
Page 31	les isolants biologiques les plus courants

1

### Source et documentation utilisé :

Livre : la maison des (néga)watts édition terre vivante.

Les clefs de la maison écologique édition terre vivante.

De la maison autonome à l'économie solidaire, de Patrick Baronnet.

### Entreprise et organisme :

Les guides pratique de l'ADEME (agence de l'environnement et de l'énergie)

Documentation fournie par Energie Environnement 74.

Le Réseau sortir du nucléaire

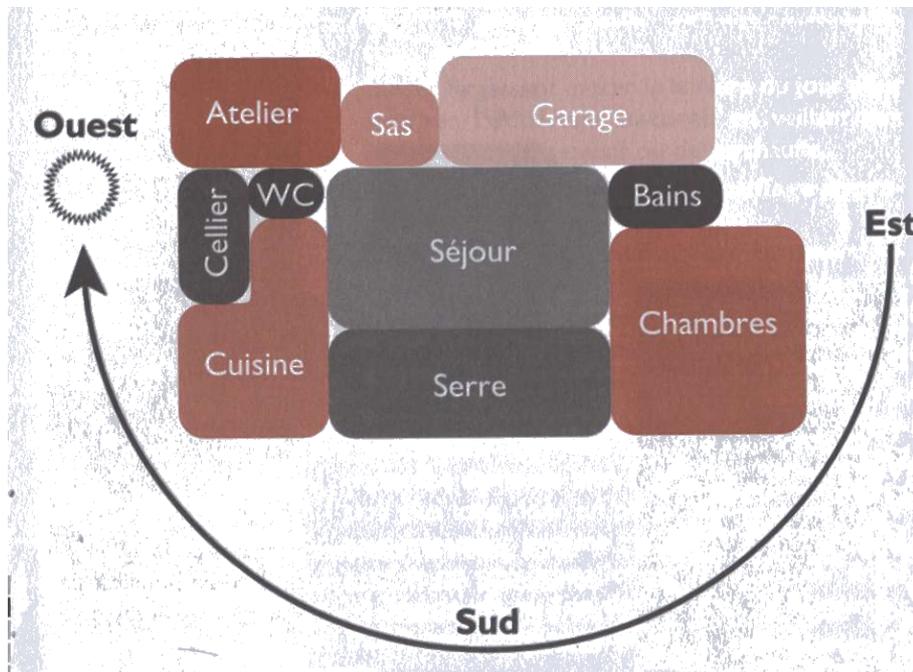
L' éco construction l'habitat naturel ( fournisseur de matériaux biologique)

## *La conception d'une maison bioclimatique.*

### *1°/L'orientation et la disposition des pièces de la maison :*

La conception d'une maison bioclimatique est très importante, il faut veiller en premier lieu à son orientation vis à vis du terrain dont on dispose et des points cardinaux. Les pièces où l'on vit seront orientées au sud comme la cuisine, le séjour et la véranda, ainsi elles bénéficieront au maximum des rayonnements solaires. Au contraire le garage ainsi que le cellier et la chaufferie seront orientés coté Nord, les chambres seront plutôt du coté Est de façon à ce qu'elles soient à l'ombre les après midi d'été. La serre ou véranda à une place importante dans la maison bioclimatique car elle permette un apport de chaleur non négligeable en hiver par contre il est conseillé de planter des arbres à feuillage caduc pour protéger la véranda du soleil d'été. Pour protéger la façade Nord de la maison il est judicieux de planter une haie à feuillage persistant qui servira de coupe vent l'hiver.

Le plan ci dessous représentant une disposition type des pièces d'une maison bioclimatique.



En plus de la véranda il est important de bien disposer les fenêtres, éviter au maximum le coté Nord pour privilégier le Sud. Des vitrages bien disposés sur une façade permettent de faire des économies en chauffage et en lumière. Les rayons du soleil frappent les vitres en hivers et contribuent comme la véranda au chauffage de la maison par contre, en été il va de soit qu'il faut fermer les volets pour garder la fraîcheur.

Lors de la réalisation de plan, il faut veiller à ce que la maison reste le plus possible compacte. Car contrairement à ce que l'on peut penser deux maisons de même surface et de même volume mais de forme différente n'ont pas la même consommation d'énergie. Plus la surface des murs est faible moins elle consomme.

Pour avoir une bonne compacité il faut qu'une maison est un coefficient de compacité inférieure à 0,7. Ce résultat est le rapport entre la surface des murs extérieurs et le volume de la maison.

Le tableau ci-dessous compare la consommation de chauffage de trois types de maison de conception différente.

	<b>maison classique</b>	<b>maison bien orientée</b>	<b>maison bioclimatique</b>
<b>surface</b>	100m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
<b>volume</b>	250m <sup>3</sup>	250m <sup>3</sup>	250m <sup>3</sup>
<b>température en hiver</b>	19°C en permanence	19°C le jour 15°C la nuit	19°C le jour 15°C la nuit
<b>vitrages</b>	16m <sup>2</sup> dont 3.2m <sup>2</sup> au sud	16m <sup>2</sup> dont 11.2m <sup>2</sup> au sud	28m <sup>2</sup> dont 22m <sup>2</sup> au sud
<b>la nuit en hiver</b>	volet ouvert	volet fermé	volet fermé
<b>le jour en été</b>	volet ouvert	volet fermé à 85%	volet fermé à 85%
<b>isolation des murs</b>	7 cm intérieur	7 cm intérieur	10 cm extérieur
<b>isolation en toiture</b>	14 cm	14 cm	20 cm
<b>besoins en chauffage et climatisation</b>	14300KWh	9420KWh	5070KWh

Une maison bien orientée et bien conçue permet de faire 60% d'économie.

### 2°/Les matériaux biologiques employés

En ce qui concerne les matériaux de construction du gros œuvre il n'y a pas de préférence chaque matière à ses bons et mauvais cotés par exemple une maison ossature bois va avoir moins de pont thermique qu'une maison traditionnelle en pierre mais les murs auront beaucoup moins d'inertie. L'inertie est la capacité qu'un matériau a à stocker la chaleur pour la retransmettre ensuite. Il n'y a pas que la pierre et le bois comme matériaux de construction biologique, il existe aussi des maisons en terre (Gers), en paille, en bois cordé ou encore les maisons en pan de bois et torchis, et plus ressemblant les maisons en briques monomur.

L'isolation est aussi un facteur primordial pour faire un maximum d'économie ; dans une maison bioclimatique on essaie d'utiliser au maximum des isolants biologiques comme le chanvre, la laine de mouton, la ouate de cellulose, le liège et la paille ; le problème est que ces matériaux sont assez cher car ils ne sont pas encore des produits de masse pourtant leurs qualités thermiques et phoniques sont très bonnes. (Voir documentation à la fin du dossier.)

### 3°/ Choisir un vitrage adapté :

Dans le cadre d'une maison bioclimatique il ne suffit pas d'isoler parfaitement les murs et le toit. Il faut penser aussi au vitrage, dans ce type de maison le nombre de m<sup>2</sup> de baie vitrée est augmenté pour bénéficier au maximum des rayons solaires c'est pour cela qu'il faut être vigilant sur le type de vitrage à employer.

Comparatif thermique entre les différents types de vitrage :

- \_ Simple vitrage :  $K=5.7W/m^2$
- \_ Double vitrage classique :  $K=3.2W/m^2$
- \_ Vitrage isolation renforcée avec lame d'air :  $K=2.1W/m^2$
- \_ Vitrage à isolation renforcé et avec lame d'argon\* :  $K=1.3W/m^2$

\*l'argon est un gaz inerte sans danger.

Avec des vitrages à isolation renforcée avec lame d'argon on peut faire des économies d'énergie allant jusqu'à 5322 KWh par an, en comparaison avec du simple vitrage cela représente environ un mois de chauffage en hiver. Pour ce qui est du prix, il faut compter environ 12 euros de surcoût au m<sup>2</sup> par rapport à un double vitrage classique.

## Les différents types de constructions bioclimatiques

### 1°/La construction en bottes de paille :

- Cette technique de construction est utilisée depuis plus de cent ans aux Etats Unis. En France la plus vieille maison en botte de paille recensée est âgée de 80 ans, près de Montargis. Ce type de construction est encore peu connu mais il n'est pas difficile de trouver des maisons en paille près de chez soi, bien souvent elles sont recouvertes d'un enduit ou d'un bardage bois donc il est difficile de savoir s'il s'agit d'une maison traditionnelle ou en paille. Il faut savoir que l'épaisseur d'une botte de paille équivaut à 30 cm de laine de verre donc ce type de construction a de bons atouts.

### A/ Il existe trois modes de construction :

#### La technique NEBRASKA :

Cette technique consiste à prendre des bottes de paille en sandwich entre une sablière haute et la dalle béton à l'aide de grandes tiges filetées encrées dans la dalle béton une fois enfilées on sert les écrous, l'ensemble est ainsi rigidifié. Pour ce type de construction il n'y a pas besoins de mortier entre les bottes. Pour ce qui est de la finition des murs intérieurs, extérieurs presque tout est possible enduit à la chaux, bardage pour les murs extérieurs ; enduit à la terre ou doublage en fermacell et cela pour les modes de construction.

#### La technique maçonnée :

Cette technique consiste à maçonner les bottes de paille comme des parpaings à l'aide d'un béton constitué de chanvre, de paille, de chaux et de sable.

## La technique avec ossature bois :

Cette technique consiste à monter une ossature en bois de type poteau poutre. L'espace entre les poteaux sera rempli par les bottes de paille qui sont-elles mêmes séparé par un montant en 4 x 20 (elles auront été trillées auparavant de façon à ce quelles aient la même longueur.) Entre chaque ranger de botte, un tasseau sera fixé horizontalement sur l'ossature les montants en 4 x 20 en comprimant la botte. Ce procédé n'a pas besoin de joints en mortier entre les différentes épaisseurs.

## B/ législation :

La maison paille est soumise comme toutes les maisons aux lois de la construction. Il faut déposer une demande de permis de construire à la mairie et prendre les services d'un architecte si la maison fait plus de 170 m<sup>2</sup> habitable. La construction en bottes de paille est réalisable seulement en auto construction car il n'existe pas encore de garantie décennale ou de texte de référence en France. Seul la structure en bois peut être réalisée par une entreprise. Au niveau des assurances il faut bien vérifier que le contrat n'exclut pas les matériaux non certifier comme la paille. Pour ce qui est du coût de ce type de construction, il peut descendre de moitié par rapport à une maison traditionnelle du fait de l'auto construction.

## *2°/ la construction en brique monomur :*

La brique monomur est une brique en terre cuite qui à la différence de la brique classique a plus d'alvéoles et sont verticales au lieu d'être horizontales. La grosse différence entre avec un mur classique est qu'il n'y a plus besoins d'isolant la brique est crépie côté extérieur, et enduit au plâtre à l'intérieur.

En ce qui concerne la pose, les joints sont maçonnés soit en mortier traditionnel, une bande de mortier intérieur et extérieur séparé par une bande d'isolant cela pour éviter les ponts thermiques, soit avec de du mortier à joint mince qui est appliqué avec un rouleau spécial. Avec ce type de brique il n'y a plus de joint vertical, elles s'encastrent les unes dans les autres.

### 3°/La construction en bois cordé :

Il ne faut confondre la maison en bois cordé avec la maison en rondin. Le mur en bois cordé est constitué de bûche de bois de quarante centimètres de longueur qui sont empilés à la façon d'un tas de bois classique et reliés par du mortier. L'essence de bois utilisé n'a pas d'importance ainsi que leur forme. Elles peuvent être fendues ou rondes, la seule précaution à prendre est d'utiliser des bûches bien sèches. Pour ce qui est du mortier, il est posé juste aux extrémités de la bûche à environ dix centimètres de chaque bout. Le vide laissé au milieu servira pour l'isolation. Plusieurs types de mortiers peuvent être utilisés mais le mélange de base est cinq seaux de sable, quatre de sciure, deux de ciment et un de chaux. Le rôle de la sciure est d'empêcher le mortier de durcir trop vite ce qui le ferait craquer par la suite.

Tous types d'isolant peuvent être utilisés pour mettre entre les bûches il y a une préférence tous de même pour les copeaux de bois car ils se glissent facilement entre les bûches.

La construction en bois cordé est simple mais demande beaucoup de temps à la réalisation.

#### 4°/la construction ossature bois.

##### A/La maison passive ossature bois méthode germanique.

La maison passive est une maison qui n'a besoin d'aucune source d'énergie pour être chauffée. Pour cela il faut limiter au maximum les ponts thermiques et donc diminuer la présence de bois à l'intérieur des murs. C'est pour cela que les montants des maisons passives sont en poutre en I (deux 6,5 x 4,5 ou 8 x 4 reliés par une âme, soit en tripli, en bois ou en panneau de fibre dure de type isorel.) Il faut aussi qu'aucune pièce de bois ne traverse les murs. Le solivage est posé sur boîtiers eux-mêmes fixés sur les montants, la poutre porteuse et le faîtage sont sur poteaux, il n'y a en générale pas de panne mais des chevrons porteurs. (voir détails)

Il faut savoir que la maison passive doit aussi être étanche à l'air, c'est pour cette raison que tous les joints de panneaux, les entourages de fenêtre, et les angles de mur sont scotchés. Comme la maison est totalement étanche à l'air, pour éviter tous problèmes de moisissure, l'aération de la maison se fait par une VMC spéciale de type double flux (caloduc.) Le principe de cette VMC est d'extraire l'air vicié vers un caisson où il va transmettre sa chaleur à l'air froid venant de l'extérieur.

Pour être considéré comme passive, les murs doivent avoir un coefficient K équivalent à  $0,1 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . L'isolant employé dans ce type de maison est la cellulose sous forme de floquons soufflés dans les parois. Il faut savoir qu'en France il est autorisé que douze centimètres de cellulose en paroi verticale alors qu'en Allemagne c'est illimité. Pour ce qui est des ouvertures les fenêtres sont vitrées avec du triple vitrage.

Pour la construction de ces maisons on emploie que des matériaux biologiques comme le bois pour les montants de l'ossature, la cellulose et le chanvre pour l'isolation, le paxcell comme sous toiture et pare pluie sur les murs, le fermacell pour les cloisons. Même la silicone est biologique, il est mélangé avec du liège.

## B/La maison bioclimatique ossature bois méthode germanique

C'est le même principe que la maison passive sauf que les murs sont moins épais, les montants sont en bois massif rabotés quatre faces avec un pourcentage d'humidité compris entre 12 et 14%. Ces montants ne dépassent pas les vingt centimètres de largeur. La conception des murs et de la charpente change un peu. (Voir détail.) Les performances de cette maison sont moins bonnes qu'une maison passive mais elles tout de même très satisfaisante. Contrairement à la France, en Allemagne ce type de maison est subventionné par l'état. Une fois terminée la maison est soumise à des testes de façon à voir si elle est conforme au niveau des déperditions convenues au préalable. Dans ce cas seulement la subvention est délivrée.

La perspective ci contre montre le principe de base d'une maison à faible déperdition allemande. Sous chaque chevron se trouve un montant et sous chaque montant est fixé une solive à l'aide d'un boîtier métallique à ailette intérieure.

## **comparatif des résistances thermiques de différente paroi**

mur ossature bois de type maison passive

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m²°C/w
pavatex 5cm	0.050	0.050	1.00000
isofloc	0.3	0.037	8.10811
plâtre	0.0125	0.7	0.01786
tripli	0.015	0.13	0.11538
homatherme	0.06	0.04	1.50000
résistance superficielle			0.17
Résistance total			10.91134987
coef K en W/m²°C			<b>0.091647689</b>

mur ossature bois faible déperdition crépi

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m²°C/w
pavatex 5cm	0.05	0.05	1.00000
isofloc	0.2	0.037	5.405405405
tripli	0.015	0.13	0.115384615
plâtre	0.0125	0.7	0.017857143
homatherme	0.06	0.04	1.5
résistance superficielle			0.17
Résistance total			8.208647164
coef K en W/m²°C			<b>0.121822754</b>

mur ossature bois faible déperdition bardé

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m²°C/w
pavatex 22	0.022	0.05	0.44000
isofloc	0.2	0.037	5.405405405
tripli	0.015	0.13	0.115384615
platre	0.0125	0.7	0.017857143
homatherme	0.06	0.04	1.5
résistance superficielle			0.17
Résistance total			7.648647164
coef K en W/m²°C			<b>0.130742075</b>

mur ossature bois classique

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m²°C/w
laine de verre	0.12	0.04	3
tripli	0.01	0.13	0.076923077
lame d'air immobile	0.02	0.023	0.869565217
plâtre	0.0125	0.7	0.017857143
résistance superficielle			0.17
Résistance total			4.134345437
coef K en W/m²°C			<b>0.241876257</b>

mur en brique monomur

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m <sup>2</sup> C/w
enduit	0.02	1.15	0.01739
brique monomur	0.375	0.146	2.568493151
Plâtre	0.02	0.35	0.057142857
résistance superficielle			0.17
		Résistance total	2.813027312
		coef K en W/m <sup>2</sup> C	0.355488905

mur classique en parpaing

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m <sup>2</sup> C/w
parpaing	0.2	0.7	0.28571
isolation	0.1	0.04	2.5
enduit	0.02	1.15	0.017391304
plâtre	0.013	0.7	0.018571429
résistance superficielle			0.17
		Résistance total	2.991677019
		coef K en W/m <sup>2</sup> C	0.334260682

mur en paille

désignation	épaisseur m	coef de conductivité W/m°C	résistance thermique m <sup>2</sup> C/w
enduit intérieur	0.02	1.15	0.017391304
enduit extérieur	0.02	1.15	0.017391304
paille	0.36	0.05	7.20000
résistance superficielle			0.17
		Résistance total	7.404782609
		coef K en W/m <sup>2</sup> C	0.135047854

## L'autonomie électrique

### 1°/Introduction :

Pour être autonome au point de vue de l'électricité, trois solutions existent : l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, l'installation d'une éolienne ou l'installation d'une micro centrale hydraulique. Avant toute chose il faut savoir que lorsque l'on veut utiliser les énergies renouvelables pour fabriquer de l'électricité à un usage privé cela coûte cher, les investissements de départ sont lourds et longs à amortir. C'est pour cela qu'il faut bien étudier son projet.

Il est indispensable en premier temps de définir les besoins journaliers de votre foyer en électricité en les réduisant au maximum. La consommation moyenne annuelle d'un ménage français est de 3500 kilowattheures; en diminuant le gaspillage, elle peut assez facilement descendre à 2500 kilowattheures voir moins.

### A/ supprimer les veilles inutiles :

Chaque jour nous pouvons économiser de l'électricité simplement ; par exemple en débranchant les appareils que nous laissons en veille (télévision, chaîne hi-fi, micro onde, magnétoscope, ordinateur). Une télévision et un magnétoscope consomment chacun jusqu'à 20 W en veille.

Téléviseur	8 à 20 W
Magnétoscope	5 à 19 W
Décodeur Canal +	9 à 16 W
Démodulateur d'antenne satellite	13 à 15 W
Lecteur de CD	0 à 21 W
Ampli d'antenne TV individuel	1 à 2 W
Radio-réveil	1 à 3 W
Poste de radio ou radiocassette	0 à 2 W
Chargeur d'accumulateurs vide	1 à 2 W
Téléphone sans fil	1 à 6 W
Téléphone fax	8 à 11 W
Minitel 2	7 W
Répondeur téléphonique	2 à 6 W
Photocopieur	11 à 25 W
Imprimante	0 à 3 W
Fax	10 à 20 W
Lampe halogène	0 à 10 W
Four à micro-onde	2 à 9 W
Horloge de cuisinière électrique	1 à 4 W
Machine à café	2 à 4 W
Brosse à dents électrique	1 à 2 W
Horloge électronique	1 à 3 W
Console vidéo	1 W

En regardant le tableau ci contre on a l'impression que la consommation des appareils en veille est dérisoire, pourtant elle représente une consommation de 400 kWh/an l'équivalent d'un réfrigérateur. En multipliant ce chiffre par le nombre de foyer français on obtient la consommation d'un réacteur nucléaire.

## B/ Choisir son électroménager

Énergie		Lave-linge
Fabricant Modèle		
Économique		A
A		
B		
C		
D		
E		
F		
Peu économique		
G		
Consommation électrique en kWh par cycle	Consommation d'énergie kWh/cycle <small>(sur la base des résultats obtenus pour le cycle blanc 60°C dans des conditions d'essai normalisées)</small> La consommation réelle dépend des conditions d'utilisation de l'appareil	0.95
Pour un lave-linge, l'étiquette donne également l'efficacité de lavage et d'essorage	Efficacité de lavage A plus élevé G plus faible	A B C D E F G
	Efficacité d'essorage A plus élevé G plus faible	A B C D E F G
	Vitesse d'essorage (trs/mn)	1200
	Capacité (blanc kg)	5,0
Consommation d'eau en litre par cycle	Consommation d'eau L	48
Niveau de bruit	Bruit [ dB (A) re 1 pW]	Lavage 51 Essorage 65
Norme EN 60456 Directive 95/12/CE relative à l'étiquetage des lave-linge		

C'est la même chose pour l'électroménager, il existe une classification qui va G à A+, la différence de consommation entre ces deux extrêmes n'est pas négligeable. L'écart de prix est vite récupéré en économie d'énergie. Cette classification est souvent apparente sous forme d'autocollant collé directement sur la machine. Pour consommer moins il faut éviter certain comportement, comme laisser un réfrigérateur et un congélateur avec une couche de plus de 3 mm de givre. Cela entraîne une surconsommation de courant pouvant atteindre 30%.

Lorsqu'on utilise les énergies renouvelables il faut aussi faire quelques concessions en supprimant les appareils électriques non indispensables comme le lave vaisselle, le sèche linge et en remplaçant le four électrique par un four à gaz. Il est aussi inconcevable de chauffer à l'électricité.

## C/ Changer ses ampoules :

Lorsque l'on choisit une ampoule il faut regarder premièrement sa consommation en watt mais aussi son flux lumineux en lumens par exemple une ampoule à incandescence de puissance 75 watt va dégager 960 lumens alors qu'une ampoule fluo compact aura une puissance de 15 watt avec presque le même flux lumineux. En plus sur la durée de vie d'une ampoule fluo compacte qui est d'environ dix ans contre 1 an pour les ampoules traditionnelles, on peut faire une économie de cent euros. Il est conseillé aussi d'éviter les halogènes qui consomment beaucoup d'énergie.

En observant le tableau ci dessous on voit qu'il est possible de faire 60% d'économie sur l'énergie et l'eau, par une meilleure conception de l'habitat, et avec des équipements économes et des comportements moins gaspilleurs.

Maison « négawatt » : maison où tout est mis en œuvre pour consommer moins.

	Maison « standard »		Maison « négawatt »	
Chauffage <sup>2</sup>	Conception traditionnelle et convecteurs électriques	7 850 F	Conception bioclimatique et chaudière gaz	2 200 F - 72 %
Climatisation <sup>3</sup>	Équipement de climatisation	1 780 F	La climatisation est inutile	0 F - 100 %
Éclairage <sup>4</sup>	Ampoules classiques + lampe halogène	650 F	Lampes fluocompactes systématiques	200 F - 69 %
Électro-ménager <sup>5</sup>	Équipement classique	1 900 F	Appareils économes	1 425 F - 25 %
Énergie cachée (veille) <sup>6</sup>	60 W en permanence	380 F	30 W en permanence	190 F - 50 %
Cuisine <sup>7</sup>	Plaques et four électriques	900 F	Cuisine au gaz + comportement économe	270 F - 70 %
Chauffage de l'eau sanitaire <sup>8</sup>	Cumulus électrique	2 280 F	Capteurs solaires et complément chaudière gaz	980 F - 57 %
Eau froide <sup>9</sup>	240 m <sup>3</sup> par an	4 080 F	Appareils et comportement économe	2 450 F - 40 %
	<b>Total maison « standard »</b>	<b>19 820 F</b>	<b>Total maison « négawatt »</b>	<b>7 715 F - 61 %</b>
			<b>Gain financier annuel</b>	<b>12 105 F</b>

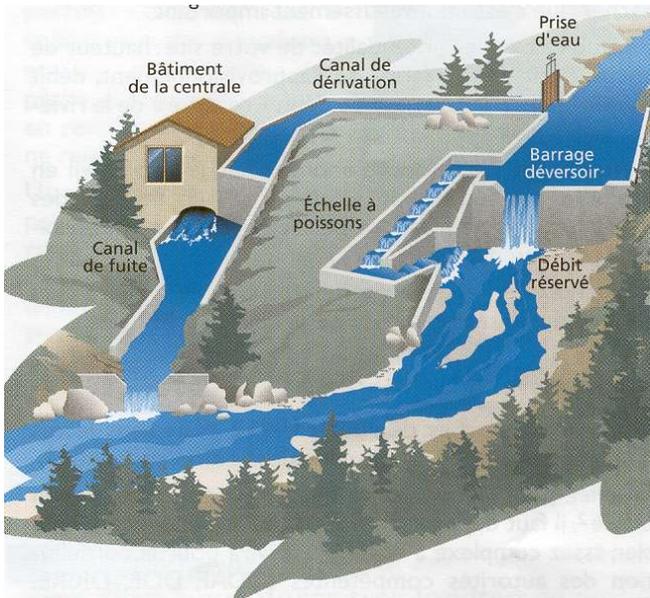
Le  
pou  
doux.

conomies que l'on  
nt encore des

	Potentiel d'économies en TWh/an (milliards de kWh/an)	Équivalent en nombre de réacteurs nucléaires de 1000 MW
Diffusion de lampes basse consommation dans les logements	7 TWh/an	1,2
Éclairage performant dans les bureaux	8 TWh/an	1,4
Réfrigérateurs et congélateurs à basse consommation	11 TWh/an	1,9
Mesures limitant la pénétration du chauffage électrique	3 TWh/an	0,5
Substitution des chauffages électriques existants	10 TWh/an	1,8
Isolation renforcée des logements et bâtiments anciens	11 TWh/an	2,0
50 % en moins de dispositif de veille dans les ménages	3,5 TWh/an	0,6
Bureautique plus performante	2,5 TWh/an	0,4
Amélioration des équipements du tertiaire (auxiliaires, climatisation)	5 TWh/an	0,9
<b>Total</b>	<b>61 TWh/an</b>	<b>10,7</b>



*la production d'électricité  
grâce aux énergies  
renouvelable*

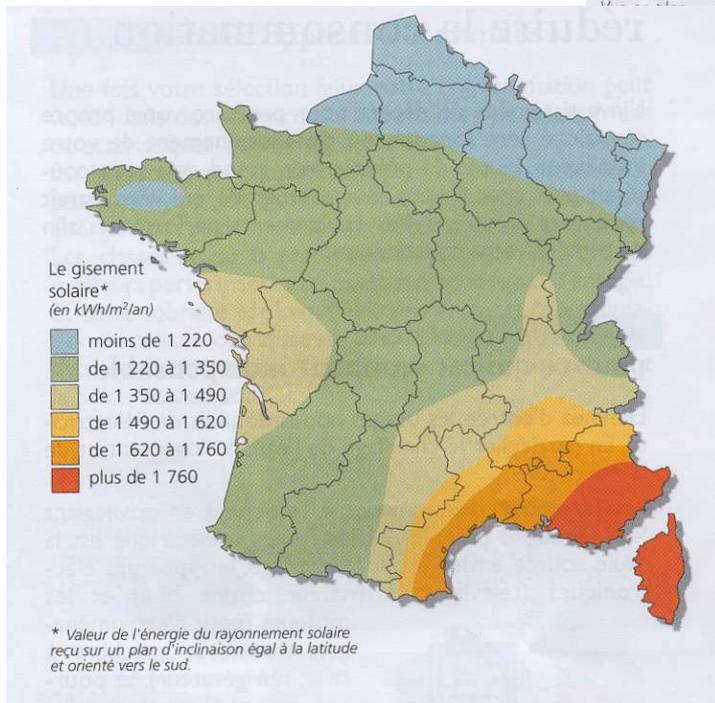
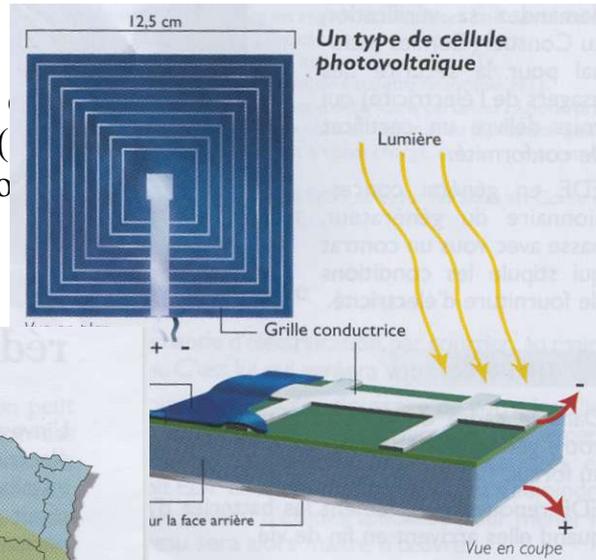


*Electricité solaire*

## 1°/Généralité :

La lumière du soleil est une énergie gratuite et renouvelable, elle peut être directement transformée en électricité par des panneaux photovoltaïques, sans pièces tournantes et sans bruit. L'électricité produite peut être soit stockée dans des batteries, soit convertie par un onduleur pour être distribuée aux normes sur le réseau.

Un panneau photovoltaïque est composé de matériaux semi-conducteurs (silicium) qui convertissent directement la lumière du rayonnement solaire en électricité.



Les panneaux photovoltaïques peuvent être installés aussi bien sur les toitures que sur les abris des véhicules. Ils sont sensibles aux dégradations et aussi aux ombres. Dans ce cas ils sont soit posés sur le toit au-dessus du matériau de couverture ou alors il existe des systèmes faisant office de couverture. Pour avoir un rendement optimal sur une toiture il faut une pente de 30° orientée plein Sud. Au sol ils sont un peu plus exposés mais il est possible de les monter sur un axe de façon à ce qu'ils suivent la rotation du soleil ce qui augmente leur rendement.

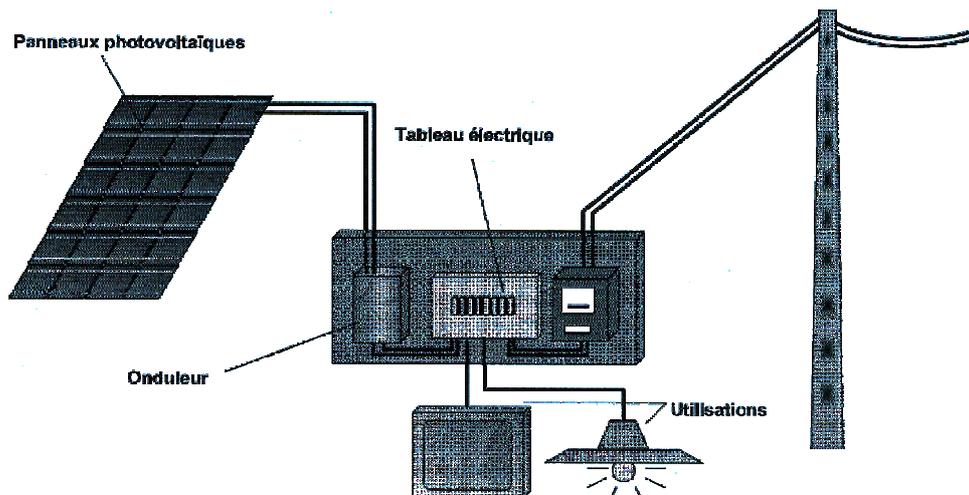
Les panneaux n'ont pas besoin d'entretien spécifique, et ont une durée de vie de trente ans. Ils peuvent être installés dans toutes les régions de France, il suffit juste d'augmenter le nombre de panneaux au Nord par rapport au Sud pour avoir la même puissance. (voir carte ci-dessus)

## 2°/Installation autonome :

Si l'énergie solaire doit assurer la totalité des besoins en électricité d'un site, il est nécessaire de stocker pour les périodes non ensoleillées. Ce stockage est généralement assuré par des batteries au plomb. Un régulateur les protège contre les surcharges ou les décharges profondes. Le problème est que le

stockage en batterie coût cher, il existe une solution pour y palier mais la maison ne sera plus vraiment autonome ; celle ci est mise en place par l'association Hespul. Elle consiste à être relié au réseau EDF. Lorsque l'installation produit plus d'énergie que les besoins de la maison le surplus est racheté par votre fournisseur en électricité au tarif de 0.15 euros le KWh. La nuit ainsi quand période de faible ensoleillement ou lors d'un grand besoin d'électricité la maison bénéficie du courant du réseau. (voir doc Perseus)

Une centrale Hespul composée d'un peu moins de 10 m<sup>2</sup> de panneaux d'un onduleur et des accessoires et délivrant 1.1 KWc revient à 7500 Euros et subventions comprises, elle peut revenir à 3800 Euros (25000 F TTC). Le contrat passé avec le fournisseur en électricité est de vingt ans. Autrement si l'on veut une installation autonome il faut compter environ 20m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques, pour un coût de 40000 euros panneaux, onduleur, et batteries.



## L'énergie éolienne

### 1°/Historique :

L'ancêtre de l'éolienne est apparu au septième siècle, c'était le moulin à vent. Ce n'est qu'en 1870, que le Nord Américain Start Perry conçoit un aéromoteur qui connaîtra le succès dans les exploitations agricoles pour le pompage et le drainage. La roue de 1 à 3 mètres de diamètre dotée de 100 à 150 ailettes entraînait par l'intermédiaire d'un vilebrequin un moteur à piston. Quelques années plus tard, ce type d'éolienne fut couplé à des générateurs d'électricité et deviendra ainsi un aérogénérateur. En 1927 le Français G Darrieus met au point une éolienne munie d'un rotor bipale à axe vertical de 20 m de hauteur et 10 KW de puissance. De nos jours, la majorité des éoliennes sont munies de rotor bipale et tripale à axe horizontal. En 2002 la capacité de production d'énergie éolienne en Europe a atteint 23056 MW dont Allemagne 12001 MW, l'Espagne 4830 MW, le Danemark 2880 MW. La France arrive bien loin derrière ses confrères européens malgré un bon potentiel de site.

### 2°/Le principe de l'éolienne

A l'extrémité d'un mat convenablement dimensionné un rotor muni de deux ou trois pales actionnent une génératrice de courant. La génératrice transforme l'énergie mécanique en énergie électrique quand le vent est suffisamment puissant. Un onduleur permet d'obtenir un courant aux qualités constantes utilisables par les appareils électriques et cela malgré les variations du vent.



Lorsque le vent fait totalement défaut, on pallie à cela grâce à des batteries. Le nombre de batteries dépend ; de l'autonomie d'électricité que l'on veut en cas d'absence totale de vent, et de la consommation journalière en électricité (sachant que l'on diminue au maximum la consommation lors de manque de vent.) En général on opte pour une durée de trois jours. On peut utiliser trois types de batterie :

\_Les batteries de voiture seront plus adaptées pour une maison secondaire ou les besoins électrique sont moindres.

\_Les batteries de camions seront plus adaptées pour une maison principale nom relié à EDF

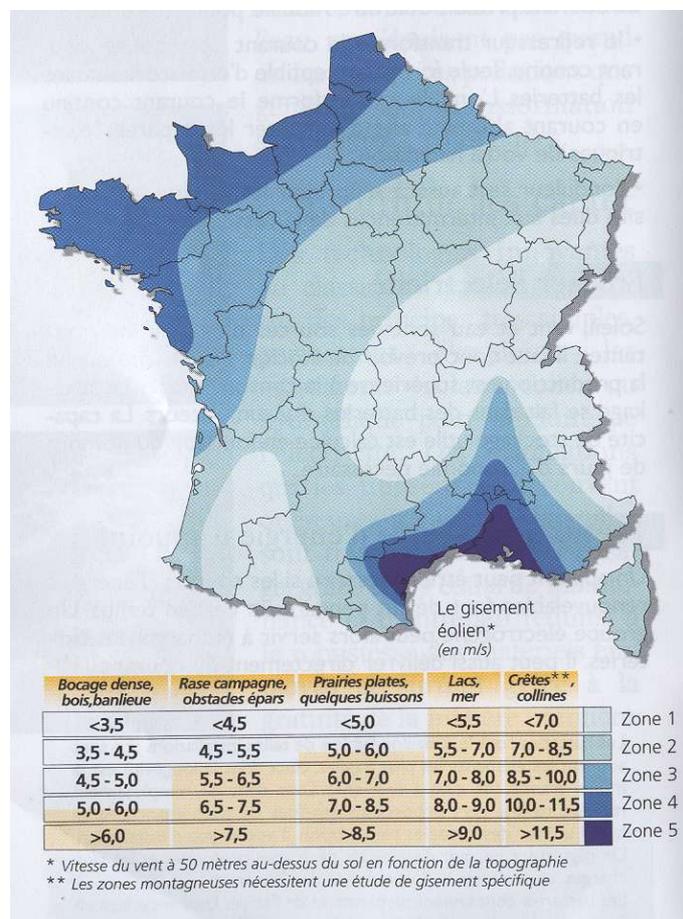
Les batteries de chariots de manutention ou de voiture de golf sont les mieux adaptées car les plaques de plomb qui les constituent sont plus épaisses et autorisent une réserve de grande capacité et une décharge plus profonde.

### 3°/L'éolienne dans le cadre de la maison autonome

Lorsque l'on est intéressé par l'énergie éolienne dans le cadre d'une maison particulière, la force et la régularité des vents sont essentiels pour avoir un bon rendement. A moins de 4 m/s l'installation d'un aérogénérateur n'est pas conseillée.

La topographie joue également un grand rôle ; par exemple à Narbonne, une éolienne sera efficace partout alors qu'à Dijon, il faudra l'installer en haut d'une colline pour quelle ait une chance de vous satisfaire.

La carte ci contre montre les zones les plus propices à l'installation d'une éolienne mais attention il est indispensable de bien étudier le vent au travers des données météorologiques locales, on peut se procurer ces données à météo France ou dans l'aérodrome le plus proche. Il faut savoir qu'il est préférable de disposer d'un terrain dégagé car les obstacles au vent créent des turbulences qui peuvent endommager rapidement l'éolienne.

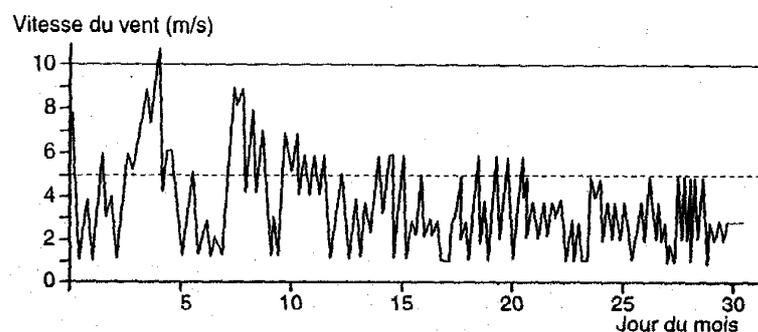


Le choix de l'éolienne est important, il vaut mieux choisir une éolienne de faible puissance qui demande très peu de vitesse de vent mais qui aura une production constante plutôt qu'une éolienne de grande puissance qui sera souvent arrêtée du au vent faible. Prenons les données du livre de Patrick Baronnet il a fait la comparaison entre deux éoliennes de puissances différentes l'une de 350W l'autre de 1100W lors du mois d'octobre (voir

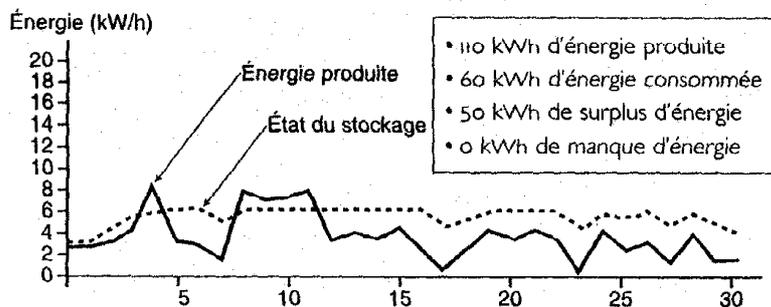
données page suivante) on voit que l'éolienne de faible puissance a permis un meilleur stockage d'énergie.

L'éolienne de Patrick Baronnet est encore qu'un prototype son prix de revient est de 9000 euros. Cette éolienne développe une puissance de 350W avec un vent de 4.8 m/s. Couplée avec 2 à 8 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques elle peut alimenter deux foyers qui se sont penché sur leur consommation d'énergie.

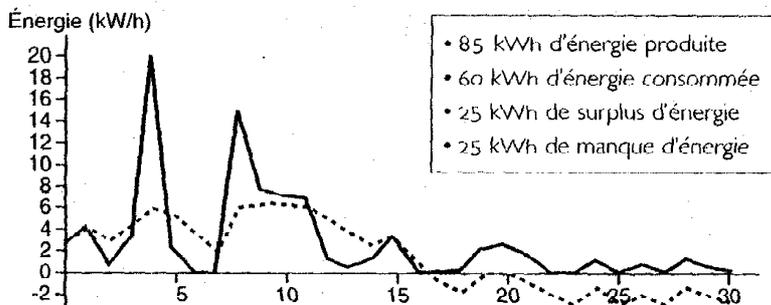
### Comparaison de deux éoliennes de puissances différentes.



Variations de la vitesse du vent (mois d'octobre).



Variations de la production de notre éolienne de 350 W.



Variations de la production d'une éolienne de 1100 W.

L'éolienne est soumise à une demande de permis de construire lorsque le mat dépasse 12m de hauteur, elle peut être construite que dans une zone constructible. Si votre site est affecté d'une hauteur plafond des édifices, l'éolienne est considérée comme une construction technique qui échappe à la limitation.

## L'hydroélectricité

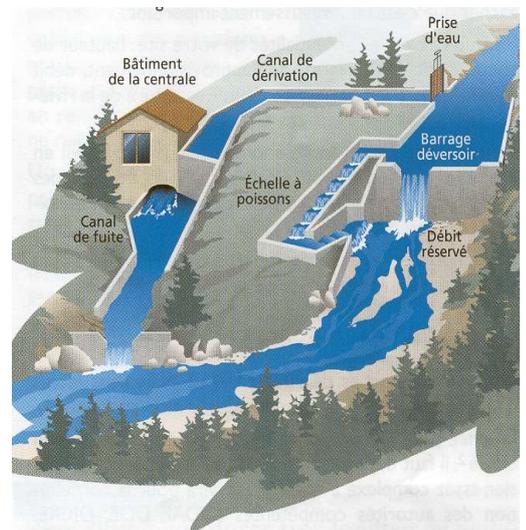
### 1°/Généralité :

L'énergie hydraulique est le mouvement de l'eau coulant le long d'une pente naturelle. Pour pouvoir transformer cette énergie, il est nécessaire de la concentrer, soit en tirant parti d'une chute d'eau naturelle, soit en aménageant un barrage de manière à obtenir une hauteur de chute et un débit suffisant pour installer une centrale. Autrefois la force de l'eau était utilisée par des moulins pour moudre le grain aujourd'hui les turbines ont remplacé les roues pour produire de l'électricité.

La France a la plus grosse production d'électricité hydraulique en Europe mais elle ne pourra faire mieux car tous ses sites sont exploités.

### 2°/Principe de l'hydroélectricité :

L'eau d'une rivière est détournée par un canal de dérivation qui va emmener l'eau jusqu'à une turbine. L'eau ainsi captée traverse l'hélice de la turbine et la fait tourner, entraînant elle-même un générateur de courant. L'électricité créée est soit utilisée directement soit stockée dans des batteries. Un dénivelé de deux mètres suffit souvent entre la prise d'eau et la turbine. L'eau rejetée retourne à la rivière en aval de l'installation.



### 3°/Hydroélectricité dans le cadre de la maison autonome :

Si votre maison est près d'un cours d'eau, il est possible d'aménager une mini centrale hydraulique. Cela reste relativement coûteux, mais l'amortissement se fait en une dizaine d'années. La première chose à faire est de se renseigner afin de savoir s'il est possible de faire un aménagement sur la rivière, car certaines d'entre elles ne peuvent plus recevoir d'autorisation pour de nouveaux aménagements. Ensuite, il faut se pencher sur le problème du débit de la rivière, savoir s'il est assez puissant, s'il est constant, été comme hiver.

Pour dériver et aménager un cours d'eau non classé, il faut déposer un dossier en préfecture. Ce dossier, assez complexe à mettre en place, servira pour la consultation des autorités compétentes (DDAF, DDE, DRIRE, DIREN) et aux partis concernés (pêcheurs, riverains...). D'autres démarches administratives seront nécessaires pour obtenir l'autorisation finale, il ne faut pas se décourager car cela peut prendre jusqu'à deux ans. Lorsque l'on réhabilite un ancien moulin à eau, il n'y a pas de démarche particulière car le détournement de la rivière est déjà en place.

—

# L'autonomie en eau

## 1°/Généralité :

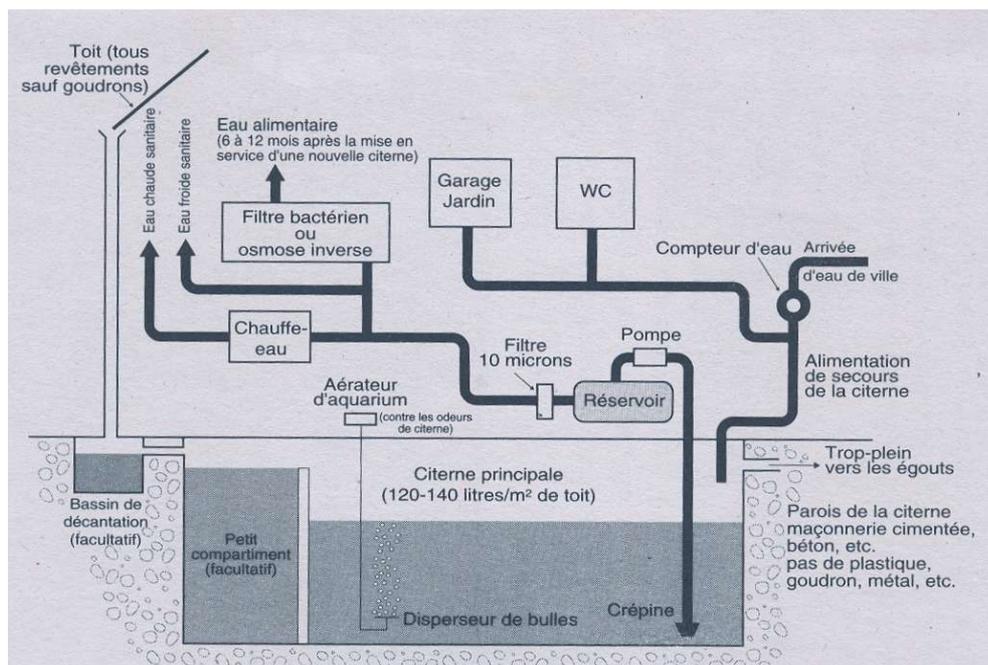
L'eau potable sera pour certain scientifique le problème de notre siècle. Elle se fait de plus en plus rare et cela ne va pas en s'améliorant. De plus le prix du mètre cube est en constante augmentation alors pourquoi ne pas utiliser l'eau gratuite : « celle qui tombe du ciel ». L'eau de pluie une fois filtrée à des avantages en comparaison avec l'eau du réseau. Elle ne contient pas de chlore, très peu de nitrate, et est beaucoup moins calcaire ce qui est bénéfique pour tous les appareils électroménagers. Il faut savoir aussi que sur la totalité de notre consommation d'eau nous en utilisons que 7% pour l'alimentation le reste sert à l'hygiène, le lavage et le nettoyage.

## 2°/La collecte de l'eau de pluie :

Tout le monde peut collecter l'eau il suffit d'un toit, il n'y a pas de préjugés à avoir sur les matériaux de couverture ils sont tous adaptés sauf le goudron, par contre les toits en amiante peuvent être utilisés car l'amiante est dangereuse que par inhalation. Pour le transport de l'eau jusqu'à la citerne la traditionnelle gouttière en zinc sera très bien adaptée.

## 3°/Le stockage des eaux de pluie :

Il est facile de stocker l'eau de pluie, le problème est pour la rendre utilisable pour les besoins de la maison.



Le stockage de l'eau se fait en citerne, elle doit être impérativement enterrée et il faut compter une capacité d'environ 120 litres par mètre carré de toit relié à la citerne. Les matériaux constituant la citerne peuvent libérer des substances toxiques ou allergiques par exemple le ciment contient beaucoup de métaux lourds (chrome, nickel, zinc, plombs) qui disparaîtront qu'au bout d'un an. En revanche la chaux et la magnésie contenues dans la brique ou le ciment neutralisent l'acidité naturelle de l'eau de pluie. Les citernes en polychlorure de vinyle (PVC) rejettent des substances toxiques dues à la fabrication du PVC et sont totalement éliminées au bout de deux ans. A ce moment le matériau pourra être considéré comme passif. Le problème des eaux de citerne est qu'elles peuvent contenir des bactéries, des virus, et des composés très toxiques (macération de cadavre d'oiseau dans une gouttière par exemple) et que la pluie elle-même contient des produits toxiques mais en petite quantité.

#### **4°/Le filtrage de l'eau :**

Une fois le problème du stockage de l'eau résolu, il faut filtrer l'eau pour qu'elle soit utilisable. Les premières eaux qui servent à laver le toit vont dans un petit bassin de décantation. Le trop-plein se déverse dans la citerne de stockage, traversant un filtre à sable pour éliminer le plus gros des matières en suspension. Ensuite l'eau repart de la citerne à l'aide d'une pompe vers le réseau de la maison en passant par un filtre de 10 à 20 microns pour l'eau sanitaire et après dans un filtre bactérien avec des membranes de 0.0001 micron ; car un virus a un encombrement compris entre 0.02 et 0.4 micron. Cette eau ainsi filtrée est bonne à boire mais seulement un an après la mise en service de la citerne pour les raisons vue ci dessus.

#### **5°/L'eau de puits**

Pour les maisons ayant un puits, le pompage de cette eau est plus rentable que le stockage en citerne car justement les frais de fabrication de la citerne sont évités. L'eau d'un puits peut être utilisée comme l'eau de pluie, les précautions de filtrage sont les mêmes, même si les types de pollutions ne sont pas identiques. La pollution de la nappe phréatique est due en général à des rejets d'usines ou à des épandages agricoles, elle apparaît en quelque heure et peut disparaître aussi vite. Pour ce qui est du pompage, les pompes utilisées sont en général immergées au fond du puits. La puissance de la pompe changera suivant la profondeur. Le pompage par éolienne peut être envisagé mais il faudra installer une citerne pour palier au manque de vent.

## *se chauffer avec les énergies renouvelables.*

1°/La pompe à chaleur géothermique :

### Généralité :

La terre emmagasine chaque jour de l'énergie solaire, cette réserve de chaleur réapprovisionnée en permanence est inépuisable et gratuite. Cette énergie est captable grâce à la pompe à chaleur géothermique. Cet équipement présente des performances intéressantes, puisque, pour un kilowatt- heure d'électricité consommé, il en restitue trois voire quatre en chaleur.

### Principe de fonctionnement :

La pompe à chaleur fonctionne selon le même principe que celui d'un réfrigérateur inversé, elle prend la chaleur du sol, augmente son niveau de température et restitue une chaleur plus élevée dans la maison.

Elle est constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un fluide frigorigène à l'état liquide ou gazeux selon les organes qu'il traverse pendant sa circulation : l'évaporateur, le compresseur, le condensateur ou le détendeur.

Des progrès ont été réalisés au niveau de ces fluides frigorigènes, ils sont beaucoup moins polluants qu'auparavant.

Pour capter les calories du sol, les capteurs, constitué de cuivre ou de polyéthylène, peuvent être horizontaux ou verticaux. Lors qu'ils sont à l'horizontals, ils sont enterrés à faible profondeur de 0.6 à 1.2 m sur une surface équivalente à environ 1.5 fois la surface à chauffer. Dans le cas de capteurs verticaux, deux sondes géothermiques de 50m de profondeur conviennent pour chauffer une maison de 120m<sup>2</sup> habitables; elles peuvent descendre jusqu'à 80 m. Cette solution convient bien aux résidences qui bénéficient de très peu de terrain ou dans le cas d'un terrain rocheux, mais elle reste plus coûteuse.

La pompe à chaleur géothermique est avant tout un système de chauffage mais elle peut aussi servir à la production d'eau chaude sanitaire et de refroidissement d'un bâtiment en été, on appelle cela une pompe à chaleur réversible.

2°/Chauffage solaire :

Le solaire peut être employé soit pour le chauffage de la maison, soit pour l'eau chaude sanitaire. Ces deux systèmes fonctionnent avec des capteurs thermiques posés le plus souvent sur le toit de la maison, ils seront orientés de préférence plein sud avec une inclinaison de 30 à 60°. Ces capteurs ne produisent de l'eau chaude que lorsque l'ensoleillement est suffisant, alors que les besoins les plus importants en chauffage se manifestent en général en hivers là où le soleil est le plus souvent absent. Il faut donc mettre en place un dispositif de stockage et pour les périodes de très faible ensoleillement un chauffage ou une chaudière d'appoint. Ce système peut permettre de faire des économies d'énergie de l'ordre de 50%.

L'énergie solaire peut être employée partout en France. D'une manière générale la surface des capteurs mise en œuvre peut varier de 10 à 30 m<sup>2</sup> selon les régions, mais il n'y a pas que l'ensoleillement qui peut jouer sur le dimensionnement des capteurs, il faut aussi tenir compte de l'architecture et de l'esthétique.

#### Principe de fonctionnement d'un système de chauffage solaire :

Premièrement il faut savoir que le circuit de chauffage, le circuit d'eau chaude sanitaire et le circuit solaire sont trois circuits différents dans une installation. Le soleil chauffe les capteurs solaires où passe un liquide mélangé avec de l'anti-gèle, ce liquide chargé en calories réchauffe l'eau contenue dans un réservoir de stockage à l'aide d'un serpentin immergé dans celui-ci. L'eau ainsi chauffée, part dans le circuit de chauffage. Pour ce qui est de l'eau chaude sanitaire elle est produite dans un ballon immergé dans le réservoir ou par un échangeur à plaques extérieur au réservoir. Lorsque la température du réservoir est insuffisante une chaudière d'appoint prend le relais.

Pour avoir un système performant il faut pouvoir le réguler. Il doit donner la priorité à l'énergie solaire le plus souvent possible tous en modulant l'énergie d'appoint de façon à ce que la maison bénéficie d'une température constante et une production d'eau chaude sanitaire suffisante.

#### Le chauffe eau solaire individuel :

Le chauffe eau solaire marche selon le même principe que le chauffage solaire la seule différence est dans la surface de capteur solaire, elle varie de 2 à 7 m<sup>2</sup> selon le lieu et le nombre de personne occupant la maison.

	nombre d'occupants	1 ou 2	3 ou 4	5 ou 6	7 ou 8
surface en m <sup>2</sup> de capteur	région Nord et Bretagne	2 à 3	3 à 5.5	4 à 7	5 à 7
	région centre	2 à 3	2.5 à 4.5	3.5 à 6.5	4.5 à 7
solaire suivant la région	sud ouest région alpes	2 à 2.5	2 à 4	3 à 5.5	3.5 à 7
	côte d'azur	2 à 2.5	2 à 3.5	2.5 à 4.5	3.5 à 6

Il existe deux systèmes de chauffe eau solaire :

\_ le chauffe eau solaire monobloc : les capteurs et le ballon sont groupés sur un même châssis et placés à l'extérieur. C'est un système simple et peu coûteux. Mais le ballon se refroidit plus rapidement, même s'il est bien isolé. Il peut servir à préchauffer l'eau qui alimente un équipement classique existant.

\_ Le ballon solaire à éléments séparés : le ballon est à l'abri dans une pièce de la maison ce qui permet de limiter les déperditions. Ce type de ballon est le plus courant car il beaucoup plus esthétique.

### 3°/Chauffage bois :

#### L'état des ressources forestières :

L'accroissement de la forêt française est supérieur aux prélèvements effectués. Cette gestion du patrimoine en fait une énergie renouvelable. De plus le CO2 rejeté lors de combustion du bois a été absorbée lors de la croissance de l'arbre ; il s'agit d'un cycle. Il n'y a pas d'augmentation de la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère lorsqu'on brûle du bois.

Les technologies utilisées pour la combustion du bois ont bien évolué. Nous sommes passés de la cheminée à foyer ouvert avec un rendement de 15% aux chaudières à bois pouvant atteindre un rendement de 80%.

#### Les différentes formes de combustible :

Le bois est utilisé comme combustible sous trois formes différentes : la bûche, la plaquette (ou bois déchiqueté) et le granulé.

<b>combustibles</b>	<b>bois en bûche</b>	<b>plaquette</b>	<b>granulé</b>
<b>Format</b>	bûche de 30 à 50 cm	bois broyé en plaquettes de 5 x 2 x 1	sciure agglomérée en petits cylindres
<b>Origine</b>	forêt	résidus d'exploitation déchets d'élagage sous produit de l'industrie du bois bois de rebut	sciure provenant de l'industrie du bois
<b>prix du kWh</b>	3 à 4 centimes d'euros	1.5 à 2 centimes d'euros	2.5 à 6centimes d'euros
<b>Avantage</b>	auto production facile approvisionnement facile	chaudière automatique autonomie importante	chaudière automatique autonomie importante volume de stockage réduit
<b>inconvénients</b>	autonomie inférieure à 24h manipulation pénible	volume de stockage important	pas encore disponible partout
<b>système de chaudière</b>	tout type de système de chargement manuel	chaudière automatique	chaudière automatique poêle

## Les différents types de chauffage :

### 1) les cheminées à foyer ouvert :

Elles ont un rendement faible pouvant aller de 15 à 50% suivant leur équipement.

- la cheminée traditionnelle : rendement de 15%
- la cheminée traditionnelle avec récupérateur : Il se place directement dans l'âtre de la cheminée, il aspire l'air ambiant, le réchauffe et le rejette dans la pièce. Le rendement de la cheminée passe ainsi à 25%.
- la cheminée traditionnelle avec récupérateur à combustion inversée : Il aspire les fumées et les flammes par le dessous de l'âtre. De cette façon le bois brûle moins rapidement. Le rendement passe alors à 50%.

### 2) les foyers fermés ou inserts :

Ils permettent de conserver l'agrément du feu de bois tout en disposant d'un chauffage performant. Ils peuvent atteindre un rendement de 80%. De plus couplé avec un système de gaine et d'un groupe de ventilation la chaleur peut être diffusée dans toute la maison. Le problème des foyers fermés est qu'ils doivent être approvisionnés plusieurs fois par jour.

### 3) les poêles performants et les chaudières à bois :

Les anciens poêles à bois sont avantageux car ils sont peut coûteux et faciles à installer leur problème est un faible rendement 40%, leur autonomie réduite, et les particules polluantes qu'ils rejettent.

De nos jours il existe des chaudières et des poêles de performance égale aux chaudières à fioul et à gaz, c'est à dire un rendement d'environ 80%. Le problème de l'approvisionnement a été résolu par les nouveaux moyens de conditionnement du bois (granulés et plaquettes.) Ils sont stockés dans un silo et acheminés vers la chaudière à l'aide d'une vis sans fin, tous cela géré automatiquement. Le seul problème est que les usines qui fabriquent ces produits sont encore assez rares, il faut aussi avoir la place pour le silo qui fait en général 20 mètres cube pour l'alimentation avec plaquette.

Pour ce qui est des coûts, un poêle à bois classique coûte environ 1500 euros. Il faut compter entre 2500 et 3500 euros pour un poêle à granulés. Une chaudière à bûche coûte de l'ordre de 2500 euros, et une chaudière à plaquettes ou à granulés et son alimentation automatique coûte, pour une maison individuelle, de 7500 à 15000 euros selon la puissance, la régulation, la possibilité d'assurer la production d'eau chaude sanitaire.

Les isolants biologiques les plus courants

Le liège

***La laine de mouton***

Le lin

Le chanvre

***La ouate de cellulose***

Les isolants biologiques sont encore rarement employés du fait de leur prix mais aussi à cause des entrepreneurs et architectes qui ne les proposent pas toujours à leur client.

Les isolants biologiques ont de nombreux avantages ils ne polluent pas, ne dégagent ni de gaz toxiques lors de leur combustion ni de poussières irritantes à la pose sauf la ouate de cellulose où il est préférable de porter un masque lors du soufflage. Certains comme le liège peuvent être plâtrés directement. Leur résistance thermique est équivalente aux isolants traditionnels et ils sont pour certains de meilleurs isolants acoustiques. (voir fiches techniques)