



V E N D É E
C O N S E I L G É N É R A L

Eléments de résumé du dossier :

Etude du potentiel vendéen Et des applications possibles De la géothermie et de l'aérothermie



Des Economies pour la Vie !

Bureau d'études en Maîtrise des Ressources – Energies Nouvelles

8, rue du Bocage – 85610 CUGAND, France
Tél. +33 (0)2 51 42 16 29 - Fax. +33 (0)2 51 43 69 01
E-mail: info@axenergie.com – Site internet : www.axenergie.com
SARL au capital de 7500 Euros – SIRET 44943899300015 R.C.S. La Roche sur Yon
No TVA FR 16449348993

Date : mars 2007

SOMMAIRE

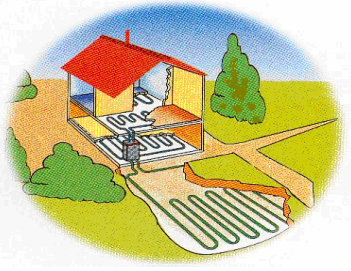
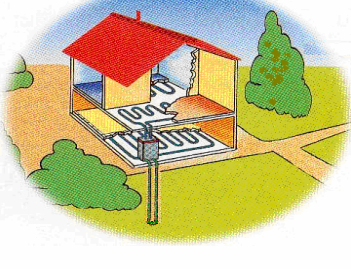
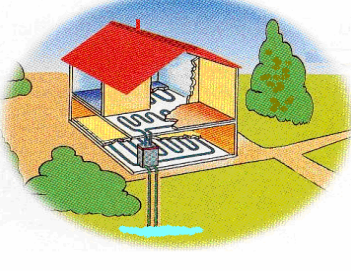
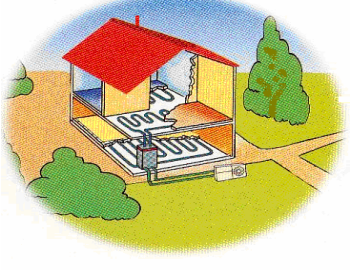
1	QUELLES SONT LES SOURCES D'ENERGIE DE NOTRE ENVIRONNEMENT ?	4
1.1	LE SOL - CAPTAGE HORIZONTAL	5
1.2	LE SOUS-SOL - CAPTAGE VERTICAL	6
1.3	LES NAPPES SOUTERRAINES – PRELEVEMENT D'EAU	7
1.4	L'AIR – ECHANGEUR VENTILE	8
2	COMMENT FONCTIONNE UNE POMPE A CHALEUR ?	9
3	QUELLES SONT LES DIFFERENTES TECHNOLOGIES ?	10
4	A CHAQUE COMBINAISON SES PERFORMANCES !	11
5	POURQUOI INVESTIR DANS UNE POMPE A CHALEUR ?	13
5.1	UNE REGLEMENTATION THERMIQUE A RESPECTER POUR UNE CONSTRUCTION NEUVE	13
5.2	UN DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE A REALISER POUR UNE VENTE D'UN BIEN IMMOBILIER	14
5.3	AIDES FINANCIERES : UN CREDIT D'IMPOTS	15
6	QUEL INVESTISSEMENT ? QUELLES ECONOMIES ?	16
6.1	CHAUFFAGE D'UNE MAISON NEUVE DE 120M ²	16
6.2	CHAUFFAGE D'UNE MAISON EXISTANTE DE 120M ²	17
6.3	CHAUFFAGE D'UN BATIMENT ADMINISTRATIF EXISTANT DE 200M ²	18
6.4	CHAUFFAGE D'UN BATIMENT TERTIAIRE DE 1000M ²	19
7	QUESTIONS - REPOSES	20
8	LES USAGES PREFERENTIELS	23

GLOSSAIRE

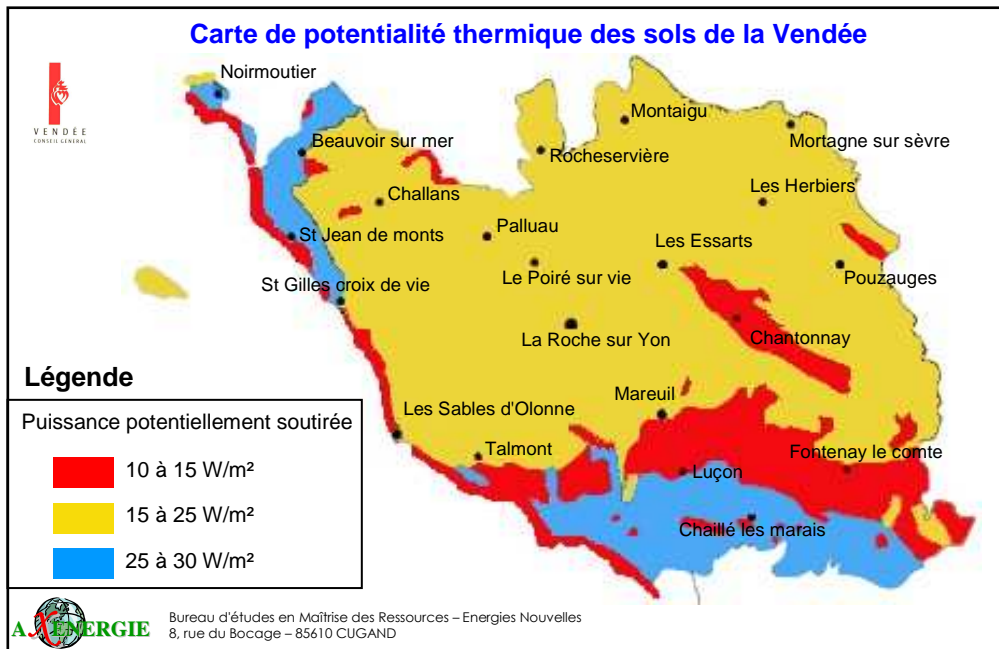
Aérothermie	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de l'énergie thermique de l'air
Coefficient de performance (COP)	<ul style="list-style-type: none"> Performance énergétique de la pompe à chaleur en mode chauffage -Rapport de l'énergie utile évacuée au condenseur sur l'énergie fournie au moteur d'entraînement du compresseur. Nombre sans dimension qui a une valeur supérieure à 1
Compresseur	<ul style="list-style-type: none"> Organe de la PAC actionné par un moteur électrique qui élève la température du fluide frigorigène en le comprimant
Condenseur	<ul style="list-style-type: none"> Organe de la PAC où le fluide frigorigène cède de la chaleur au circuit de chauffage en passant de l'état gazeux à l'état liquide.
Crédit d'impôt	<ul style="list-style-type: none"> Disposition fiscale permettant aux ménages de déduire de leur impôt sur le revenu une partie des dépenses réalisées pour des travaux d'amélioration énergétique portant sur leur résidence principale. Si ce crédit d'impôt est supérieur au montant de l'impôt dû, l'excédent est remboursé au ménage.
Détendeur	<ul style="list-style-type: none"> Organe de la PAC qui prépare la réaction de vaporisation en abaissant la pression du liquide
Eau glycolée	<ul style="list-style-type: none"> Eau additionnée d'antigel
Echangeur de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> Equipement permettant à un fluide chaud de céder sa chaleur à un fluide froid. Dans une PAC, il existe deux types d'échangeurs de chaleur : le condenseur et l'évaporateur
Energie primaire	<ul style="list-style-type: none"> Source d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation (ex. le pétrole brut, le gaz naturel, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique et l'énergie tirée de la fission de l'uranium). Elle n'est pas toujours utilisable directement et doit, le plus souvent, être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en œuvre. 1 kWh d'énergie électrique consommée nécessite la transformation de 2,58 kWh d'énergie primaire.
Energie renouvelable	<ul style="list-style-type: none"> Source d'énergie dont le gisement ne risque pas de s'épuiser à l'échelle de l'humanité
Evaporateur	<ul style="list-style-type: none"> Organe de la PAC où le fluide frigorigène se vaporise en prélevant de l'énergie à la source froide (sol ou air)
Fluide frigorigène	<ul style="list-style-type: none"> Fluide, confiné dans la pompe à chaleur, qui assure lors de ses changements de phase (gaz, liquide) les transferts de chaleur
Géothermie	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de la chaleur naturelle de la terre
Maîtrise de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> Actions entreprises pour garantir l'utilisation la plus efficace des ressources énergétiques. Ces actions visent à réduire la demande énergétique (mesures d'économies d'énergie)
Plancher chauffant basse température	<ul style="list-style-type: none"> Plancher chauffant constitué de tubes dans lesquels circule un liquide cédant sa chaleur à travers la dalle en béton des pièces à chauffer. La température du sol ne dépasse jamais 28°C (température moyenne du sol : 23°C)
Pompe à chaleur (PAC)	<ul style="list-style-type: none"> Machine thermodynamique permettant de transférer la chaleur du milieu le plus froid (en le refroidissant encore) vers le milieu le plus chaud (en le réchauffant encore), alors que spontanément la chaleur se diffuse du plus chaud vers le plus froid jusqu'à l'égalité des températures
Pompe à chaleur aérothermique	<ul style="list-style-type: none"> Pompe à chaleur prélevant des calories dans l'air extérieur
Pompe à chaleur géothermique	<ul style="list-style-type: none"> Pompe à chaleur prélevant des calories dans le sol, le sous-sol ou la nappe souterraine
Radiateur basse température	<ul style="list-style-type: none"> Radiateur alimenté avec une eau à 45°C
Sol	<ul style="list-style-type: none"> couche superficielle terrestre (profondeur 0 à 1m)
Sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> roche terrestre sous la couche superficielle
Ventilo-convecteur	<ul style="list-style-type: none"> Emetteur de chaleur par air raccordé à un circuit d'eau chauffée. Il filtre et diffuse l'air dans les pièces grâce à un ventilateur

1 Quelles sont les sources d'énergie de notre environnement ?

Notre environnement regorge d'énergie constamment renouvelée ; tout au long de l'année, la terre, l'air, l'eau, emmagasinent des calories produites par le rayonnement solaire, et transportées par la pluie, le vent. Notre environnement constitue donc une source d'énergie qu'il est possible de collecter, à l'aide d'une pompe à chaleur, pour assurer le chauffage de locaux (et/ou la production d'eau chaude sanitaire).

	SOURCE D'ENERGIE	TYPE DE CAPTAGE
	SOL	CAPTAGE HORIZONTAL ENTERRE
	SOUS-SOL	SONDE VERTICALE PLACEE DANS UN FORAGE
	NAPPE D'EAU SOUTERRAINE	POMPE IMMERGEE DANS LA NAPPE
	AIR EXTERIEUR	VENTILATEUR ASPIRATION / REJET

1.1 Le sol - Captage horizontal



- ✓ Température du sol = **-5 à +17°C** selon les saisons
- ✓ Profondeur du capteur horizontal = **60 à 80cm**
- ✓ Surface de captage = selon les besoins et le type de terrain



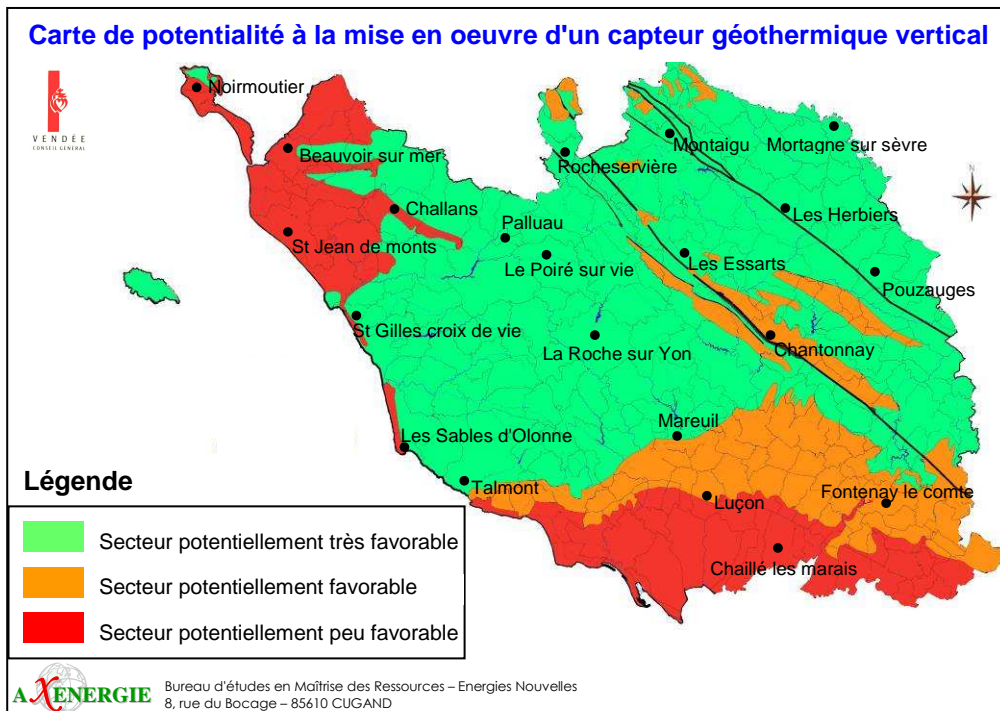
Capteur horizontal disposé en déchapeage

Exemple : maison neuve ¹		
Localisation	Surface du captage / Surface de la maison	Surface de captage pour 100m ²
Bocage	1,5	150
Marais	1,2	120
Plaine du Sud Vendée – bassin de Chantonay	2,5	250

- ✓ Précautions
 - Ne pas implanter de capteur horizontal dans un terrain imperméable (argile)
 - Se trouver à plus de 2m des arbres (seuls pelouse, massifs de fleurs et petits buissons peuvent cohabiter avec le capteur horizontal enterré)
 - Se trouver à plus de 1,50m des réseaux enterrés non hydrauliques
 - Se trouver à plus de 3m des fondations, des puits, des fosses septiques ou des réseaux d'évacuation (risque de gel)
 - La surface au-dessus du capteur doit être perméable (pas de terrasse ou de construction)
 - Le terrain ne doit pas être trop pentu, pour ne pas avoir à faire de remblai.
 - Installer un grillage avertisseur

¹ Coefficient de déperditions G = 0.65W/m³.K

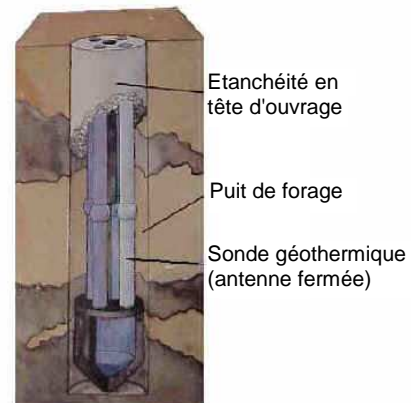
1.2 Le sous-sol - Captage vertical



La carte ne fait pas apparaître les zones très localisées où la géologie diffère du secteur considéré

- ✓ Température du sous-sol à 15m = +12°C toute l'année
à 100m = +14°C à +16°C selon le gradient géothermique¹
- ✓ Profondeur d'un forage = 50 à 100 m – Distance entre 2 forages = 10m (ouvrage soumis à déclaration)
- ✓ Energie maximale captée = 50 W/m linéaire de forage

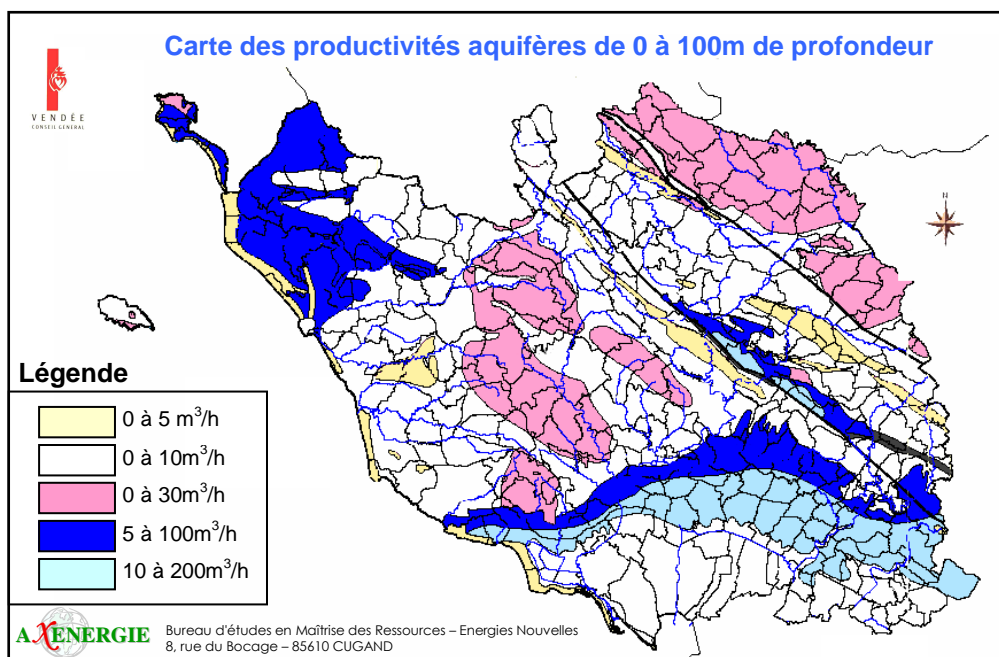
	Longueur de forage en zone potentiellement favorable ou très favorable (puissance collectée = 50W par mètre de forage)
Maison neuve 120m ²	80 m
Maison ancienne 120m ²	2 x 60 m
Bâtiment administratif existant 200m ²	2 x 80 m
Bâtiment tertiaire neuf 1000m ²	6 x 100 m



- ✓ La potentialité de mise en œuvre d'un capteur géothermique vertical dépend de la transmission thermique de la roche et de la contrainte technique de forage.
 - Selon ces deux critères, les **roches granitiques et schisteuses** sont les plus favorables.
 - Les zones de marais sont intéressantes sur le plan transfert thermique, en revanche les coûts de forage peuvent être très importants. L'alternance de nappes d'eau salée et de nappes d'eau douce dans certaines zones est une raison supplémentaire pour déconseiller les forages dans ce cas.

¹ Accroissement de la température en fonction de la profondeur

1.3 Les nappes souterraines – Prélèvement d'eau

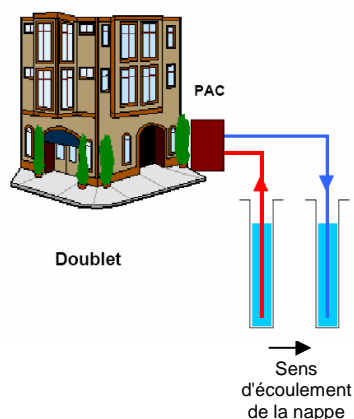


✓ Température de l'eau souterraine = **+11 à +14°C**

✓ Débit :

La ressource en eau souterraine est exploitable à de faibles profondeurs (30 à 100m) sur l'ensemble du département et plus particulièrement dans la **plaine du Sud Vendée** (Dogger et Lias) où les débits exploitables sont plus élevés. Il est nécessaire de s'assurer que le débit d'eau puisée est suffisant et stable dans le temps.

(Forage soumis à déclaration – prélèvement d'eau soumis à déclaration ou autorisation)



	Débit prélevé dans la nappe souterraine (m ³ /h)
Maison neuve 120m ²	1 à 2
Maison existante 120m ²	2 à 3
Bâtiment administratif existant 200m ²	2 à 4
Bâtiment tertiaire neuf	1m ³ /h pour 100 m ²

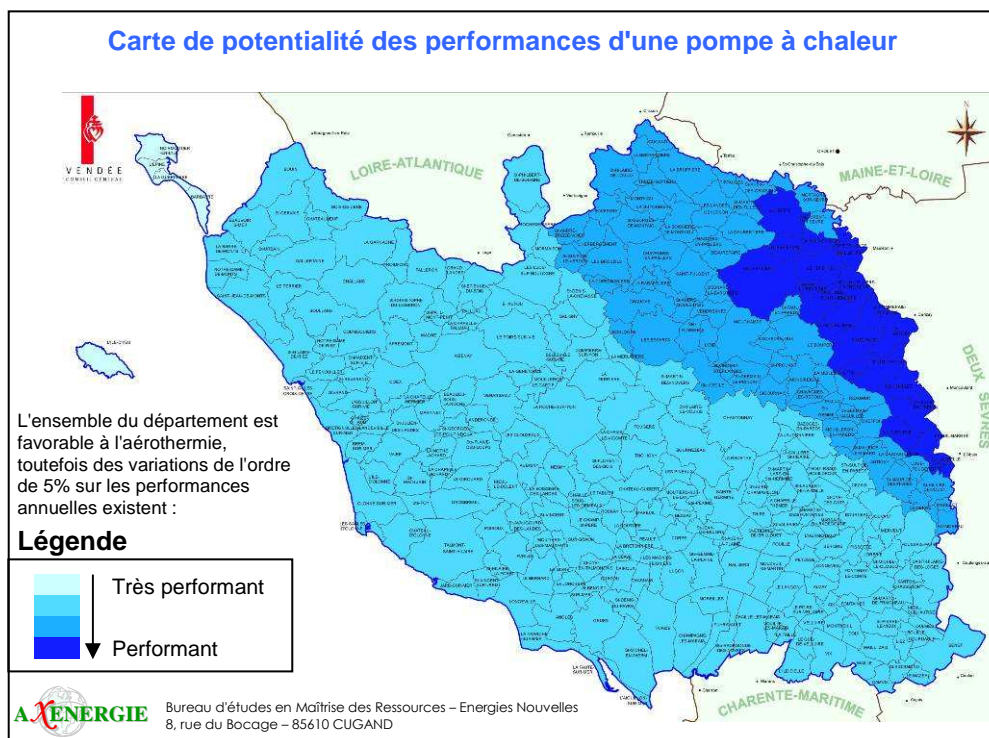
✓ Qualité :

L'eau prélevée doit satisfaire des **critères physico-chimiques** pour éviter l'encrassement, l'abrasion ou la corrosion des échangeurs. Les eaux riches en fer, manganèse, calcaire (disséminées en Vendée) et les eaux salées (zone de marais) sont à proscrire. Une analyse d'eau doit être réalisée.

Remarque :

Les systèmes à un seul forage prélèvent les calories sur l'eau de nappe et rejettent celle-ci dans un réseau de surface. Pour des raisons évidentes d'épuisement de la ressource en eau, on s'interdira de rejeter l'eau en surface, on réinjectera l'eau dans la nappe par la mise en œuvre d'un deuxième forage. Toutefois, bien que l'eau souterraine soit une source géothermique potentiellement exploitable sur l'ensemble du département, il est préférable de privilégier le captage vertical par sonde géothermique (antenne fermée).

1.4 L'air – Echangeur ventilé



✓ A titre indicatif, une pompe à chaleur installée en Vendée collecte, en hiver, 30% de calories de plus qu'une pompe à chaleur installée en Alsace, pour une même énergie consommée.

✓ Température de l'air :

La quantité d'énergie collectée diminue quand la température baisse. Compte tenu du climat vendéen, la pompe à chaleur doit fonctionner jusqu'à -10°C (et résister à -20°C), un complément doit être assuré par résistance électrique, chaudière ou autre appoint, pour les températures les plus basses (de 3°C à -10°C).

✓ Hygrométrie :

La quantité d'énergie collectée baisse quand l'hygrométrie augmente (baisse d'efficacité de 15% entre 20 et 80% d'humidité)

Les zones fortement propices au brouillard (proximité de pièces d'eau ou de vallées) doivent être évitées

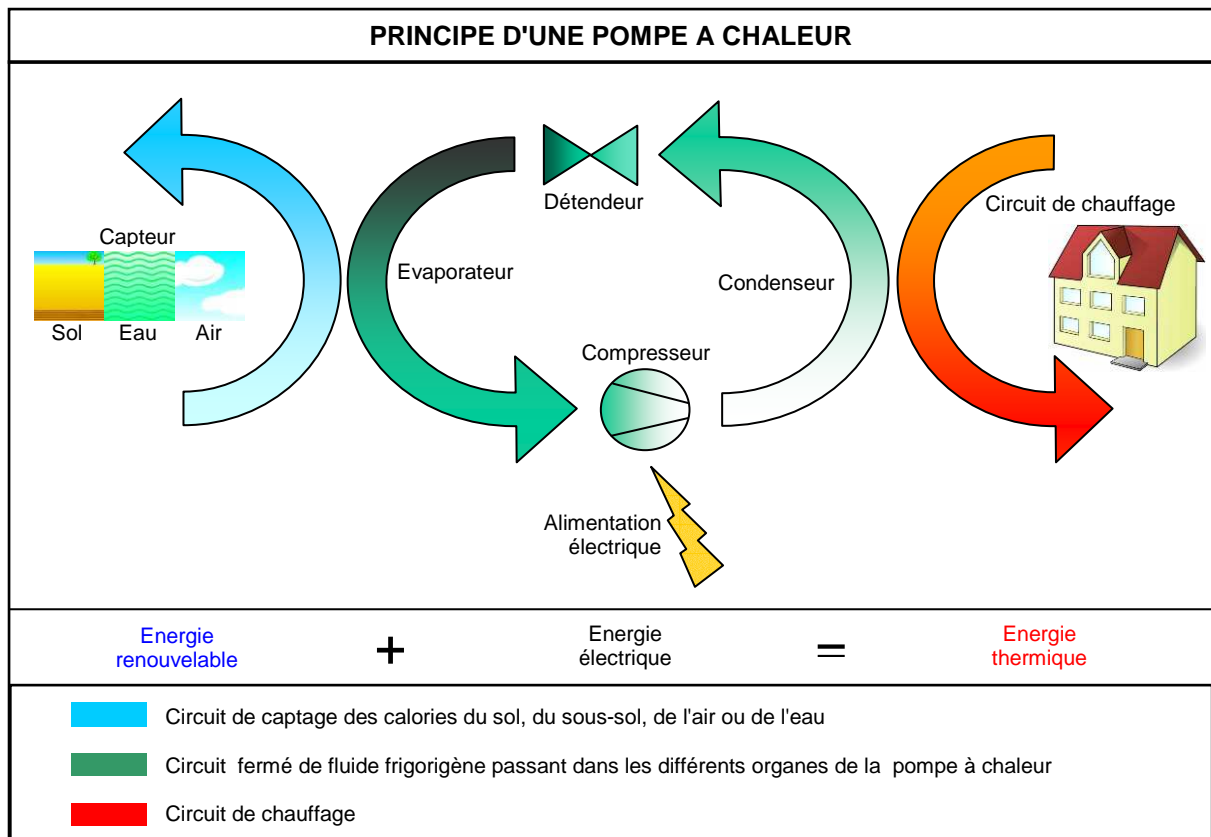
✓ Salinité :

La salinité de l'air marin est un agent corrosif pour les échangeurs. Il est nécessaire de prévoir un traitement "anti-corrosion" des échangeurs jusqu'à 5 à 8km des côtes.

✓ Qualité de l'air :

L'encrassement de l'échangeur entraîne des pertes de performances. Les sites où l'air est gras ou poussiéreux tels que les carrières, les sites industriels sont à proscrire, ou bien un nettoyage fréquent des évaporateurs doit être prévu.

2 Comment fonctionne une pompe à chaleur ?



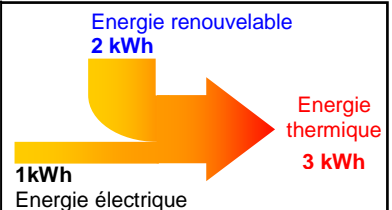
- ✓ Les **calories** sont **prélevées dans l'environnement extérieur** à des températures de -20°C à +35°C selon la source (sol, eau, air) et la machine. Elles sont **restituées** à un niveau de température plus élevé (de +35°C à +70°C selon les machines) **pour le chauffage** d'un bâtiment ou pour la production d'eau chaude sanitaire.
- ✓ En circulant en circuit fermé entre les 2 échangeurs (évaporateur, condenseur), le **fluide frigorigène** assure le **transfert des calories** en changeant d'état (gaz, liquide). Le fluide s'évapore en absorbant les calories (évaporateur) et se liquéfie en la restituant (condenseur).
- ✓ L'**augmentation du niveau de température** est obtenue à l'aide du **Compresseur**, élément essentiel de la pompe à chaleur entraîné par un **moteur électrique**.
- ✓ La **performance d'une pompe à chaleur** est quantifiée par le coefficient COP¹ : plus il est élevé, plus la part d'énergie renouvelable collectée est importante.

$$\text{COP de la PAC} = \frac{\text{Quantité d'énergie thermique transmise au bâtiment}}{\text{Quantité d'énergie électrique consommée par la pompe à chaleur}}$$

Exemple : COP = 3


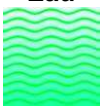

La pompe à chaleur :

- consomme 1 kWh d'électricité
- prélève 2 kWh d'énergie renouvelable dans le milieu extérieur
- restitue 3 kWh d'énergie thermique au circuit de chauffage



¹ Coefficient de performance énergétique de la pompe à chaleur en mode chauffage - Rapport de l'énergie utile évacuée au condenseur sur l'énergie fournie au moteur d'entraînement du compresseur. Nombre sans dimension qui a une valeur supérieure à 1

3 Quelles sont les différentes technologies ?

Source froide	Capteur	Procédé de transfert de chaleur	Système PAC	Fluide du capteur	Fluide de la PAC	Fluide des émetteurs de chaleur
Sol ou sous-sol 	Capteur enterré horizontal	Détente directe Procédé déconseillé ¹	Sol/sol	Fluide frigorigène		
		Mixte	Sol/eau	Fluide frigorigène		Eau de chauffage
		Fluides intermédiaires	Eau glycolée/Eau	Eau glycolée (eau + antigel)	Fluide frigorigène	Eau de chauffage
	Capteur enterré vertical	Fluides intermédiaires	Eau glycolée/Eau	Eau glycolée (eau + antigel)	Fluide frigorigène	Eau de chauffage
Eau 	Captage sur l'eau d'une nappe phréatique	Fluides intermédiaires	Eau/Eau	Eau de la nappe phréatique	Fluide frigorigène	Eau de chauffage
Air 	Captage sur l'air extérieur	Mixte	Air/eau	Fluide frigorigène		Eau de chauffage

Selon les types de sources froides (milieu extérieur) et les types de capteurs, les PAC présentent différents procédés de transfert de la chaleur.

– **Le procédé à détente directe – système sol/sol (ou fluide/fluide)**

Le fluide frigorigène circule dans les capteurs horizontaux et le plancher chauffant. Déconseillé¹

– **Le procédé à fluide intermédiaire – système eau glycolée/eau – système eau/eau**

La chaleur est prélevée au niveau des capteurs horizontaux ou verticaux par un circuit fermé d'eau glycolée (eau additionnée d'antigel) ; un circuit hydraulique alimente les émetteurs de chaleur ; le fluide frigorigène est confiné dans la PAC et assure le transfert de calories entre le circuit de captage et le circuit de chauffage.

Pour une nappe souterraine, on remplace le circuit de captage fermé à eau glycolée par un circuit ouvert de pompage et rejet de l'eau.

Ce procédé minimise la quantité de fluide frigorigène utilisée.

– **Le procédé mixte – système sol/eau – système air/eau**

Le fluide frigorigène circule dans les capteurs horizontaux (sol/eau) ou dans l'échangeur ventilé (air/eau) et dans la pompe à chaleur. Un circuit hydraulique alimente les émetteurs de chaleur. Un système sol/eau contient beaucoup de fluide frigorigène. Dans le cas d'un système air/eau, la quantité de fluide frigorigène est peu supérieure à celle du procédé intermédiaire.

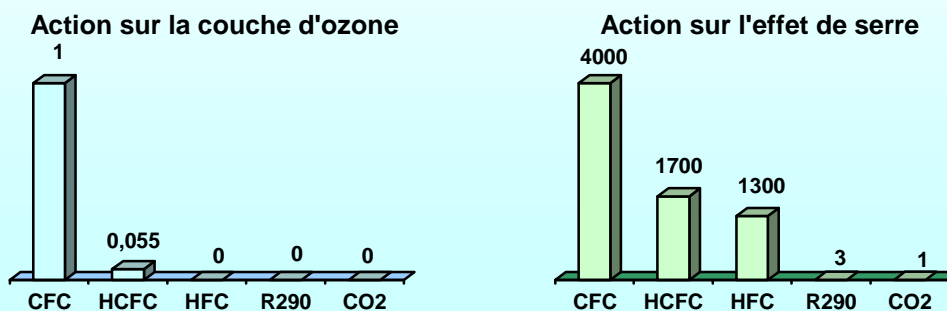
Pour les procédés à fluide intermédiaire et mixte, les **émetteurs de chaleur** sont de préférence un plancher chauffant à eau mais peuvent être des radiateurs, des ventilo-convecteurs, etc.

¹ L'utilisation directe du fluide frigorigène dans le plancher chauffant d'une maison est très fortement déconseillée pour les raisons suivantes :

- grande quantité de fluide frigorigène
- pas de possibilité de changer d'énergie
- pas de réglage de température pièce par pièce
- installations soudées sur place, risque de fuite plus élevé que pour un groupe monté en usine

Le fluide frigorigène et l'environnement

Jusqu'à ces dernières années, les fluides frigorigènes les plus employés étaient de type CFC et HCFC contenant du chlore. Depuis 2001 pour les CFC et 2004 pour les HCFC, la réglementation interdit leur utilisation pour ces machines. Leur impact nuisible sur l'environnement et en particulier sur la couche d'ozone a été reconnu. Ils sont remplacés par des HFC (R134a, R407C, R410A,...) sans effet sur la couche d'ozone. Cependant, les HFC sont toujours actifs sur l'effet de serre (action plus de 1000 fois supérieure au CO₂). Il est important de limiter tout rejet de ces gaz dans l'atmosphère. Certaines PAC sont réalisées avec du propane (R290) et les recherches sont en cours pour utiliser le CO₂ et l'eau.





4 A chaque combinaison ses performances !

Les performances d'une pompe à chaleur dépendent :

- du milieu extérieur dans lequel sont prélevées les calories
- du niveau de température du circuit de chauffage

Plus la température du milieu extérieur est élevée et la température du circuit de chauffage faible, plus le système est performant. Par exemple, un chauffage par plancher chauffant basse température est préférable à un chauffage par radiateurs. Une température de départ de PAC de +10°C entraîne une surconsommation électrique de +30%.

		Coefficient de performance (COP) de la PAC	
		Plancher chauffant (30/35°C)	Radiateurs / ventilo-convecteur (40/45°C)
			
PAC sol/eau		3.3 à 4.3	2.5 à 3.2
PAC eau gly / eau – capteur vertical (T°C eau gly = 0°C / -3°C)		3.4 à 4.7	2.6 à 3.7
PAC eau gly / eau – capteur horizontal (T°C eau gly = -2°C / -5°C)		3.2 à 4.5	2.4 à 3.5
PAC eau /eau (T°C eau nappe = 10°C / 7°C)		4.7 à 5.9	3.4 à 4.6
PAC air / eau	T°C air = +7°C	3.3 à 4.1	2.5 à 3.2
	T°C air = -7°C	2.0 à 3.0	1.5 à 2.6

5 Pourquoi investir dans une pompe à chaleur ?

5.1 Une réglementation thermique à respecter pour une construction neuve

La RT2005 est la Réglementation Thermique en vigueur pour tout permis de construire déposé depuis le 1^{er} septembre 2006. Elle fixe les performances minimums à atteindre pour les constructions neuves résidentielles et non résidentielles. En l'occurrence, la consommation d'énergie doit être inférieure à une consommation de référence (fonction du bâtiment) et à une consommation maximale exprimées en kWh d'énergie primaire¹ / m² / an.

	Consommation* maximale pour une construction neuve localisée en Vendée (kWh _{énergie primaire} /m ² /an)
Combustible fossile (fuel, gaz)	110
Chauffage électrique (y compris pompe à chaleur)	190

* chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire

Pour atteindre l'objectif RT2005 en utilisant l'électricité comme source d'énergie, une pompe à chaleur sur plancher chauffant est très intéressante compte tenu de son rendement (coefficient de performance) bien supérieur à des systèmes de chauffage électrique tels qu'une chaudière électrique, des radiateurs électriques, un plancher ou plafond rayonnant.

Exemple : maison neuve de 120m² occupée par 4 personnes²

	Exemple de consommation* pour une maison neuve de 120m ² localisée en Vendée occupée par 4 personnes ² (kWh _{énergie primaire} /m ² /an)
Pompe à chaleur (géothermie ou aérothermie)	90 à 100
Combustibles fossiles (fuel, gaz)	130 à 140
Chauffage électrique direct	290

* chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire

Dans cet exemple :

- La maison chauffée avec une pompe à chaleur respecte la consommation maximale autorisée par la RT2005 de 190 kWh_{énergie primaire}/m²/an
- La maison chauffée avec un chauffage électrique directe (radiateurs électriques, chaudière électrique,...) consomme 290 kWh_{énergie primaire}/m²/an. Elle ne respecte pas la réglementation qui fixe la consommation maximale autorisée à 190 kWh_{énergie primaire}/m²/an. L'utilisation d'un chauffage électrique directe nécessite donc d'améliorer nettement les performances thermiques de la maison (isolation, apports solaires).
- De même, la maison chauffée au gaz ou au fuel ne respecte pas la réglementation (consommation de la maison : 130 à 140 kWh_{énergie primaire}/m²/an ; consommation maximale autorisée : 110 kWh_{énergie primaire}/m²/an). L'utilisation d'énergies fossiles nécessite, comme pour le chauffage électrique direct, d'améliorer les performances énergétiques de la maison et/ou d'y associer une énergie renouvelable pour atteindre les objectifs de la réglementation.

¹ Source d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation (ex. le pétrole brut, le gaz naturel, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique et l'énergie tirée de la fission de l'uranium). Elle n'est pas toujours utilisable directement et doit, le plus souvent, être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en œuvre. 1 kWh d'énergie électrique consommée nécessite la transformation de 2,58 kWh d'énergie primaire.

² Coefficient de déperditions G = 0.65W/m³.K – Apports internes et solaires = 15% des besoins en chauffage

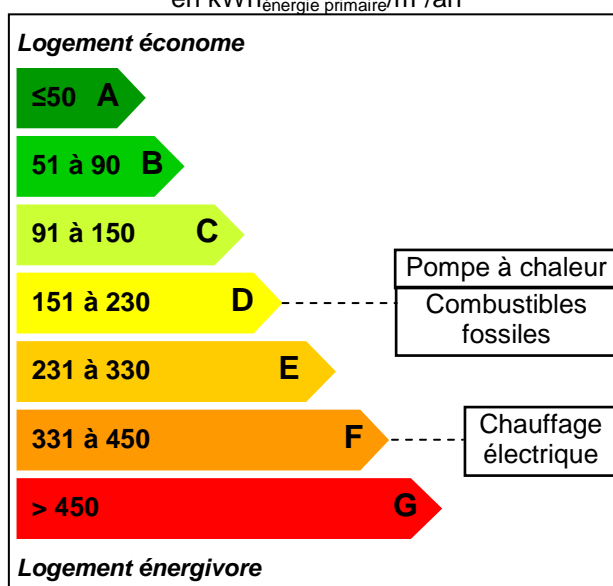
5.2 Un diagnostic de performance énergétique à réaliser pour une vente ou une location d'un bien immobilier

Le diagnostic de performance énergétique est applicable pour toute vente de bien immobilier depuis juillet 2006 et pour toute location à partir de juillet 2007. Il fait apparaître la consommation énergétique du bien en kWh_{énergie primaire}/m²/an ainsi que son niveau d'émission de gaz à effet de serre en kg_{eqCO2}/m²/an.

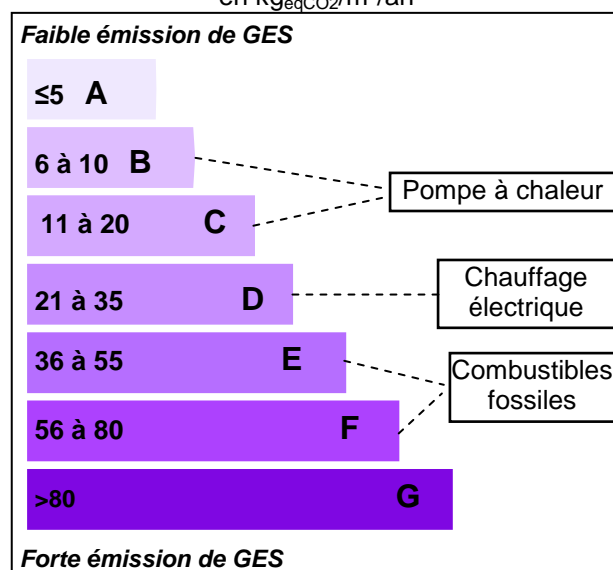
L'installation d'une pompe à chaleur **ajoute de la valeur au bien vendu** par rapport à un chauffage électrique : faible consommation énergétique, faible émission de gaz à effet de serre. Toutefois, avant tout investissement dans les énergies renouvelables, il faut s'attacher en premier lieu à réduire les besoins énergétiques du bâtiment (ex : isolation, ...).

Exemple : maison existante de 120m² occupée par 4 personnes construite selon les règles thermiques de 1988.

Consommation énergétique pour le chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire
en kWh_{énergie primaire}/m²/an



Emission de gaz à effet de serre
en kg_{eqCO2}/m²/an



5.3 Aides financières : un crédit d'impôts

Pour qui ?

Toute personne physique (propriétaire) ayant équipé sa **résidence principale neuve ou ancienne**.

- **Si la personne est imposable**, une déduction est faite sur sa feuille d'imposition.
- **Si le crédit d'impôt excède l'impôt sur le revenu, ou si la personne n'est pas imposable**, un remboursement est fait par chèque ou par virement du trésor public.

Sont exclus :

- Propriétaires bailleurs
- HLM
- Collectivités locales
- Entreprises

Quand ?

La période d'application du crédit d'impôt a commencé le **1^{er} janvier 2005**. Le dispositif a été renforcé en 2006 avec une hausse du taux et l'élargissement à de nouveaux équipements, il s'étend jusqu'au **31 décembre 2009**. Les travaux réalisés durant cette période peuvent en bénéficier.

Le remboursement intervient l'année qui suit l'achat. Un équipement acheté en 2006 sera déclaré début 2007, et déduit des impôts ou remboursés courant 2007.

Sur Quoi ?

Le crédit d'impôts s'applique sur le **prix d'achat TTC de la pompe à chaleur** fournie, posée et facturée par un professionnel.

Sont exclus du crédit d'impôts :

- Le coût de la main d'œuvre et de la pose
- Le coût du terrassement pour un capteur horizontal
- Les coûts de forage pour un capteur vertical
- Tuyauteries et hydrauliques extérieurs à la pompe à chaleur
- Les émetteurs de chaleur

La pompe à chaleur doit satisfaire à des performances minimales :

		Performance	Conditions
PAC géothermique	Capteur fluide	COP ≥ 3	Pour une température d'évaporation de -5°C
	Autre capteur	COP ≥ 3	Pour une température d'évaporation de +7°C selon la norme d'essai 14511-2
PAC Air/eau		COP ≥ 3	Pour une température d'évaporation de +7°C selon la norme d'essai 14511-2

Combien ?

En 2006, le crédit d'impôts correspond à **50% du prix d'achat TTC de la pompe à chaleur** aérothermique ou géothermique. (nota : le taux est révisable tous les ans)

Sur la période allant du 1^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2009, le montant des dépenses prises en compte ne peut dépasser les sommes indiquées dans le tableau ci-dessous, en notant que **les crédits d'impôts entrant dans le cadre "économies d'énergies et énergies renouvelables" se cumulent sur cette période au fur et à mesure des travaux jusqu'au plafond**.

Plafond de dépenses (loi de finances 2005)	
Personne seule	8 000 €
Couple marié ou lié par un PACS (déclaration fiscale unique)	16 000 €
Majoration	
Par personne à charge	400 €
Pour le deuxième enfant	500 €
Par enfant à partir du troisième	600 €

Exemple :

Un couple avec deux enfants peut bénéficier de 50% de 16900 € de crédit d'impôts sur l'ensemble des dépenses entrant dans le cadre "économie d'énergie et énergies renouvelables", soit 8450 €

6 Quel investissement ? Quelles économies ?

6.1 Chauffage d'une maison neuve de 120m²

	Aérothermie avec appoint électrique	Géothermie à capteur horizontal	Géothermie à capteur vertical	Fuel	Electricité ⁵	Gaz Naturel
Besoins en chauffage annuels (kWh/an)	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000
Consommation électrique annuelle (kWh)	3 554	2 571	2 432	N/A	10 000	N/A
Consommation énergie fossile annuelle (kWh)	0	0	0	12 000	0	12 000
Coût d'investissement du système ¹ (€ HT)	8 150	10 350	12 450	5 650	3 150	4 150
Coût d'investissement du système crédits d'impôts déduits (€ HT)	4 900	6 200	8 300	5 650	3 150	4 150
Coût global de fonctionnement annuel ² (€ HT)	528	439	427	815	1113	650
Coût global du système sur 20ans ³ (€ HT)	19 835	18 212	19 899	31 567	37 499	25 290
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système fuel avec / sans crédits d'impôts (ans)	0 / 8	1 / 10	5 / 13	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système électrique avec / sans crédits d'impôts (ans)	3 / 8	4 / 9	7 / 11	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système gaz naturel avec / sans crédits d'impôts (ans)	6 / 16	10 / 16	13 / 19	N/A	N/A	N/A
Emissions de CO ₂ sur 20ans (tonnes)	11	8	8	72	32	56

(1) Coût du système de production de chaleur, hors coût de distribution et d'émission de chaleur.

(2) Fonctionnement = énergie+entretien+surcoût abonnement – coût de l'énergie septembre 2006

(3) Indexation du coût de l'énergie = 5%/an

(4) Temps nécessaire pour récupérer le surcoût d'investissement du système grâce aux économies qu'il génère et en tenant compte de l'accroissement du coût de l'énergie (hypothèse : 5%/an)

(5) Chaudière électrique

6.2 Chauffage d'une maison existante de 120m²

	Aérothermie avec appoint électrique	Géothermie à capteur horizontal	Géothermie à capteur vertical	Fuel	Electricité ⁵	Gaz Naturel
Besoins en chauffage annuels (kWh/an)	15 000		15 000	15 000	15 000	15 000
Consommation électrique annuelle (kWh)	7 029		6 000	N/A	16 667	N/A
Consommation énergie fossile annuelle (kWh)	0		0	20 000	0	20 000
Coût d'investissement du système ¹ (€ HT)	15 900		15 200	5 650	3 150	4 150
Coût d'investissement du système crédits d'impôts déduits (€ HT)	8 900		10 250	5 650	3 150	4 150
Coût global de fonctionnement annuel ² (€ HT)	911		818	1 295	1 783	1 050
Coût global du système sur 20ans ³ (€ HT)	42 578		38 816	47 439	58 739	38 516
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système fuel avec / sans crédits d'impôts (ans)	8 / 16		8 / 13	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système électrique avec / sans crédits d'impôts (ans)	6 / 12		7 / 10	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système gaz naturel avec / sans crédits d'impôts (ans)	16 / + de 20		15 / 20	N/A	N/A	N/A
Emissions de CO ₂ Sur 20ans (tonnes)	22		19	120	53	94

(1) Coût du système de production de chaleur, hors coût de distribution et d'émission de chaleur.

(2) Fonctionnement = énergie+entretien+surcoût abonnement – coût de l'énergie septembre 2006

(3) Indexation du coût de l'énergie = 5%/an

(4) Temps nécessaire pour récupérer le surcoût d'investissement du système grâce aux économies qu'il génère et en tenant compte de l'accroissement du coût de l'énergie (hypothèse : 5%/an)

(5) Chaudière électrique

Le cas de la géothermie horizontale n'est pas étudié car peu adaptée à l'existant. Il serait nécessaire de décapier le terrain, souvent déjà aménagé, sur une surface égale à plus de 2 fois la surface habitable de la maison.

6.3 Chauffage d'un bâtiment administratif existant de 200m²

	Aérothermie avec appoint électrique	Géothermie à capteur horizontal	Géothermie à capteur vertical	Fuel	Electricité ⁵	Gaz Naturel
Besoins en chauffage annuels (kWh/an)	20 000		20 000	20 000	20 000	20 000
Consommation électrique annuelle (kWh)	9 372		8 000	N/A	22 222	N/A
Consommation énergie fossile annuelle (kWh)	0		0	26 667	0	26 667
Coût d'investissement du système ¹ (€ HT)	17 550		19 050	6 400	3 900	4 600
Coût global de fonctionnement annuel ² (€ HT)	1 121		998	1 695	2 405	1 383
Coût global du système sur 20ans ³ (€ HT)	51 400		48 817	61 616	78 662	50 188
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système fuel (ans)	14		19	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système électrique (ans)	9		9	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système gaz naturel (ans)	+ de 20		19	N/A	N/A	N/A
Emissions de CO ₂ Sur 20ans (tonnes)	30		26	160	71	125

(1) Coût du système de production de chaleur, hors coût de distribution et d'émission de chaleur.

(2) Fonctionnement = énergie+entretien+surcoût abonnement – coût de l'énergie septembre 2006

(3) Indexation du coût de l'énergie = 5%/an

(4) Temps nécessaire pour récupérer le surcoût d'investissement du système grâce aux économies qu'il génère et en tenant compte de l'accroissement du coût de l'énergie (hypothèse : 5%/an)

(5) Chaudière électrique

Le cas de la géothermie horizontale n'est pas étudié car peu adaptée à l'existant. Il serait nécessaire de décapier le terrain, souvent déjà aménagé, sur une surface égale à plus de 2 fois la surface habitable du bâtiment.

6.4 Chauffage d'un bâtiment tertiaire neuf de 1000m²

	Aérothermie avec appoint électrique	Géothermie à capteur horizontal	Géothermie à capteur vertical	Fuel	Electricité ⁵	Gaz Naturel
Besoins en chauffage annuels (kWh/an)	70 000		70 000	70 000	70 000	70 000
Consommation électrique annuelle (kWh)	27 639		18 919	N/A	77 778	N/A
Consommation énergie fossile annuelle (kWh)	0		0	93 333	0	93 333
Coût d'investissement du système ¹ (€ HT)	34 200		66 000	16 600	10 100	10 100
Coût global de fonctionnement annuel ² (€ HT)	2 611		1 914	5 633	6 422	4 133
Coût global du système sur 20ans ³ (€ HT)	115 912		124 646	196 339	220 444	141 746
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système fuel (ans)	6		11	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système électrique (ans)	6		10	N/A	N/A	N/A
Temps de retour actualisé ⁴ du surcoût à l'investissement par rapport à un système gaz naturel (ans)	12		17	N/A	N/A	N/A
Emissions de CO ₂ Sur 20ans (tonnes)	88		60	560	249	437

(1) Coût du système de production de chaleur, hors coût de distribution et d'émission de chaleur.

(2) Fonctionnement = énergie+entretien+surcoût abonnement – coût de l'énergie septembre 2006

(3) Indexation du coût de l'énergie = 5%/an

(4) Temps nécessaire pour récupérer le surcoût d'investissement du système grâce aux économies qu'il génère et en tenant compte de l'accroissement du coût de l'énergie (hypothèse : 5%/an)

(5) Chaudière électrique

Le cas de la géothermie horizontale n'est pas étudié car rarement appliquée compte tenu de la surface nécessaire à la mise en place du capteur.

7 Questions - Réponses

- « La géothermie, c'est trop cher »

L'investissement est plus important mais au regard du coût global (investissement + consommation) la géothermie est compétitive. Le retour sur investissement est encore plus intéressant dans les communes non desservies en gaz naturel.

- « La fin des énergies fossiles ? On en trouve toujours »

Réserves totales et supposées d'énergie fossile et fissile (charbon, pétrole, gaz, uranium) disponible sur la planète = 4000Gtep (source IFP)

La consommation d'énergie annuelle de l'humanité en 2000 est d'environ 9 Gtep.

Si la consommation augmente de 2% par an, les réserves mondiales seront épuisées d'ici un siècle (source Jancovici - cabinet Manicore). De plus, les gisements les plus faciles à exploiter sont en diminution. Les coûts d'extraction sont en croissance.

- « Quelle est la vraie part d'énergie renouvelable d'une pompe à chaleur ? »

La pompe à chaleur permet de chauffer en puisant des calories dans le milieu extérieur, source d'énergie renouvelable. Toutefois, un apport électrique est nécessaire pour faire fonctionner la pompe. Plus le coefficient COP du système mis en œuvre est élevé, plus la part d'énergie renouvelable est élevée. (COP = 1 : aucune énergie renouvelable, COP = 3 : 1/3 d'énergie électrique – 2/3 d'énergie renouvelable, COP = 5 : 1/5 d'énergie électrique – 4/5 d'énergie renouvelable). Par comparaison, une installation solaire avec un taux de couverture de 60% utilise 40% d'énergie fossile (gaz, fuel) ou fissile (électricité).

- « La PAC, ça ne marche pas »

Forte rémanence des contre références en aérothermie et géothermie des décennies passées (programme PERCHE et hiver 1984-85). Les acteurs du marché (fabricants, installateurs, ...) ont tiré les leçons de l'expérience malheureuse des années 80 et relancé l'activité avec une meilleure maîtrise de la technologie.

- « La PAC, ce n'est pas possible sur radiateurs existants »

Les fabricants développent des pompes à chaleur moyenne ou haute température permettant d'alimenter des radiateurs existants en remplacement ou en relève d'une chaudière existante. Le type de pompe, le schéma hydraulique, et le savoir-faire de l'installateur sont prépondérants pour ce type d'installation.

- « La PAC peut rafraîchir les locaux l'été »

Une pompe à chaleur est un appareil destiné à assurer le chauffage total ou partiel de locaux. Certaines machines peuvent assurer également la production de froid en été en inversant le circuit frigorifique. Le dispositif fonctionne à l'envers : le condenseur devient l'évaporateur et l'évaporateur prend la place du condenseur. Ainsi, la PAC puise les calories dans l'habitation et les évacue à l'extérieur, dans l'air ou au niveau des capteurs enterrés. Il faut cependant noter que l'on va consommer de l'énergie en été, ce qui peut "annuler" les économies que l'on réalise l'hiver. La sobriété énergétique doit être privilégiée. Chaque fois que possible, on adoptera des solutions de rafraîchissement passif (free-cooling, sur ventilation nocturne, ...).

- « Le sol s'épuise en géothermie »

Le gel prolongé du sol empêche toute vie des végétaux et des micro-organismes. Cela se produit uniquement si le capteur est sous dimensionné. Le calcul des déperditions doit être confié à un professionnel qualifié ou à un bureau d'études.

- « Les PAC aérothermiques (air/eau) sont bruyantes »

Il existe des grands écarts de niveau sonore entre les différentes pompes à chaleur du marché. Il est recommandé de prendre 3 types de précautions pour avoir une pompe à chaleur silencieuse :

- choisir un modèle figurant dans la liste Promotelec/certification Eurovent, il indique le niveau sonore en dB.
- choisir un modèle que l'on a pu entendre fonctionner - demander une référence à visiter à votre installateur (On n'achète pas une voiture sans la démarrer).
- choisir un modèle dont le fabricant donne les niveaux sonores à plein régime, mesurés à 1mètre (et pas seulement à 5 ou 10m).

- « **La géothermie, ça s'installe tout seul** »

La banalisation des climatiseurs pré chargés peut entraîner cette remarque. Sans étude de faisabilité sérieuse et mise en service par une station technique agréée, les résultats peuvent être aléatoires et la garantie réduite, les performances amoindries et les risques de panne plus élevés.

- « **Le dimensionnement ? Un tableur Excel suffit !** »

Un surdimensionnement entraîne une durée de vie des compresseurs écourtée. Un sous dimensionnement ne permettra pas d'obtenir 19°C dans la maison au cœur de l'hiver. Le calcul des besoins doit être confié à un professionnel qualifié ou à un bureau d'études expérimenté.

- « **Qui puis-je contacter pour m'accompagner dans mon projet ?** »

Les actions du Département en matière de maîtrise de l'énergie et de valorisation des énergies renouvelables :

Conseil Général de la Vendée
Service Tourisme et Cadre de Vie
Adresse postale: 40 rue Maréchal Foch, 85923 la Roche sur Yon Cedex 9
Adresse des bureaux: 196 boulevard Briand – La Roche sur Yon
Tel. 02 51 44 26 27

Conseils techniques et documentation sur la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables :

ESPACE INFO ENERGIE (relais local de l'ADEME)
SyDEV (Syndicat Départemental d'Energie et d'Equipement de la Vendée)
3, Rue du Maréchal Juin
85036 LA ROCHE SUR YON Cedex
Sur rendez-vous le matin au 02 51 08 82 27
Par téléphone au 08 10 036 038

Aides au logement et crédits d'impôts aux énergies renouvelables :

ADIL de la Vendée (Association Départementale d'Information sur le Logement)
196, Boulevard Aristide Briand
B.P. 354
85009 LA ROCHE SUR YON Cedex
Tél. 02 51 44 26 60
<http://www.adil85.org>

Intégration architecturale et paysagère Réglementation en urbanisme et en environnement :

CAUE de la Vendée (Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement)
16, Cours Bayard
B.P. 685
85017 LA ROCHE SUR YON Cedex
Tél. 02 51 37 44 95
<http://www.caue85.com>

- « **Mon chauffagiste ne pose pas ces machines** »

Les fabricants, les distributeurs et les organisations professionnelles (CAPEB et FFB) ont mis en place des séances d'information, et développent des modules de formations sur les pompes à chaleur et la géothermie. Le chauffagiste pose le matériel, la station technique

effectue la mise en service et assure le suivi par un contrat de maintenance. Plusieurs chauffagistes sont déjà formés sur le département.

- « **J'ai fait faire plusieurs devis, je ne m'y retrouve plus** »

Préférer les acteurs locaux et spécialistes qui ont pignon sur rue aux sociétés lointaines que l'on ne revoie plus. Demander des références que vous pouvez visiter. Ne jamais s'engager par téléphone ou avec des sociétés qui ne se sont pas déplacées pour adapter la solution à votre cas particulier.

- « **Comment s'assurer de la qualité du matériel ?** »

En vérifiant que le procédé a fait l'objet de la certification Eurovent ou d'un avis technique du CSTB.

- « **Quelles sont les garanties sur l'installation ?** »

Le matériel est garanti 1an. La grande majorité des constructeurs prolongent la garantie à 2 ou 3 ans lorsque l'installation est réalisée par une station technique agréée.

Dans le cas de pompe à chaleur géothermique, le professionnel doit disposer d'une assurance responsabilité civile entreprise incluant cette activité.

Les entreprises de forages sont soumises à la garantie décennale et doivent utiliser des sondes résistantes à 16bars.

Dans le cas d'une construction neuve, le plancher chauffant possède la garantie décennale.

- « **Quelle est la durée de vie du matériel ?** »

Une pompe à chaleur, bien dimensionnée et installée dans les règles de l'art, a une durée de vie comparable à une chaudière traditionnelle.

- « **Quelle maintenance est nécessaire ?** »

D'un point de vue réglementaire, une visite annuelle de contrôle de confinement du fluide frigorigène est obligatoire pour les systèmes en comportant plus de 2kg c'est-à-dire :

- tous les systèmes sol/eau

- les autres systèmes (eau glycolée /eau, eau/eau, air/eau) quand :

- *Puissance PAC restituée > 8-10kW selon les fabricants (une maison neuve de 120m² en Vendée n'est pas concernée)*

Bien que non obligatoire pour l'instant, une maintenance préventive est à prévoir annuellement afin de conserver un parfait état de fonctionnement de l'installation et de garantir des performances optimales (compter 100 à 120 € HT/an en maison individuelle quels que soient les systèmes) : vérifications des sécurités, pression, étanchéité, qualité de l'eau, régulation, état de l'anode du ballon ; contrôle du serrage des connexions électriques, écrous, vis, raccords de vannes ; graissage des paliers de ventilateurs et nettoyage des échangeurs pour les PAC air/eau.

Egalement, le renouvellement du traitement voir un remplacement complet du contenu des circuits doit être effectué selon les préconisations du fabricant.

- « **Une pompe à chaleur, peut-elle produire l'eau chaude sanitaire ?** »

Une partie des pompes à chaleur du marché peut produire l'eau chaude sanitaire soit partiellement (préchauffage) soit en totalité en plus du chauffage des locaux. Cette solution est souvent peu intéressante pour les "petits consommateurs" d'eau chaude (1 à 2 personnes). Elle peut réduire la durée de vie de la pompe à chaleur en cas de mauvais dimensionnement.

Il existe également des pompes à chaleur indépendantes dédiées uniquement à la production d'eau chaude sanitaire, les chauffe-eau thermodynamiques, qui produisent de l'eau de 50 à 65°C (en moyenne) selon les modèles.

- « **Pas de visibilité des nombreuses géothermies qui fonctionnent : tout est caché** »

C'est un avantage pour éviter toute pollution visuelle. Pour les bâtiments publics, il est toujours possible d'informer le citoyen par un panneau ou un compteur d'économie

8 Les usages préférentiels

L'usage de la géothermie et de l'aérothermie est globalement très favorable pour le chauffage sur l'ensemble du territoire Vendéen. On tiendra compte des cartes géographiques précédentes comme facteur limitant.

Les usages préférentiels décrits dans ce tableau doivent être interprétés avec prudence chaque cas doit faire l'objet d'une étude détaillée.

	Avis très favorable	Avis favorable	Avis réservé	Inadapté / déconseillé				
	Plancher chauffant eau ou autres émetteurs basse température				Radiateurs moyenne ou haute température			
Emetteurs	Géothermie Verticale	Géothermie Horizontale	Aérothermie	Géothermie en Puisage	Géothermie Verticale	Géothermie Horizontale	Aérothermie	Géothermie en Puisage
Maison neuve								
Maison ancienne								
Piscine privée								
Habitat groupé neuf								
Résidences existantes								
Résidences Extension ou neuf								
Salles de sport Salles des fêtes neuves								
Salles de sport Salles des fêtes existantes								
Piscines collectives								
Ecoles, collèges, Lycées								
Hôpitaux, maisons de retraites, prisons								
Musées, Bibliothèques								
Centre commerciaux								
Bureaux, PME								
Locaux industriels								