





Bienvenue

Soirée d'information sur les pompes à chaleur

Qu'est-ce qu'une PAC

Principe de fonctionnement



Principe de base d'une PAC

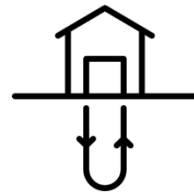
- Une PAC est un système de chauffage flexible et modulable
- Une PAC exploite l'énergie présente naturellement dans la nature

○ Air



Température ambiante : de +20° à - 15°

○ Sol



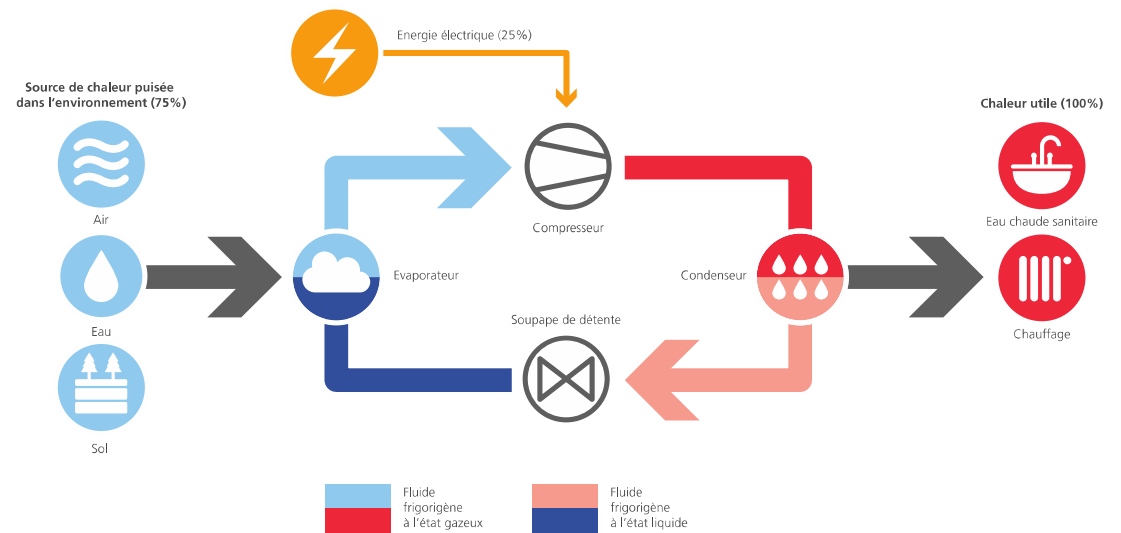
Avec une sonde géothermique, 3° par 100 mètres

○ Eau



Eau d'une rivière, d'une nappe phréatique

Principe de base d'une PAC



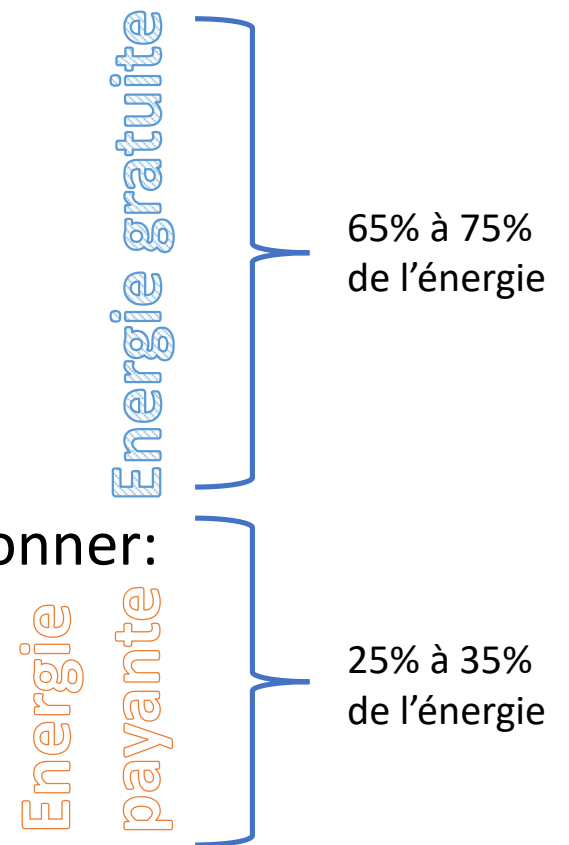
Les sources de l'énergie d'une PAC

Une PAC puise son énergie dans:

- Dans l'air
- Dans le sol
- Dans l'eau

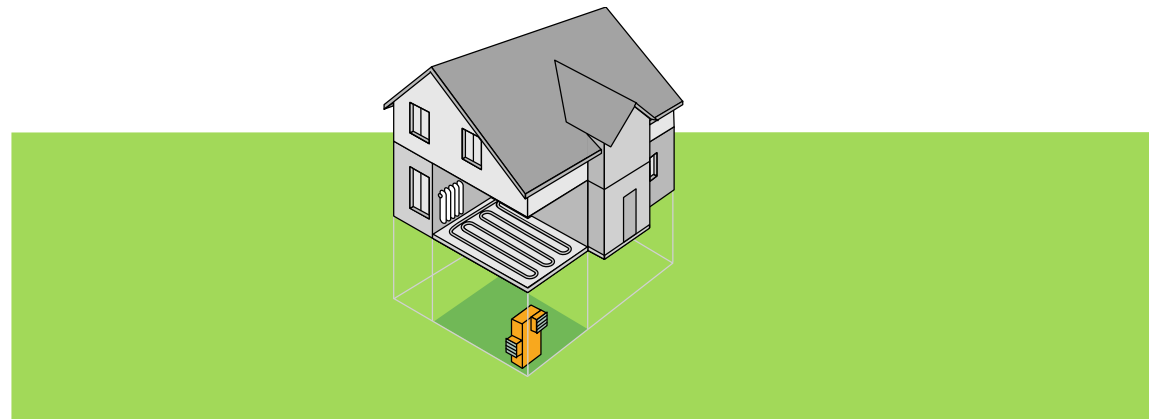
La PAC a besoin d'énergie électrique pour faire fonctionner:

- Le compresseur
- Les pompes de circulation



PAC air-eau

- Utilise la chaleur de l'air ambiant même par des températures extérieures négatives
- Bonne efficacité même en période de grand froid
- Adapté jusqu'à une altitude de 1'000 mètres
- De 1'000 à 1'300 mètres avec une distribution basse température (<35° C)
- Existe en différents formats:
 - Intérieure
 - Extérieure
 - « Splitée » (en deux parties)



Quelques exemples de PAC air-eau extérieure



PAC air-eau extérieure

Avantages

- Installée en extérieure si pas de place dans le local technique
- Très bon rendement / COP élevé
- Peut se dissimuler dans un jardin



Contraintes

- Nécessite une conduite enterrée hors gel
- Nécessite une liaison hydraulique à travers les murs
- Doit respecter la législation sur la protection contre le bruit

Quelques exemples de PAC air-eau intérieure



PAC air-eau intérieure

Avantages

- Rien à l'extérieur
- Très bon rendement / COP élevé
- Meilleure gestion des nuisances sonores possibles

Contraintes

- Ouvertures dans le mur nécessaires
- Dimensions de la machine nécessitant un accès adéquat
- Nécessité d'un écoulement pour les condensats

Quelques exemples de PAC air-eau « split »



PAC air-eau « split »

Avantages

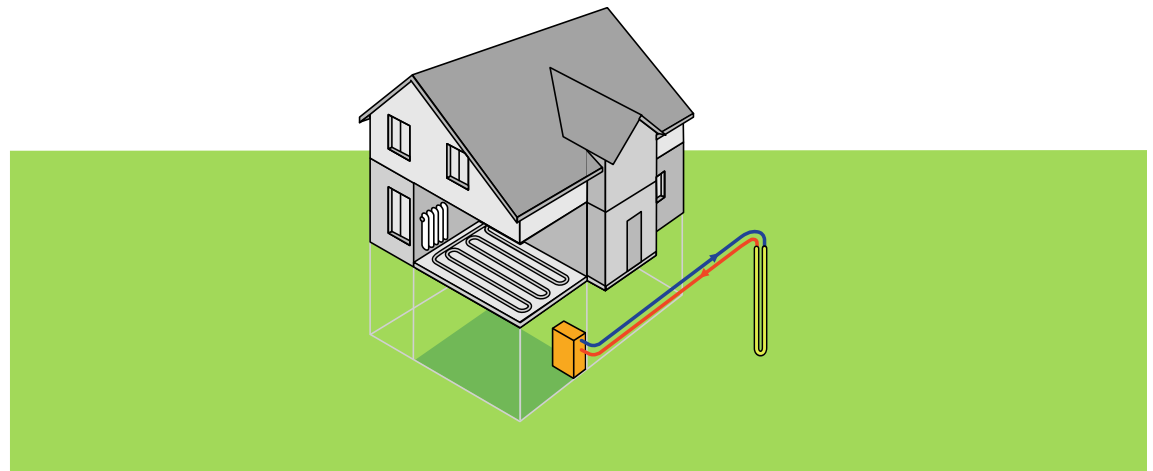
- Facile à installer dans des locaux exigus
- Petites conduites résistantes au gel → facile à installer
- Prix d'appel plus intéressant

Contraintes

- Circuit frigorifique supplémentaire à contrôler (toutes les années, après 2 ans)
- Efficience moindre sur certains modèle

PAC sol-eau

- Capte la chaleur naturelle de la terre à l'aide d'une sonde géothermique verticale
- Système à performances accrues
- Très silencieux et sans impact visuel
- Possibilité de faire du rafraîchissement



Quelques exemples de PAC sol-eau



PAC sol-eau

Avantages

- Température de source stable toute l'année
- Efficacité accrue (+25% par rapport à une air-eau)
- Possibilité de faire du free-cooling
- Amortissement plus élevé

Contraintes

- Nécessité de forer
- Autorisation nécessaire
- Investissement plus élevé

Comment choisir sa PAC

Savoir comparer ce qui est comparable

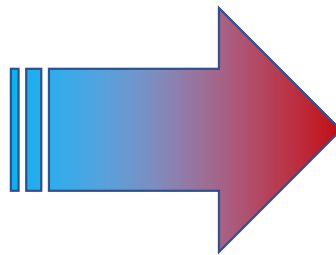


Le coefficient de performance (COP)



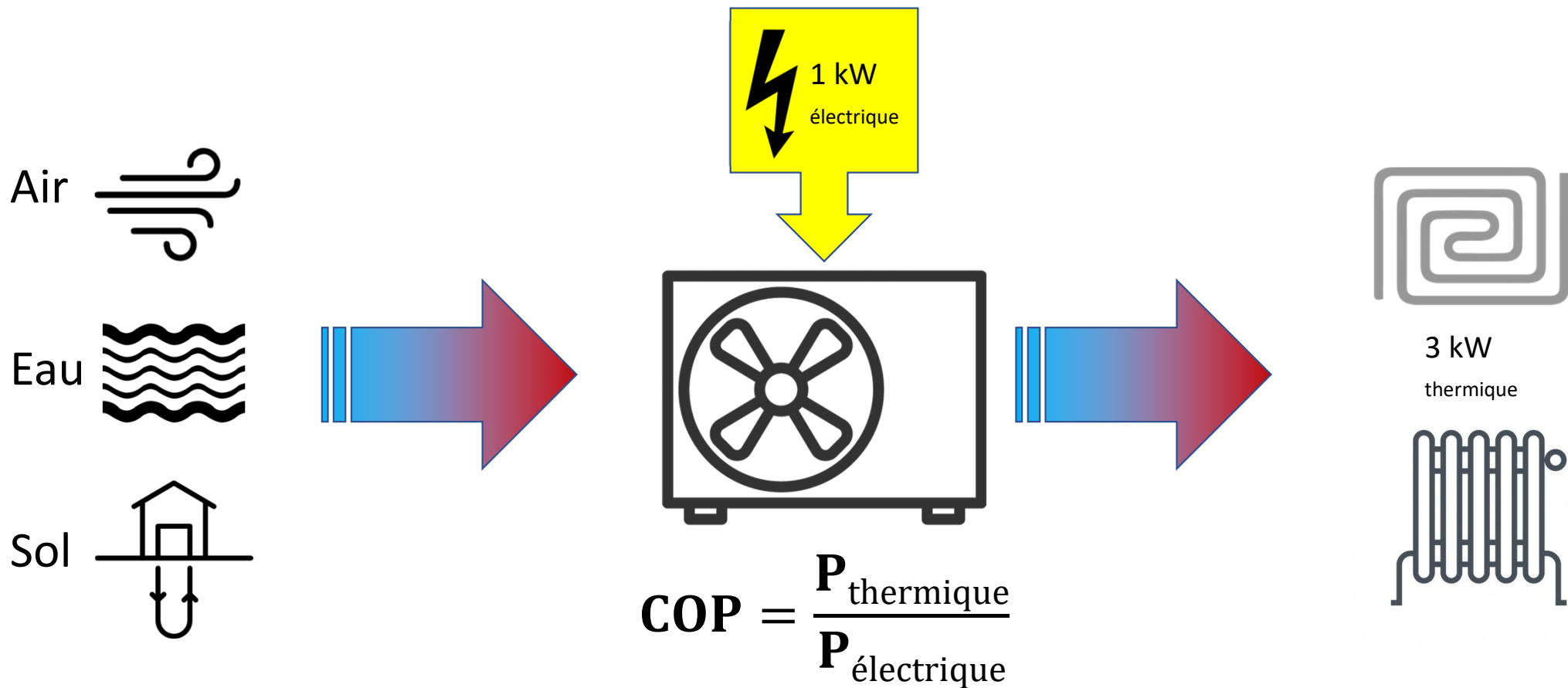
Pomme à acheter
Prix de la pomme: 1.- CHF

L'environnement nous donne 2
pommes gratuites



Total des pommes
3, dont 2 gratuites

Le coefficient de performance (COP)



Le coefficient de performance annuel (COPA)

- Plus le COP est élevé, meilleure sera l'efficacité de ma PAC
- Le COP donne une puissance instantanée
- Le COPA donne une moyenne annuelle
 - Il est plus représentatif de la réalité de la production d'une PAC

$$\mathbf{COP} = \frac{\mathbf{P}_{\text{thermique}}}{\mathbf{P}_{\text{électrique}}}$$

$$\mathbf{COPA} = \frac{\mathbf{E}_{\text{thermique annuel}}}{\mathbf{E}_{\text{électrique annuel}}}$$

Savoir lire une fiche technique

Coefficient de performance à **A-7/W35** (EN 14511) → 3,26

Coefficient de performance à **A2/W35** (EN 14511) → 4,14

Puissance calorifique / COP pour

A7/W35	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	10,1 4,12
A2/W35	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	9,0 3,6
A-7/W35	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	7,5 3,12
A-7/W50	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	7,2 2,4

BOW35 Δt5K -> EN 14511

Puissance de chauffage	kW	21,60
Puissance absorbée	kW	4,70
Coefficient de performance	COP	4,30

Savoir lire une fiche technique

- A = température de l'air \equiv source
- B = « brine » = saumure \equiv température de source de la sonde
- W = température de l'eau \equiv distribution radiateurs / ch. de sol

Puissance calorifique / COP pour				
A7/W35	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	10,1 4,12
A2/W35	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	9,0 3,6
A-7/W35	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	7,5 3,12
A-7/W50	Point normalisé selon EN14511	1 compresseur	kW ...	7,2 2,4

- Le COP évolue en fonction des conditions de fonctionnement
- Toujours comparer une PAC au mêmes conditions

Quelques notions de bons COP réalistes

PAC air-eau + ECS

Sur le plateau / en plaine

→ 2'300 heures de fonctionnement

COP 3 à 4 (A2/W35)

COPA 3.5

A 1'000 mètres d'altitude

→ 2'500 heures de fonctionnement

COP 3 à 4 (A2/W35)

COPA 2.8

PAC sol-eau + ECS

Sur plateau / en plaine

→ 2'300 heures de fonctionnement

COP 4.5 à 5 (B0/W35)

COPA 4.8

A 1'000 mètres d'altitude

→ 2'500 heures de fonctionnement

COP 4.5 à 5 (B0/W35)

COPA 4.8

L'incidence sonore (pour les PAC air-eau)

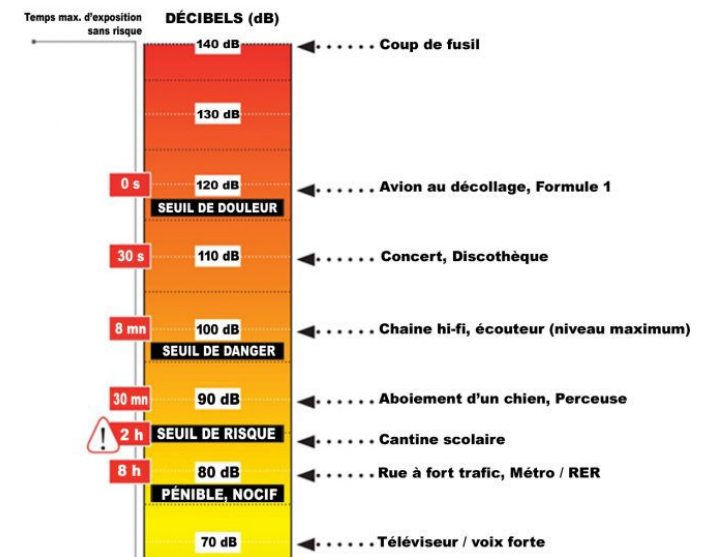
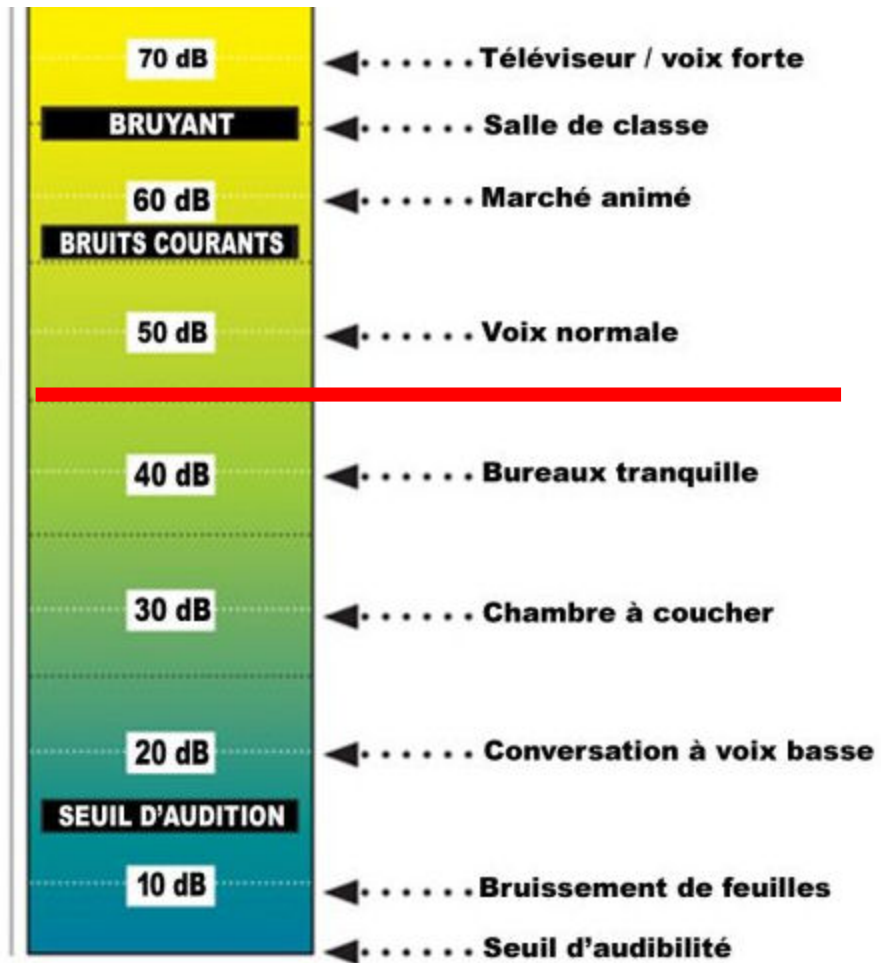
- Une PAC air-eau produit du bruit et doit respecter l'OPB (Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit)
- Exigence à respecter : 45 db(A) de 19h00 à 07h00 (en DS II)
- Nécessité de remplir le document du « Cercle bruit » pour simuler l'incidence sonore sur son voisin le plus impacté

Savoir lire une fiche technique

Niveau de puissance acoustique (EN 12102)	50 dB(A)
Niveau de pression acoustique à 5 m en champ libre	28 dB(A)

- Puissance acoustique: valeur absolue en dB(A) calculée en banc d'essai
- Pression acoustique: valeur en dB(A) relative à une distance... qui peut varier d'une machine à l'autre!
- Toujours comparer les mêmes valeurs

Quelques notions d'acoustique



Une PAC, ça coûte combien...

Démonstration d'amortissement



Une PAC: combien ça coûte?

Remplacement d'un chauffage clé en main (SRE 180m²)

- Air – eau : 40'000 à 55'000 CHF
- Sol – eau : 50'000 – 90'000 CHF (y compris forage)

Autres indications de prix

- Réseau hydraulique : 20'000 – 25'000 CHF
- Forage : ~ 120 CHF / m foré (forage, sonde, remplissage et raccordement)

Quelques arguments

ou comment être sûr de faire le bon choix



Quelques arguments en faveur de la PAC

- S'affranchir des énergies fossiles
- Profitez des subventions actuelles (...avant qu'elles ne soient plus là!)
- Investissement 100% déductible des impôts
- Très peu de maintenance
 - Pas d'entretien brûleurs
 - Pas de visite du ramoneur
 - Pas de révision de citerne
- Gagner en autonomie énergétique
 - Combiner avec du photovoltaïque --> autoconsommation
- Gain de place (citerne)
- Plus de combustion → plus de cheminée
- Pas d'odeur
- Plus d'approvisionnement en combustible

Arguments environnementaux

- 1'000 L de mazout émettent 2.65 t_{CO2}
- Moyenne des émissions du parc automobile suisse 2018: 138g CO₂/km
- 1L de mazout correspond à 19.2 km parcourus en voiture

2'000L de mazout par année équivaut à un voyage autour de la Terre à l'équateur (~40'000km) !





Pas possible dans mon cas?

Un nouveau brûleur à gaz serait bien plus simple...

Je n'ai pas de chauffage au sol...

Une PAC peut couvrir les besoins de chaleur pour les chauffages de sol mais aussi certains radiateurs

Test de la main sur le radiateur (en période de chauffe)

- Température au-dessous de 55-60°C = chaleur supportable
 - ➔ installation PAC possible
- Sinon, possibilité d'ajouter/agrandir un radiateur ou isoler le bâtiment

C'est trop bruyant pour mon voisin...

- Avancée majeure ces 10 dernières années dans le domaine acoustique
- Attention cependant aux PAC d'entrée de gamme
- Les bonnes PAC split sont à 45 dB(A) à 3 mètres.
Les moins bonnes... à 25 mètres !

Une PAC consomme du charbon allemand...

- Mix électrique en Europe

- Consommation : 525g CO₂/kWh_é

(source: Energyscope, EPFL)

- Mix électrique en Suisse

- Production: 30g CO₂/kWh_é

- Consommation : 180g CO₂/kWh_é

(source: OFEV)

- Pics d'importation 350g à 400g CO₂/kWh_é

(source: EPFL)



Dans le pire des cas... A-7/W55

Avec 400g CO₂/kWh_é COP : 2

Un peu moins pire! A2/W45

Avec 350g CO₂/kWh_é COP : 3.5

Meilleure situation A2/W45

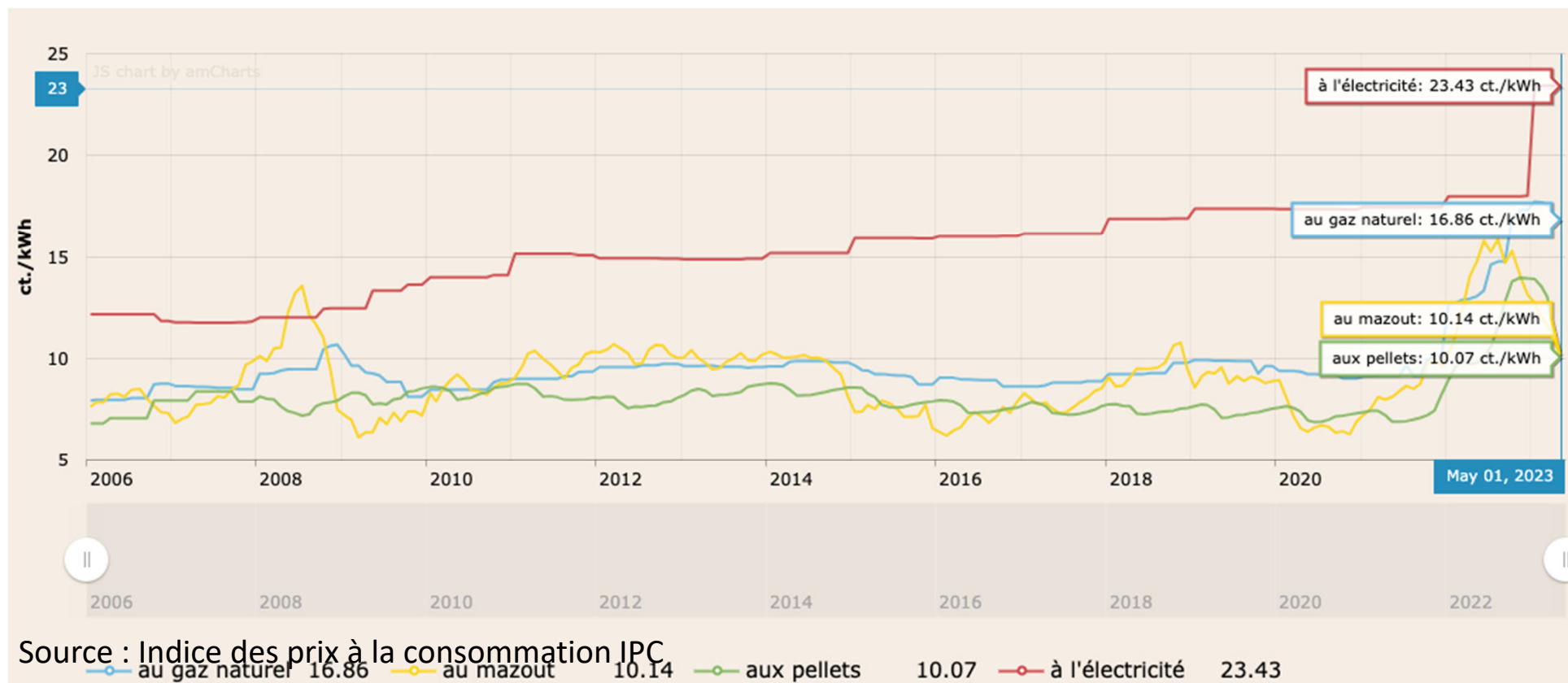
Avec 180g CO₂/kWh_é COP : 3.5

**Facteur d'émission
agents fossiles**

Gaz 203g CO₂/kWh_{th}

Mazout 265g CO₂/kWh_{th}

Le prix de l'électricité va augmenter...



Exemples d'installation

sur le canton de Vaud



Avenue du Chamossaire 17, 1860 Aigle



Caractéristique du projet

- Maison de 1923
- SRE 156 m²
- Mazout, vieille chaudière de 1973, remplacée en 2020
- Distribution sur radiateur à 50 ° C pour – 7 °C extérieur
- ~ 6600 l/an
- CECB initiale G /G
- Projet d'assainissement en parallèle (M05 + M01)

Avant la transformation



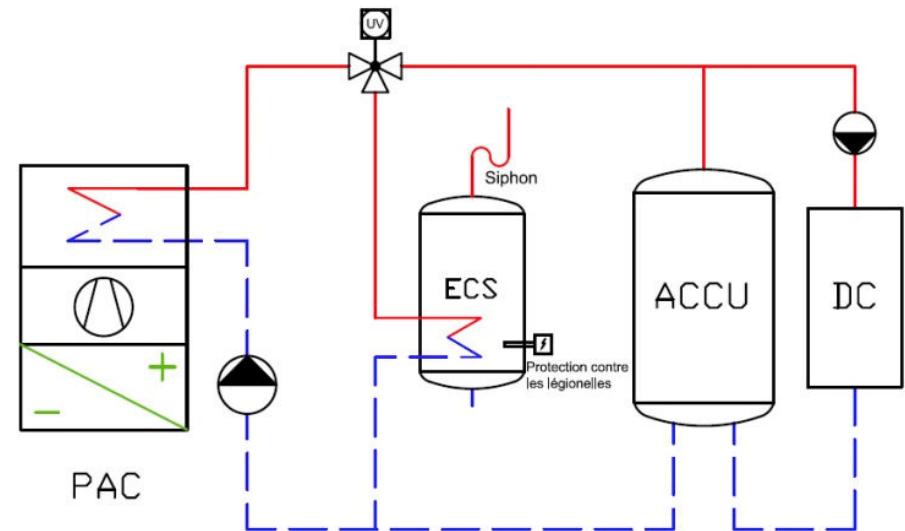
Première
chaudière de
1973



Remplacée en
2020 mais
volonté
d'assainir

Schéma et matériel retenus

- CTC EcoAir 614M
 - Puissance 9.7 kW (A-7/W35)
 - COP 3.27 (A-7/W35)
- Puissance acoustique: 51dB
- Ballon tampon 200 litres
- Boiler ECS 300 litres



Chiffrage du projet

Matériel & Travaux 36'000.- CHF

Assainis. citerne 1'900.- CHF

Traitement de l'instal. 1'500.- CHF

Electricien 2'500.- CHF

S/TOTAL 41'900.- CHF

Subvention (cant / comm) 6'620.- CHF

Rabais d'impôts (environ) ~ 9'827.- CHF

S/TOTAL 16'447.- CHF

GRAND TOTAL 25'453.- CHF

Après l'installation



Subventions cantonales

...et communales



Subvention Cantonale M05 / PAC Air-eau

Remplacement d'une chaudière à gaz ou à mazout :

- Chauffage (P < 15 kW): 5'000 CHF
- Chauffage (P > 15 kW): 400 CHF/kW

Remplacement d'un chauffage électrique :

- Chauffage (P < 15 kW): 7'500 CHF
- Chauffage (P > 15 kW): 600 CHF/kW

Création d'un réseau de distribution hydraulique :

- Habitation individuelle : 10'000 CHF forfaitaire (entre 100 et 400 m²)
- Autre affectations : 500 CHF/kW

Subvention Cantonale M05 / PAC Air-eau

- Seules les pompes à chaleur avec moteur électrique donnent droit à une contribution.
- L'installation doit être utilisée comme chauffage principal.
- L'installation remplace un chauffage fonctionnant principalement au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance.
- Puissance ≤ 15 kW : Le PAC système module (pompes à chaleur efficaces avec système) doit être installé (www.pac-systeme-module.ch).
- Puissance > 15 kW : La garantie de performance de SuisseEnergie ainsi que le label de qualité international (reconnu en Suisse) ou national pour pompes à chaleur doivent être fournis (www.pac.ch).
- Les radiateurs existants doivent être équipés de vannes thermostatiques.
- La puissance maximale subventionnée est de 50 W/m² de surface de référence énergétique pour tous les bâtiments, exceptés les piscines couvertes publiques et les installations sportives publiques.
- Les bâtiments doivent atteindre une classe CECB de l'enveloppe située entre A et E (selon mise à jour 2023). Sauf pour les bâtiments à plus de 1000m qui doivent atteindre une classe CECB[®] de l'enveloppe entre A et C.
- Le CECB[®] doit dans tous les cas être réactualisé après les travaux.

Subvention Cantonale M06 / PAC Sol-eau

Remplacement d'une chaudière à gaz ou à mazout :

- Chauffage ($P < 20$ kW) : 20'000 CHF
- Chauffage ($P > 20$ kW) : 4'000 CHF + 800 CHF/kW

Remplacement d'un chauffage électrique :

- Chauffage ($P < 20$ kW) : 25'000 CHF
- Chauffage ($P > 20$ kW) : 5'000 CHF + 1'000 CHF/kW

Création d'un réseau de distribution hydraulique :

- Habitation individuelle : 10'000 CHF forfaitaire (entre 100 et 400 m²)
- Autre affectations : 500 CHF/kW

Subvention Cantonale M06 / PAC Air-eau

- Seules les pompes à chaleur avec moteur électrique donnent droit à une contribution.
- L'installation doit être utilisée comme chauffage principal.
- L'installation remplace un chauffage fonctionnant principalement au mazout, ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance.
- Puissance ≤ 15 kW : Le PAC système module (pompes à chaleur efficaces avec système) doit être installé, (www.pac-systeme-module.ch).
- Puissance > 15 kW : La garantie de performance de SuisseEnergie ainsi que le label de qualité international (reconnu en Suisse) ou national pour pompes à chaleur doivent être fournis (www.pac.ch).
- Pour les sondes géothermiques: label de qualité pour les entreprises de forage de sondes géothermiques.
- Les radiateurs existants doivent être équipés de vannes thermostatiques.
- La puissance maximale subventionnée est de 50 W/m² de surface de référence énergétique pour tous les bâtiments, exceptées les piscines couvertes publiques et les installations sportives publiques.
- Les bâtiments existants chauffés au mazout ou au gaz naturel doivent atteindre une classe CECB[®] enveloppe située entre A et E (selon mise à jour 2023).
- Le CECB[®] doit dans tous les cas être réactualisé après les travaux.

Subvention Communale

20% du coût de l'installation, après déduction de la subvention

- Octroi d'ici le 31 décembre 2024 et dans la limite du budget disponible.
- Octroi conditionné à la décision cantonale d'octroi de subvention.
- Les conditions d'octroi de la subvention cantonale s'appliquent.



PAC-système-module



Label de garantie : qualité et performances pour le propriétaire

- Certificat obligatoire tout l'obtention de la subvention cantonale
- Pompe à chaleur < 15kW
- Kit d'installation: PAC, accumulateur, boiler ECS, schémas hydrauliques, etc.
- Visite du fabricant/fournisseur 2 à 3 années après la mise en service
- **Coût : CHF 350.- + TVA**
- Possibilité de déroger aux schémas standard en faisant une demande spéciale



- 1** | **PROCÉDURES STANDARDISÉES**
Planification globale et collaboration optimale
- 2** | **COMPOSANTS HARMONISÉS**
Qualité élevée et sécurité de fonctionnement
- 3** | **MISE EN SERVICE STANDARDISÉE**
Procédure sans faille et rendement optimal
- 4** | **GARANTIE DE PERFORMANCE ÉCRITE**
Responsabilité clairement définie
- 5** | **DOCUMENTATION COMPLÈTE**
Traçable et transparente
- 6** | **CERTIFICAT GSP RECONNU**
Avec audit indépendant

APAC - Accompagnement PAC



**Lancer maintenant
son projet de rénovation**

Inscriptions aux accompagne
ments



APAC - Accompagnement PAC



Partenariat entre vous et le GSP



Antenne d'information sur les PAC



Analyse des offres et conseils



Exigences qualité PAC
Système-Module

Inscriptions aux accompagnements



Questions - réponses



Très bonne suite de journée

