



**Choc
Electrique**

Séance du 11 nov 2023

Exemple de transition énergétique

J.-Fr. LAURENT ©



Canevas de présentation

- Situation initiale
- 1^{ère} étape 2013 : pose d'un chauffage à bois
- 2^{ème} étape 2014: pose d'une installation photovoltaïque
- Bilan intermédiaire énergétique
- Bilan intermédiaire économique
- **3^{ème} étape 2023 : pose d'une PAC air/eau**
- **Bilan final énergétique**
- **Bilan final économique**

Situation initiale



Villa mitoyenne
Sise au Chalet-à-Gobet
Altitude 850 m.

Surf. au sol 74 m²
Sous-sol + 2 niveaux

Chauffage électrique : consommation annuelle d'env. **14'500 kWh/an**

+ une cheminée d'agrément

1 : POSE D'UN FOURNEAU EN PIERRE OLLAIRE



Coût brut : 23'190.- (y.c. tubage, crépi, carrelage)

Coût net : 16'160.- (y.c récupération impôts)

Economie sur le coût d'énergie :

(6'000 kWh x 24 cts) – (4 stères à 170.-) = 760.- Frs/an

Amortissement : env. 20 ans

2 : POSE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

37 m² / 6 kW



Coût brut : 24'470.-

Coût net : 10'710.- (y.c récupération impôts + subside RU Swissgrid)

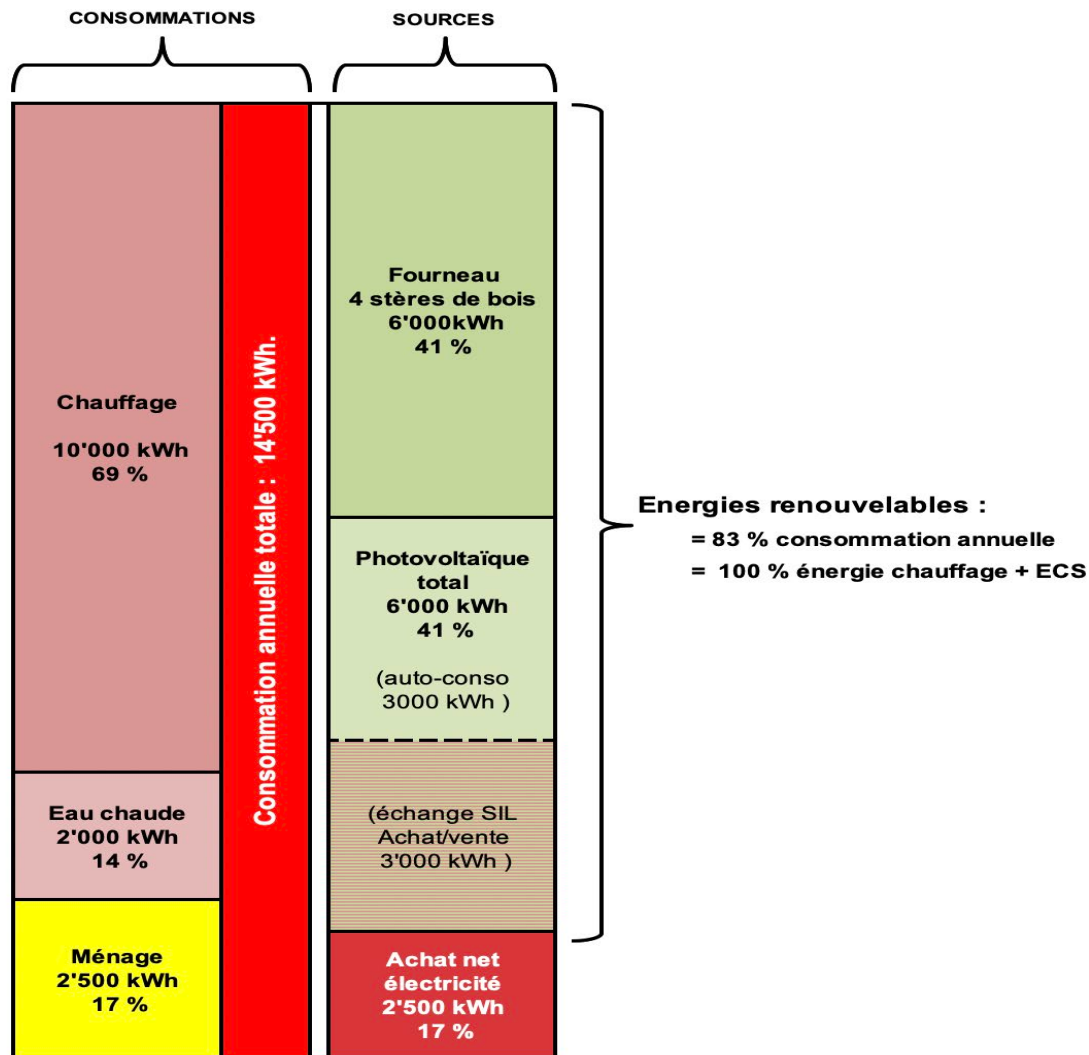
Economie sur le coût d'énergie :

(autoconso. : 3'000 kWh x 24 cts) + (revente SIL : 3'000 kWh x 11.8 cts) = 1'074.- Frs./an

Amortissement : env. 10 ans

BILAN INTERMEDIAIRE ENERGETIQUE

MOYENNES des 5 dernières années



BILAN INTERMEDIARE ECONOMIQUE

(coût de l'énergie 2016)

AVANT :

$$\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 14'500 \text{ kWh} \times 24 \text{ cts.} & = & 3'480.- \\ \text{1 stère de bois} & = & 180.- \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 14'500 \text{ kWh} \times 24 \text{ cts.} & = & 3'480.- \\ \text{1 stère de bois} & = & 180.- \end{array}} \right\} \text{3'660.-CHF/an}$$

INVESTISSEMENT :

$$\text{Fourneau : } 16'160.- + \text{ Instal. PV : } 10'710.- = \text{26'870.- CHF}$$

APRES :

$$\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 5'500 \text{ kWh} \times 24 \text{ cts} & = & 1'320.- \text{ CHF/an} \\ \text{Vente : } 3'000 \text{ kWh} \times 11,8 \text{ cts} & = & - 354.- \text{ CHF/an} \\ \text{Bois : } 4 \text{ stères} \times 170.- & = & 680.- \text{ CHF/an} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 5'500 \text{ kWh} \times 24 \text{ cts} & = & 1'320.- \text{ CHF/an} \\ \text{Vente : } 3'000 \text{ kWh} \times 11,8 \text{ cts} & = & - 354.- \text{ CHF/an} \\ \text{Bois : } 4 \text{ stères} \times 170.- & = & 680.- \text{ CHF/an} \end{array}} \right\} \text{1'646.- CHF/an}$$

$$\text{Economie annuelle : } 3'660 - 1'646 = 2'014.- \text{ CHF}$$

$$\text{AMORTISSEMENT : } 26'870.- / 2'014.- = \text{env. 13 ans}$$

BILAN INTERMEDIARE ECONOMIQUE

ACTUALISE PRIX 2023

AVANT :

$$\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 14'500 \text{ kWh} \times 33 \text{ cts.} & = & 4'785 \text{.-} \\ \text{1 stère de bois} & = & 210 \text{.-} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 14'500 \text{ kWh} \times 33 \text{ cts.} & = & 4'785 \text{.-} \\ \text{1 stère de bois} & = & 210 \text{.-} \end{array}} \right\} 4'995 \text{.-CHF/an}$$

INVESTISSEMENT :

$$\text{Fourneau : } 16'160 \text{.-} + \text{ Instal. PV : } 10'710 \text{.-} = 26'870 \text{.- CHF}$$

APRES :

$$\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 5'500 \text{ kWh} \times 33 \text{ cts} & = & 1'815 \text{.- CHF/an} \\ \text{Vente : } 3'000 \text{ kWh} \times 17,8 \text{ cts} & = & - 534 \text{.- CHF/an} \\ \text{Bois : } 4 \text{ stères} \times 200 \text{.-} & = & 800 \text{.- CHF/an} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} \text{Achat : } 5'500 \text{ kWh} \times 33 \text{ cts} & = & 1'815 \text{.- CHF/an} \\ \text{Vente : } 3'000 \text{ kWh} \times 17,8 \text{ cts} & = & - 534 \text{.- CHF/an} \\ \text{Bois : } 4 \text{ stères} \times 200 \text{.-} & = & 800 \text{.- CHF/an} \end{array}} \right\} 2'081 \text{.- CHF/an}$$

$$\text{Economie annuelle : } 4'995 - 2'081 = 2'914 \text{.- CHF}$$

$$\text{AMORTISSEMENT : } 26'870 \text{.-} / 2'914 \text{.-} = \text{env. 9 ans}$$

BILAN intermédiaire actualisé



+



Investissement $\approx$ 27'000.-

Economie $\approx$ 3'000.- Fr/an

SIL : 14'500 kWh/an $\longrightarrow$ 2'500 kWh/an

Amortissement en 9 ans.

3 : suppression du chauffage électrique par la pose d'une PAC air/eau

Avant tous travaux et mise à l'enquête, il est impératif, vu l'âge de la maison, d'établir un diagnostic amiante !

Villa jumelée

Chemin de la Vulliette 26C à Lausanne

N° Parcelle:	15383
N° ECA:	16405
Propriétaire:	Jean-François Laurent
Adresse:	Chemin de la Vulliette, 1000 Lausanne 25

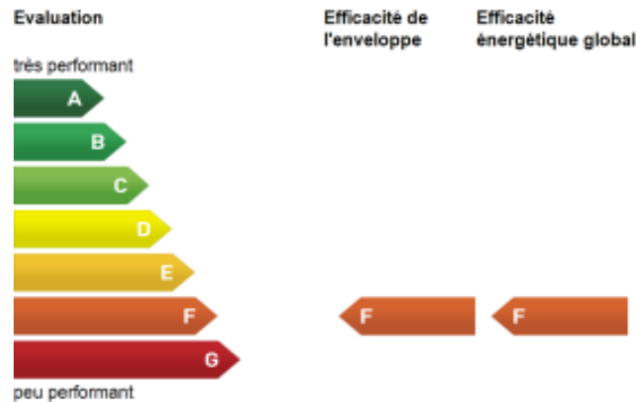
Diagnostic Amiante «AVANT TRAVAUX» partiel
N° dossier : 22-265
Installation d'une pompe à chaleur



**Ouf ! Tout est
en ordre !!**

Etablissement d'un CECB

6.2 Données énergétiques de l'état initial



	Standard	Actuel
Données (Valeurs calculées, basées sur Q,eff)		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	141	82 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale:	305	166 kWh/(m²a)
Énergie livrée nette annuelle (Valeurs calculées, basées sur Q,eff)		
Électricité:	5'350	5'150 kWh/a
Chauffage:	25'662	14'886 kWh/a
Eau chaude:	4'674	3'341 kWh/a
Consommation propre calculée avec PVopti ou le justificatif de Minergie dès 2018 (seulement habitat individuel):	-4'200	-6'000 kWh/a
Gain CCF:	0	0 kWh/a
Equivalent-CO2	22	11 kg/(m²a)
Consommation énergétique mesurée par année		
Électricité:		2'500 kWh/a
Chauffage /eau chaude :		13'700 kWh/a

Malheureusement, avec une classe F/F, cela exclut tous subsides.

Ils ne sont accordés qu'à partir de la classe E.

Il faut donc commencer par supprimer le chauffage du sous-sol et isoler la dalle sur rez.

Etablissement d'un CECB +

Un CECB + est une étude approfondie qui aboutit sur un rapport complet (>60 pages !) élaborant plusieurs variantes d'assainissement .

6.3 Données énergétiques: Variante 1, Demande de subvention M13

Evaluation	Efficacité de l'enveloppe	Efficacité énergétique globale	Données	Standard	Actuel
très performant			(Valeurs calculées, basées sur Q _{eff})		
A			Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	67	58 kWh/(m²a)
B			Efficacité énergétique globale:	76	37 kWh/(m²a)
C			Énergie livrée nette annuelle		
D			(Valeurs calculées, basées sur Q _{eff})		
E			Électricité:	4'858	4'833 kWh/a
F			Chauffage:	6'126	5'322 kWh/a
G			Eau chaude:	985	552 kWh/a
			PV :	-4'200	-6'000 kWh/a
			Gain CCF:	0	0 kWh/a
peu performant			Equivalent-CO2	5	2 kg/(m²a)

- Isolation plafond sous-sol + cage d'escalier.
- Démonteur TOUS les radiateurs électriques
- Pose d'une PAC air/eau + circuit hydraulique

6.4 Données énergétiques: Variante 2, s-sol et plafond (B/A)

Evaluation	Efficacité de l'enveloppe	Efficacité énergétique globale	Données	Standard	Actuel
très performant			(Valeurs calculées, basées sur Q _{eff})		
A			Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	56	30 kWh/(m²a)
B			Efficacité énergétique globale:	53	5 kWh/(m²a)
C			Énergie livrée nette annuelle		
D			(Valeurs calculées, basées sur Q _{eff})		
E			Électricité:	5'137	4'954 kWh/a
F			Chauffage:	9'219	4'882 kWh/a
G			Eau chaude:	285	78 kWh/a
			PV:	-4'200	-6'000 kWh/a
			Gain CCF:	0	0 kWh/a
peu performant			Equivalent-CO2	2	-1 kg/(m²a)

Idem V1
+ isolation murs cage d'escalier et sur-isolation des combles

6.5 Données énergétiques: Variante 3, Géothermie (B/A)

Evaluation	Efficacité de l'enveloppe	Efficacité énergétique globale	Données	Standard	Actuel
très performant			(Valeurs calculées, basées sur Q _{eff})		
A			Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	56	30 kWh/(m²a)
B			Efficacité énergétique globale:	57	5 kWh/(m²a)
C			Énergie livrée nette annuelle		
D			(Valeurs calculées, basées sur Q _{eff})		
E			Électricité:	4'826	4'749 kWh/a
F			Chauffage:	4'280	2'267 kWh/a
G			Eau chaude:	1'133	419 kWh/a
			PV:	-4'200	-6'000 kWh/a
			Gain CCF:	0	0 kWh/a
peu performant			Equivalent-CO2	3	0 kg/(m²a)

Idem V2
+ PAC géothermique

Une fois la variante retenue, il faut établir un planning, demander des offres, choisir les entreprises et le matériel.

Définir QUI fait QUOI et QUAND

PLANNING REALISATION PAC

RESPONSABLE	ACTION	2022												2023		
		JANV	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEVR	JUIN
AMDIAG	Diagnostic amiante	✓														
M.Thevoz	CECB F/F		✓													
M.Thevoz M.Laurent	Etude diverses solutions + CHOIX			✓	✓											
M.Laurent	Travaux préparatoires			✓	✓	✓										
M.Laurent	Commande matériel + livraison				✓											
M.Laurent	Isolation murs sous-sol				✓											
M.Laurent	Isolation plafonds sous-sol					✓										
M.Laurent	Isolation cage d'escalier						✓									
M.Thevoz	Révision CECB + demande subs.			✓												
Etat VD	OK subsides M13					V										
AGENA	Corr. + finalisation dossier				✓											
M.Laurent	Commande PAC + réseau rad.				✓											
AGENA	Mise à l'enquête				V											
Lausanne	OK administratif										V					
G2V	Radiateurs + réseau hydr.					✓										
M.Laurent	Isolation tuyaux chauffage						✓									
AGENA	Travaux PAC								✓							
AGENA + G2V	Mises en service								✓							
M.Thevoz	Avis de fin de travaux											✓				
M.Thevoz	Mise à jour CECB C/B													✓		
VD	Versements subsides														16.02.23	
Lausanne	Permis d'habiter															05.06.23
	Absences Laurent				19 - 24		3 - 10	11-23		17 - 29						



Subsides

Subsides standards M05 :	réseau hydraulique	10'000.-
	PAC air/eau	7'500.-

Comme on lie avec un assainissement énergétique, on profite du Programme bâtiment pour une mesure de type M13.

Base de calcul : classe énergétique de F/F → C/B
SRE 166 m²
Investissement ≈ 80'000.- (y.c. M-O maison !)

→ **Subside M13 : 24'940 .-**

Demande faite le 24 mars 2022 et octroyée le 27 avril

Annonce fin de travaux 30 nov.

Installation contrôlée le 27 janv. , subside versé le 16 févr. 23

Mise à l'enquête



Attention aux délais administratifs !!!

3 mois

- Dépose Demande de Permis de construire CAMAC le **12 avril 2022.**

1 mois

1 mois

- Demande de renseignement + signature complémentaire le 12 juillet
- La Ville de Lausanne met à l'enquête publique du 23 août au 22 septembre.

1 mois

- Permis de construire délivré le **13 octobre**
- Permis d'habiter délivré le **1 juin 2023**



Ville de Lausanne

Avis d'enquête

Demande de permis de construire (P)

District et commune: Lausanne. **Rue et numéro:** Chemin de la Vulliette 26c. **Coordonnées:** 2541920/1156650. **N° parcelle:** 15383. **N° ECA:** 16405. **Propriétaires:** PPE parcelles 15730 à 15733, Laurent Jean-François/Laurent Martine. **Auteur des plans:** M. Steeve Bacher, Agena S.A., Ch. du Grand-Pré 1C, 1510 Moudon. **Nature des travaux:** Transformation(s). **Description de l'ouvrage:** Remplacement d'un chauffage par radiateurs électriques par une pompe à chaleur air/eau, avec création d'une distribution radiateurs basse température.

Enquête publique du 23 août 2022 au 22 septembre 2022.

Les plans sont déposés au bureau des permis de construire, rue du Port-Franc 18, 2^{ème} étage.

Comme je voulais avoir chaud l'hiver, les travaux ont débuté (à mes risques !) en mai et la mise en service de la PAC a été faite mi-septembre !!



Avril 2022

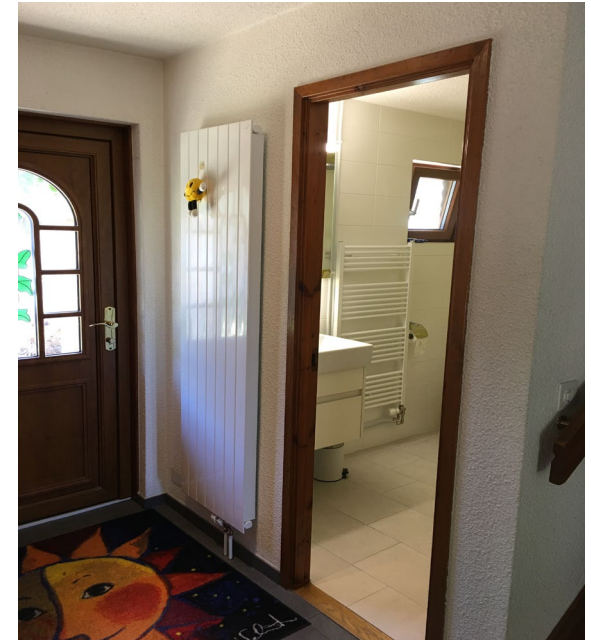
**Isolation des murs
et du plafond du
sous-sol ainsi que
du plafond de la
cage d'escalier**





Mai - Juin 2022

Dépose des radiateurs électriques, pose des radiateurs basse température et d'un réseau hydraulique.



Isolation des
tuyaux de
chauffage
au sous-sol

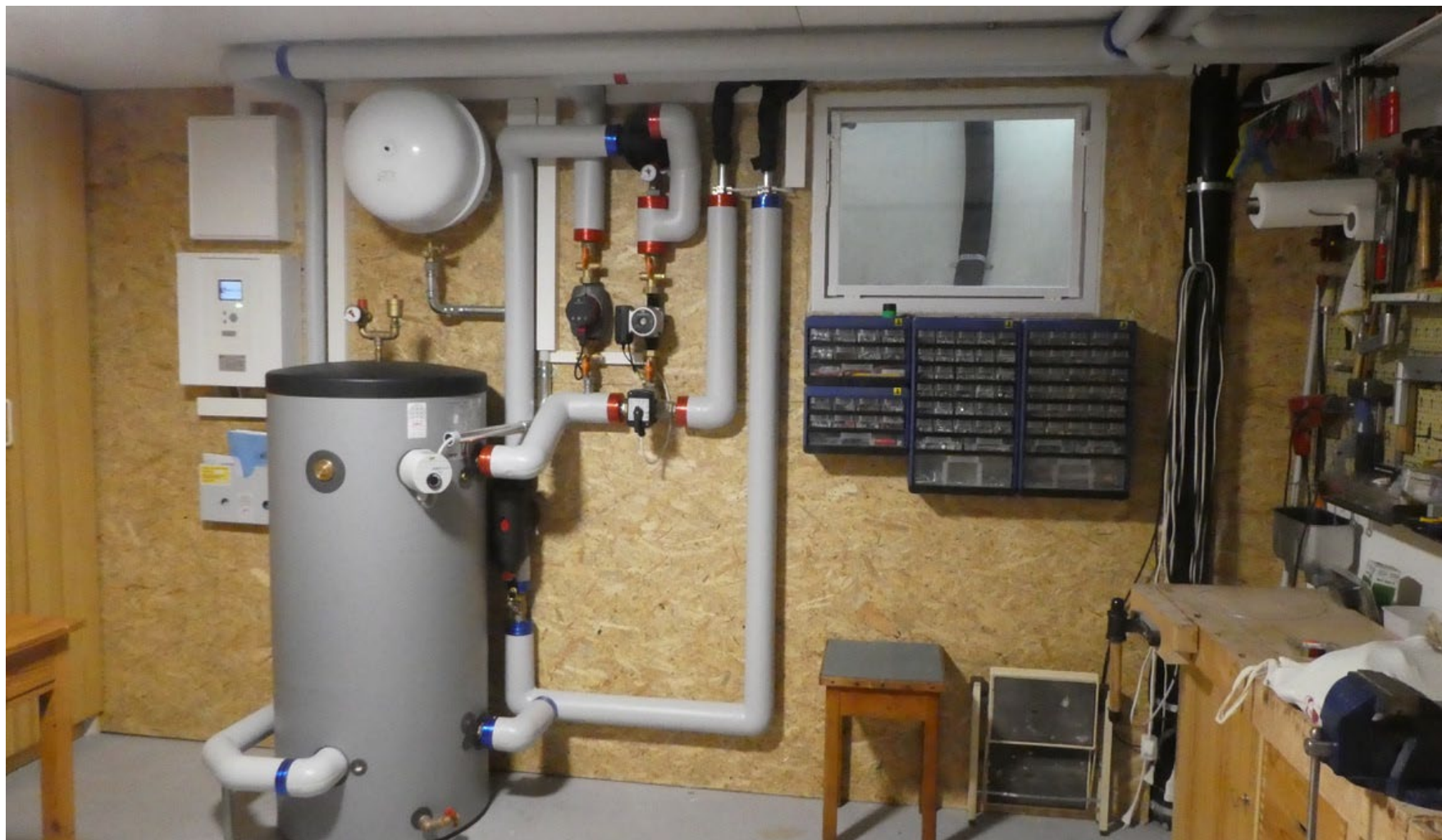


Septembre 2022

Pose de la PAC et du boiler au sous-sol.



Vue intérieure des installations terminées



Vue extérieure du module air/eau



Janv. 2023 : CECB final

CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS - CECB®

Catégorie de bâtiment: Habitat individuel
Année de construction: 1985
Nom de projet/Adresse: Chemin de la Vulliette 26c 1000 Lausanne 25
N° EGD: 30000398_0

VD-0029780.01

Évaluation

Efficacité de l'enveloppe: F
Efficacité énergétique globale: F

Données (valeurs calculées, Qh,eff)

Efficacité de l'enveloppe:	143 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale:	308 kWh/(m²a)
Equivalent-CO2:	22 kg/(m²a)

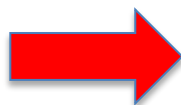
Consommation mesurée (basée sur des valeurs moyennes)

Chauffage:	11660 kWh/a
Eau chaude:	2'040 kWh/a
Énergie auxiliaire et ménagère:	2'500 kWh/a

Authentification

Date d'établissement: 08.02.2022
Émetteur (expert): Pierre-Yves Thévoz
TEC - Thévoz Energie Conseil
Bois-de-Menton 4 A
1066 Epalinges

Tampon, signature: Pierre-Yves Thévoz
Bois-de-Menton 4
CH-1066 Epalinges
+41 77 415 25 24
pythevoz@gmail.com



Après une année (projet, démarches, travaux), la maison est isolée, et a un chauffage moderne et économique.

Cela m'évite une forte dévaluation en cas de revente de la maison !

CECB
Certificat énergétique cantonal des bâtiments
VD-00029780.04

Adresse/Nom de projet: Chemin de la Vulliette 26c 1000 Lausanne 25

Année de construction: 1985
Catégorie de bâtiment: Habitat individuel
N° EGD_EDID: 300000398_0

Évaluation

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment: C
Efficacité énergétique globale: B
Émissions directes de CO₂: A

Données (valeurs calculées, Qh,eff)

Efficacité de l'enveloppe	67 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale	67 kWh/(m²a)
Émissions directes de CO ₂	0 kg/(m²a)
Émissions de gaz à effet de serre	4 kg/(m²a)

Consommation mesurée (basée sur des valeurs moyennes)

Chauffage	0 kWh/a
Eau chaude	0 kWh/a
Énergie auxiliaire et ménagère	0 kWh/a

Authentification

Date d'établissement: 31.01.2023
Émetteur (expert.e): Pierre-Yves Thévoz
TEC - Thévoz Energie Conseil
Bois-de-Menton 4 A
1066 Epalinges

Signature: Pierre-Yves Thévoz
Bois-de-Menton 4
CH-1066 Epalinges
+41 77 415 25 24
pythevoz@gmail.com

Coût total

Administration	:	1'942,60
CECB (3x)	:	3'240.-
Isolation + divers	:	6'366,65
Sanitaire (radiateurs + réseau hydraulique)	:	17'990,25
PAC (y.c. boiler)	:	43'109,10

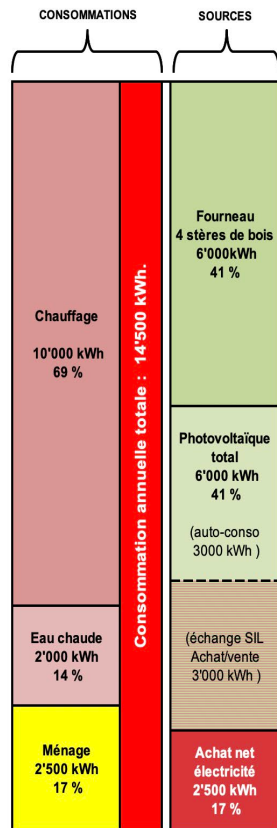
<u>TOTAL BRUT</u>	:	<u>72'648,60</u>
--------------------------	---	-------------------------

Vente (700.-) + subventions (CECB+ M13)	:	- 26'640.-
Economie d'impôts (selon VaudTax)	:	- 13'495,20

<u>TOTAL NET</u>	:	<u>32'513,40</u>
-------------------------	---	-------------------------

BILAN ENERGETIQUE

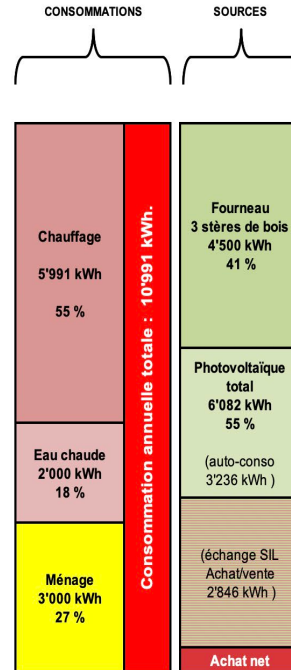
MOYENNES des 5 dernières années



14'500 kWh

Energies renouvelables :
= 83 % consommation annuelle
= 100 % énergie chauffage + ECS

(ANNEE 2022 - 2023)



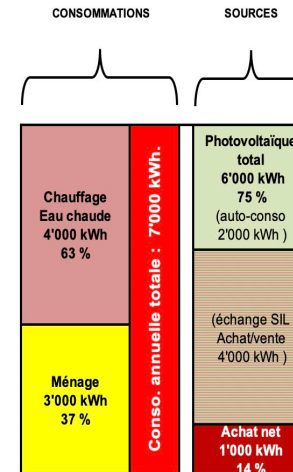
11'00 kWh

Energies renouvelables :
= 96 % consommation annuelle
= 137 % énergie chauffage + ECS

409 kWh 0,4%

SIMULATION SANS CHAUFFAGE AU BOIS
+ ECS PAR PAC

PAC : COP 3



7'000 kWh

Energies renouvelables :
= 86 % consommation annuelle
= 150 % énergie chauffage + ECS

Calcul du coût total d'énergie (indexé 2023). Avant mesures : 14'500 kWh → 4'785.- /an

2'081.-

1'168.-

938.-



**Choc
Electrique**

EN RÉSUMÉ (2023)



+



+



Investissement $\approx$ 59'500.-

Economie $\approx$ 3'620.- Fr/an

SIL : 14'500 kWh/an $\longrightarrow$ 3'255 kWh brut / 409 kWh net

Amortissement en $\approx$ 16 ans.



**Choc
Electrique**

EN RÉSUMÉ (2023)



+



Investissement $\approx$ 43'000.-

Economie $\approx$ 3'850.- Fr/an

SIL : 14'500 kWh/an $\longrightarrow$ 5'000 kWh brut / 1'000 kWh net

Amortissement en $\approx$ 11 ans.



**Choc
Electrique**

EN RÉSUMÉ (2024)



+



Investissement $\approx$ 43'000.-

Economie $\approx$ 4'370.- Fr/an

SIL : 14'500 kWh/an $\longrightarrow$ 5'000 kWh brut / 1'000 kWh net

Amortissement en $\approx$ 10 ans.



Séance du 11 nov. 2023

MERCI de votre attention

QUESTIONS ?

Contact : jeff.laurent@citycable.ch ©