



Certificat énergétique cantonal
des bâtiments

PACesti / PVopti et CECB

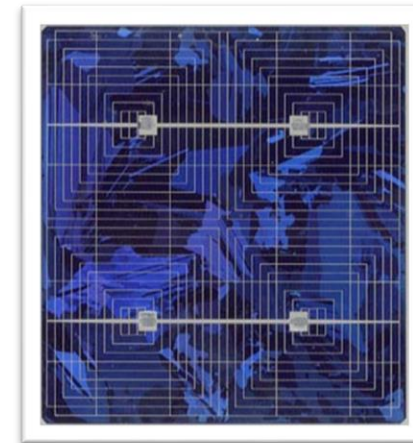
L'utilisation des outils PACesti et PVopti dans le CECB/CECB+
Pierre-André Seppey – Physeos SA

PAcesti

- contexte d'utilisation
- l'outil
- exercices

PVopti

- contexte d'utilisation
- l'outil
- exercices

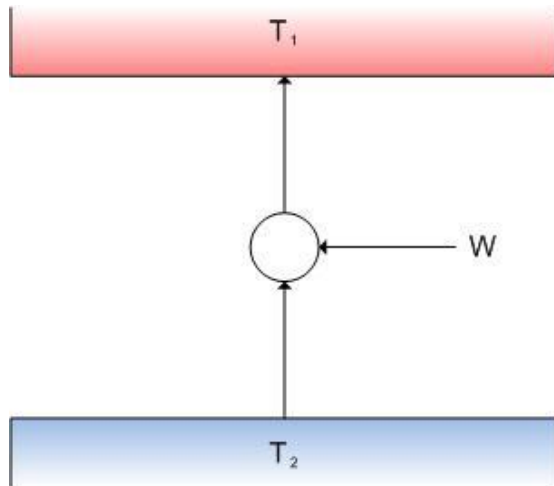




PACesti : Le contexte

Pourquoi utiliser PACesti

La pompe à chaleur est une machine thermique à laquelle on y fournit du travail pour extraire de la chaleur d'une source froide pour chauffer d'autant plus la source chaude.

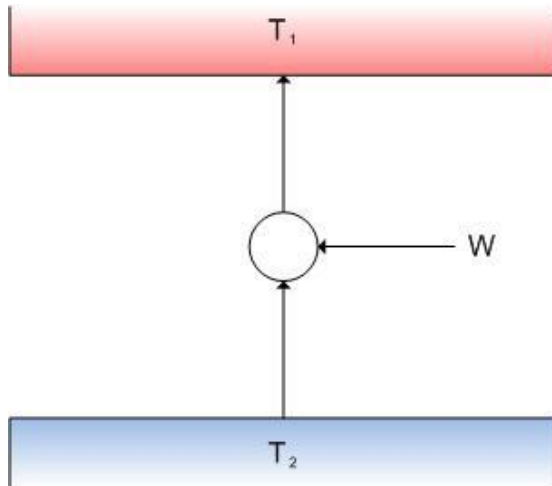


Dans un tel cas, on définit un coefficient de performance :

$$COP = \frac{Q_1}{W} = \frac{\text{Energie}_{\text{utile}}}{\text{Energie}_{\text{consommée}}} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

Les pompes à chaleur : exemple air-eau

Pompe à chaleur air-eau (moyenne température)



T1 : 40°C (313 K)

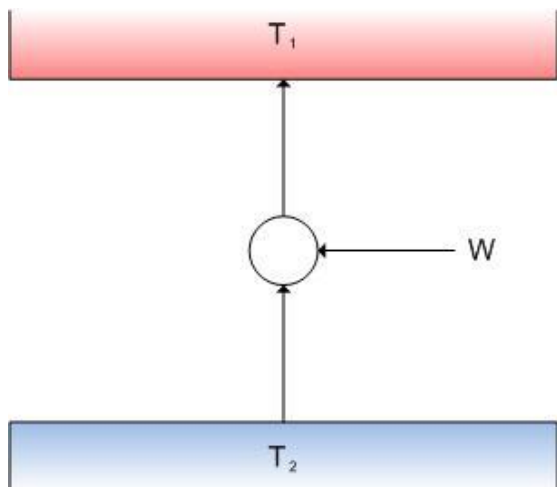
T2 : -10°C (263 K)

$$COP_{max} = \frac{313}{50} \approx 6$$

Dans la pratique, le coefficient de performance effectif est :

$$COP_{eff} \approx 3$$

Maison chauffée à basse température / Pompe à chaleur eau-eau



$T_1 : 25^{\circ}\text{C} (298 \text{ K})$

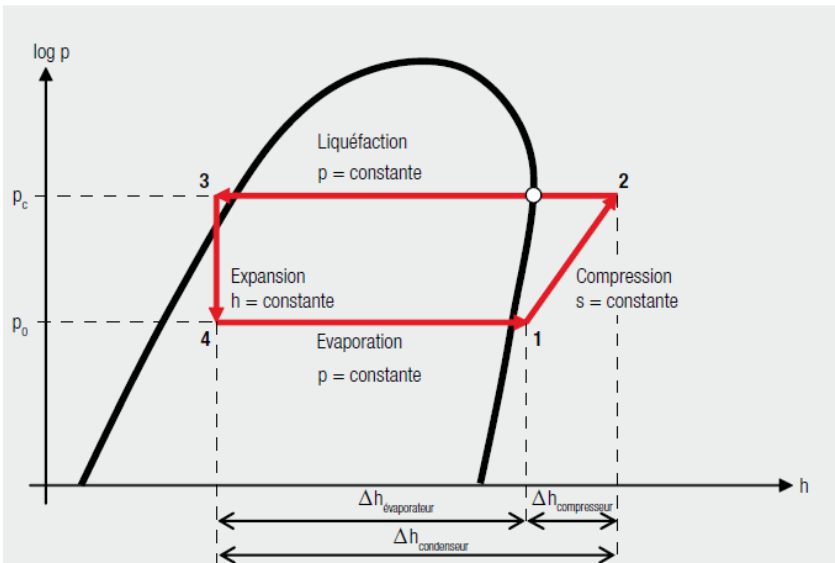
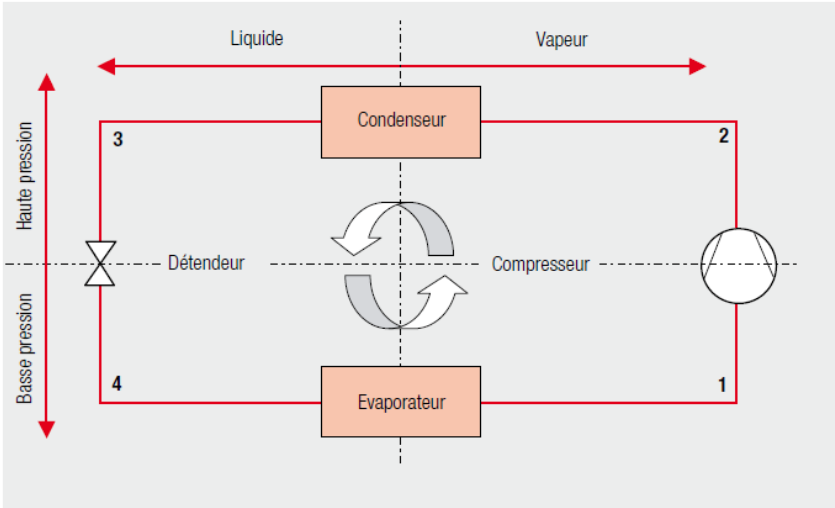
$T_2 : 5^{\circ}\text{C} (278 \text{ K})$

$$COP_{max} = \frac{298}{20} \approx 15$$

Dans la pratique, le coefficient de performance effectif est :

$$COP_{eff} \approx 7$$

Les pompes à chaleur



Carnot : idéal

$$\varepsilon_c = \frac{\dot{Q}_{PAC}}{W_{PAC}} = \frac{T_c}{T_c - T_0}$$

\dot{Q}_{PAC} puissance thermique en kW

W_{PAC} puissance amenée en kW

T_0 température d'évaporation en K

T_c température de condensation en K

Cycle réel

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_{PAC}}{P_{PAC}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

P_{PAC} puissance amenée en kW

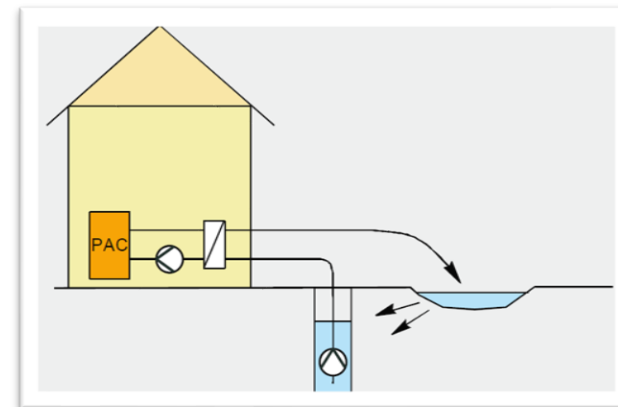
\dot{Q}_{PAC} puissance thermique en kW

h_1 enthalpie du fluide réfrigérant à l'entrée du compresseur en kJ/kg

h_2 enthalpie du fluide réfrigérant à la sortie du compresseur en kJ/kg

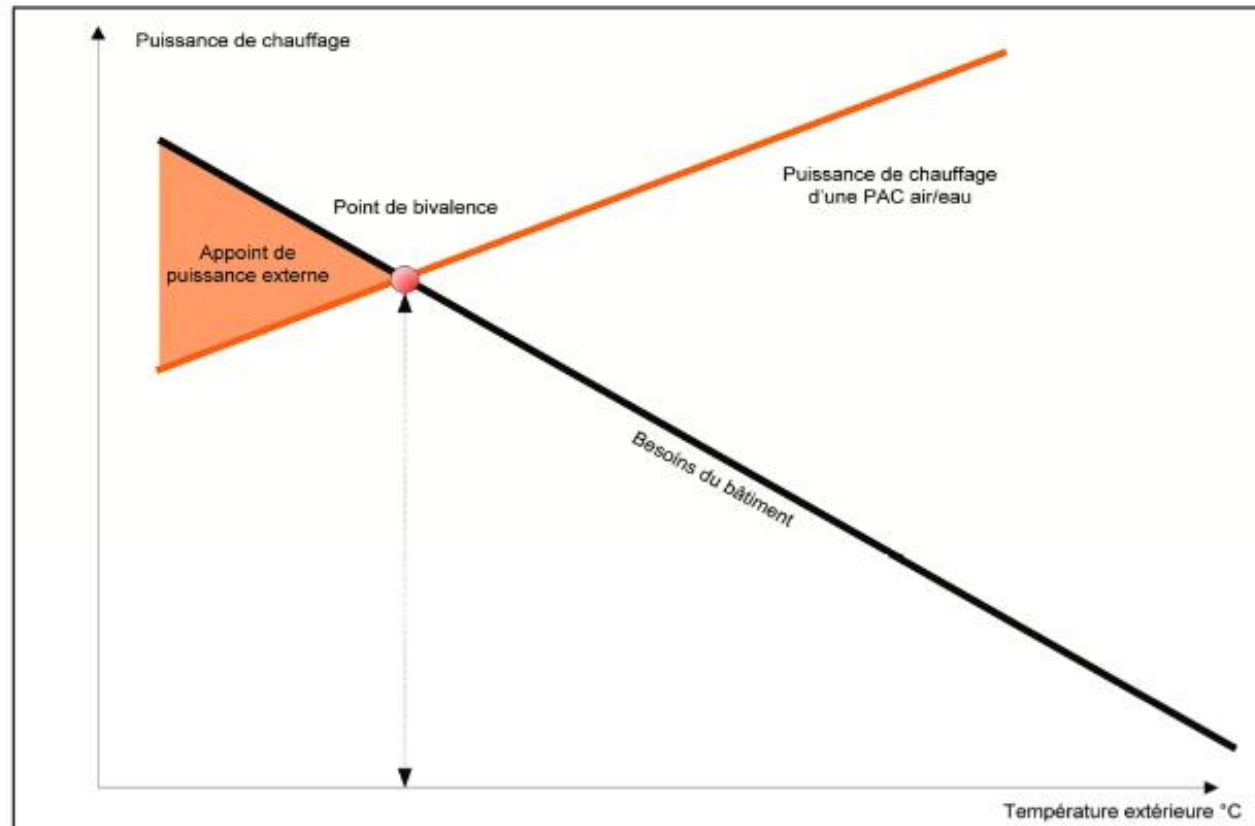
h_3 enthalpie du fluide réfrigérant à la sortie du condenseur en kJ/kg

Le coefficient de performance d'une pompe à chaleur est fortement sensible à son mode de fonctionnement (températures des sources chaudes et froides, heures de délestage, dégivrage ...).



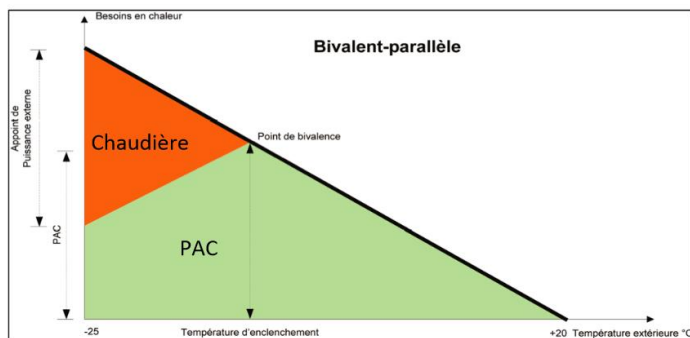
Les pompes à chaleur : le point de bivalence

Le **point d'équilibre (ou de bivalence)** est déterminé par l'intersection entre la droite représentant les besoins calorifiques du bâtiment et la courbe de fonctionnement de la pompe à chaleur (donnée dans les catalogues des fabricants).

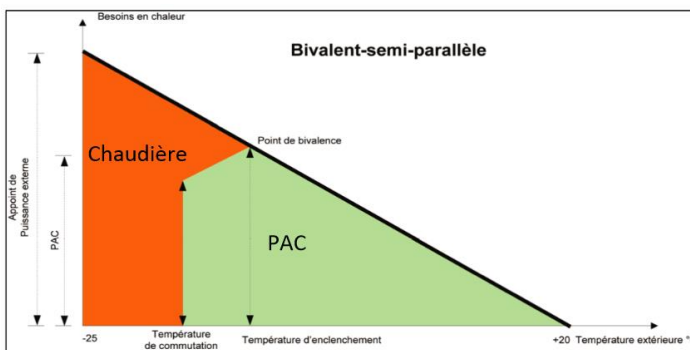


Source : Waterkotte GmbH

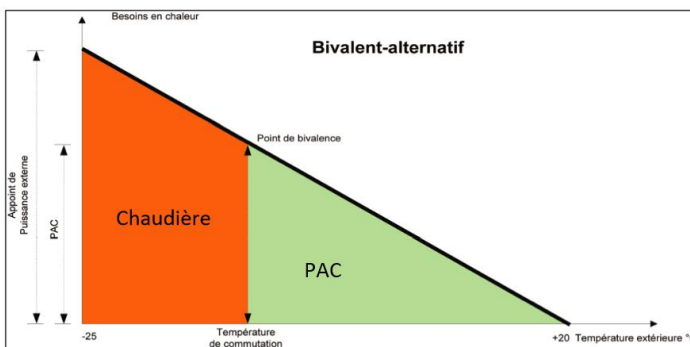
Les pompes à chaleur : le point de bivalence, exemples



Si la PAC ne suffit pas à subvenir aux besoins du bâtiment avec des températures extérieures basses, celle-ci sera soutenue par un appoint énergétique supplémentaire pour le chauffage. Le compresseur de la PAC fonctionne en parallèle.



Le mode de fonctionnement bivalent semi-parallèle est utilisé si en mode bivalent parallèle la température d'arrêt de la PAC est au-dessus de la température extérieure minimale possible.



En mode de fonctionnement bivalent alternatif, la PAC est utilisée jusqu'au point de bivalence. Au-dessus c'est l'appoint énergétique qui contribuera à satisfaire les besoins énergétiques. Soit la PAC fonctionne seule, soit l'appoint fonctionne seul.



Les COPs par «défaut»

Objet	Rendement η ou COPa de la production de chaleur	
	Chauffage	Eau chaude
Chauffage au mazout, avec/sans réseau de chaleur	0,85	0,85
Chauffage au mazout à condensation	0,91	0,88
Chauffage au gaz, avec/sans réseau de chaleur	0,85	0,85
Chauffage au gaz à condensation	0,95	0,92
Chauffage au bois, avec/sans réseau de chaleur	0,75	0,75
Chauffage aux pellets	0,85	0,85
Rejets thermiques (y compris chauffage à distance issu d'une usine d'incinération d'ordures, d'une STEP ¹⁾ , de l'industrie)	1,00	1,00
Chauffage central à accumulateur électrique	0,93	-
Chauffage électrique direct	1,00	-
Chauffe-eau électrique	-	0,90
Chauffe-eau au gaz	-	0,70
CCF, part thermique	en fonction de l'installation ²⁾	en fonction de l'installation ²⁾
CCF, part électrique	en fonction de l'installation ²⁾	en fonction de l'installation ²⁾
COPa pompes à chaleur	Temp. de départ $\leq 45^\circ\text{C}$	
Air extérieur monovalent	2,30	2,30
Sondes géothermiques	3,10	2,70
Registre terrestre	2,90	2,70
Eaux usées, syst. indirect	en fonction de l'installation ²⁾	en fonction de l'installation ²⁾
Eaux superficielles, syst. indirect	2,70	2,80
Nappe phréatique, syst. indirect	2,70	2,70
Nappe phréatique, syst. direct	3,20	2,90
Appareil de ventilation avec pompe à chaleur air extrait/air frais + récupération de chaleur	2,30	
Appareil de ventilation avec pompe à chaleur air extrait/air frais (sans récupération de chaleur)	2,70	
Appareil de ventilation avec pompe à chaleur air extrait/ eau chaude (sans air soufflé)	2,50	2,50
Appareil compact avec chauffage de l'air frais et de l'eau + récupération de chaleur	2,30	2,30
Appareil compact avec chauffage de l'air frais et de l'eau (sans récupération de chaleur)	2,70	2,50
Installation solaire thermique (chauffage + eau chaude)*	*	*

1) chauffage à distance issu d'une STEP
 2) sans prescription pour les valeurs standard
 Efficacité globale (colonne H dans l'outil de calcul EN-101b): $(Q_{chauf} + Q_{electrique}) / Q_{combustible}$
 Efficacité électrique (colonne G dans l'outil de calcul EN-101b): $Q_{electrique} / Q_{combustible}$
 * Q = quantité d'énergie inclues les pertes de chaleur au démarrage
 Les indications concernant le rendement des chauffages se réfèrent au pouvoir calorifique inférieur Hi (supérieur Hu).
 * Dans le cas des installations solaires thermiques, on n'applique pas les rendements effectifs des capteurs, mais le facteur 1, car on détermine directement le rendement net pour le justificatif.
 Le tableau suivant contient les valeurs standard pouvant être appliquées dans le calcul. Si des valeurs plus favorables sont utilisées, ces dernières devront être justifiées par un calcul joint en annexe.
 Tableau 5 - rendements des différents systèmes énergétiques

COPa pompes à chaleur	Temp. de départ $\leq 45^\circ\text{C}$	
Air extérieur monovalent	2,30	2,30
Sondes géothermiques	3,10	2,70
Registre terrestre	2,90	2,70
Eaux usées, syst. indirect	en fonction de l'installation ²⁾	en fonction de l'installation ²⁾
Eaux superficielles, syst. indirect	2,70	2,80
Nappe phréatique, syst. indirect	2,70	2,70
Nappe phréatique, syst. direct	3,20	2,90
Appareil de ventilation avec pompe à chaleur air extrait/air frais + récupération de chaleur	2,30	
Appareil de ventilation avec pompe à chaleur air extrait/air frais (sans récupération de chaleur)	2,70	
Appareil de ventilation avec pompe à chaleur air extrait/ eau chaude (sans air soufflé)	2,50	2,50







Les COPs par «défaut» : enjeux CECB

Année de construction	2000
Rendement chauffage	2.3
Rendement ECS	2.3

État initial	%	
105.0	149.9	kWh/(m ² a)
70.0	100.0	kWh/(m ² a)
155.0	121.5	kWh/(m ² a)
127.6	100.0	kWh/(m ² a)
0		CHF
0		CHF

État initial



Les COPs par «défaut» : enjeux CECB

Année de construction	2000
Rendement chauffage	3.2
Rendement ECS	2.6

État initial	%	
105.0	149.9	kWh/(m ² a)
70.0	100.0	kWh/(m ² a)
126.0	98.7	kWh/(m ² a)
127.6	100.0	kWh/(m ² a)
0		CHF
0		CHF

État initial

The diagram shows a house icon and a lightning bolt icon under the heading 'État initial'. Below them are two green arrows pointing to the right, labeled 'B' and 'C'. Arrow 'B' is positioned higher and further to the right than arrow 'C'.



Justification du COP

Pour le CECB : un calcul PACesti doit être effectué lorsque le COP renseigné dans l'outil est supérieur à la valeur par défaut de 2.3.

Pour les demandes de subventions il faut se référer aux pratiques du canton où se situe l'objet.

Par exemple pour Fribourg (ref Enteb-Tool EN-101C):

- station de Zürich, pour les bâtiments situés à une altitude inférieure à 800m (eq. station « SIA 380/1 » de Bern Liebefeld dans le CECB)*
- station de Davos, pour les bâtiments situés au-dessus de 800m (eq. station « SIA 380/1 » d'Adelboden dans le CECB)*

COPa chauffage	Davos	Lugano	Zurich
Pompe à chaleur air-eau, temp. de dép. < 50°C	2,4	2,9	2,7
Pompe à chaleur air-eau, temp. de dép. < 35°C	3,3	3,8	3,6
Pompe à chaleur saumure-eau, temp. de dép. < 50°C	3,0	3,0	3,0
Pompe à chaleur saumure-eau, temp. de dép. < 35°C	4,4	4,4	4,4

Illustration 26 : Coefficients de performance annuels calculés à titre d'exemple pour les pompes à chaleur destinées au chauffage sur les sites de Davos, Lugano et Zürich MeteoSchweiz.

COPa eau chaude	Davos	Lugano	Zurich
Pompe à chaleur air-eau (extrapolation à 55°C + 5% de part électrique)	2,3	2,8	2,7
Pompe à chaleur saumure-eau (extrapolation à 55°C + 5% de part électrique)	2,5	2,5	2,5

Illustration 27 : Coefficients de performance annuels calculés à titre d'exemple pour les pompes à chaleur destinées à l'eau chaude sanitaire sur les sites de Davos, Lugano et Zürich MeteoSchweiz.



L'outil de calcul : PACesti

PACesti permet de déterminer les COPa (coefficients de performance annuels pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire) ainsi que le taux de couverture de la pompe à chaleur.

Paramètres climatiques et géométriques		Zurich SMA	
Station climatique:		Habitat collectif	
Surface de référence énergétique SFE		A _g	m ²
Lesoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 3801		Q _{ch}	MJln2a
Pertes par transmission selon SIA 3801		Q _t	MJln2a
Pertes par renouvellement d'air selon SIA 3801		Q _a	MJln2a
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur		%	5%
Taux de coupure d'alimentation de la PAC		h/d	3
Valeur de chauffage nécessaire sans ECS à -8°C		valeur proposée	12.2
Lesoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 3801		Q _{ec}	MJln2a
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution		%	25%

Installation de pompe à chaleur		Entrées en bas	
Nom et type de PAC		Pompe à chaleur sol/eau vitesse	
Source de chaleur		Chauffage-ECS	
Mélangeur (chauffage ou eau chaude sans accumulateur de chaleur)		avec accumulateur chauffage	
Mode de fonctionnement de la PAC		avec chauffage électrique de secours	
Commande de l'appoint électrique de chauffage		Registre électrique instantané	
Température de la source (entrée PAC)		0	
Valeurs de calcul pour T _{départ} Q _{ch} /COP		20.2/4.5	
Valeur de chauffe pour T _{départ} 35°C		4.6	
COP à la température de départ 35°C		4.6	
Valeur de chauffe pour T _{départ} 55°C		18.6	
COP à la température de départ 55°C		2	
Valeur électrique soustraite par pompe à chaleur (taux de calcul sans régulateur)		0	
Valeurs géométriques:		180	
Température de dimensionnement des sondes (optionnel, calcul externe)		17	
Capacité de l'accumulateur chauffage		1000	
Température cible du local le plus chaud (ex. salle de bains)		24	
Température de départ du chauffage: (T _a = -8°C)		35	
Température de retour du chauffage: (T _a = -8°C)		20	

Résultats			
Part d'énergie électrique pour le chauffage	$\epsilon =$	0.8%	kWh = 98
Part d'énergie électrique pour l'ECS	$\epsilon =$	1.6%	kWh = 62
Pertes en mode chauffage (démarrage, accumulateur, etc.)		4%	E _{ch} = 96%
Pertes en mode préparation d'ECS (démarrage, accumulateur, etc.)		6%	E _{aw} = 94%
Durée de fonctionnement de la pompe à chaleur			h / a = 2 491
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour le chauffage	$\epsilon =$	99.2%	JAZ _h = 5.13
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour l'ECS	$\epsilon =$	98.4%	JAZ _{aw} = 2.70
COP annuel pour chauffage et ECS (COPa [ch+ECS])	exclu el. add.	-	4.20



PACesti

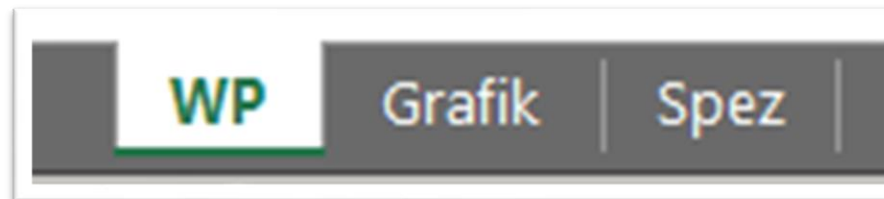
Présentation de l'outil de calcul



PACesti : objectifs

L'objectif de PACesti est de calculer le coefficient de performance d'une installation de pompe à chaleur uniquement à l'aide de valeurs caractéristiques disponibles à un stade précoce de la planification (basées sur la norme SIA 380/1 et sur les valeurs de mesure des laboratoires d'essai).

- Bâtiment conventionnels et solaires passifs
- COPa sans chauffage d'appoint : les chauffages d'appoint ne font pas partie du calcul mais pour le calcul du taux d'utilisation, le taux de couverture du chauffage d'appoint est considéré
- COPaww et COPah : distinction entre le mode ECS et le mode chauffage, calcul d'un facteur de pondération dans les deux cas



- Feuille WP : caractéristiques du bâtiment, description système de chaleur, résultats
- Feuille Graph : résumé des résultats sous forme de tableau et de graphique
- Feuille Spez : les spécifications individuelles de chaque pompe à chaleur peuvent être saisies sous l'onglet « Spez »

Données concernant le bâtiment

Station climatique: choisir ->

Catégorie d'ouvrage: choisir ->

Surface de référence énergétique SRE: choisir -> A_{ref} m²

Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1: choisir -> Q_{ch,ref} MJ/m²a

Dépense de chaleur par transmission selon SIA 380/1: choisir -> Q_T MJ/m²a

Dépense de chaleur par renouvellement d'air selon SIA 380/1: choisir -> Q_{RA} MJ/m²a

Chauffage: pertes supplémentaires:

Durée de coupure d'alimentation:

Puissance de chauffage nécessaire:

Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1:

Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires:

Installation de pompe à chaleur

Nom et type de PAC:

Source de chaleur:

Utilisation (chauffage ou eau chaude):

Jurée marche PAC:

Mode de fonctionnement de la PAC:

Température de la source (entrée):

Valeurs de calcul pour T_{dép} 35°C:

Puissance de chauffe pour T_{dép} 35°C:

COP à la température de départ 35°C:

Puissance de chauffe pour T_{dép} 55°C:

COP à la température de départ 55°C:

Puissance électrique soustraite par le PAC:

Calcul de la courbe de charge

Climat et profil de charge:

Station climatique	Sion
Besoins de chaleur	14 124 kWh
Besoins de chaleur	7 089 kWh
Part solaire	33%
*nécessaire ECS	0.00 kWh
Jurée marche PAC	1552 h/a
Besoin d'électricité PAC	7 966 kWh

Besoin d'énergie:

Besoins de chaleur	14 124 kWh
Distribution chauffage	282 kWh
Besoins chaleur ECS	0 kWh
Distribution ECS	0 kWh
Besoins totaux:	14 406 kWh

Couverture des besoins et COP's:

Taux couverture solaire (chauf.)	0.0%
Taux couverture solaire (ECS)	0.0%
Taux couverture PAC (chauf)	100.0%
Taux couverture PAC (ECS)	0.0%
COPA PAC (chauffage)	1.81
COPA PAC (ECS)	0.00

Besoin de puissance de chauffage (sans EC):

Proposition à -6°C	6.2 kW
P calculée à -6°C	6.2 kW
P calculée à -8°C	6.7 kW

Données de la PAC

Nom et type de PAC:

Données de puissance de la PAC

Chauffage	T Dep °C	Température de la source de °C	Pompes: inclus dans le COP		Ventilator: inclus dans le COP	
			Puissance therm. kW	COP	Puissance therm. kW	COP
f Dep 35 °C	35	2	12	2.7	14.2	3

ECS eau chaude sanitaire

T Dep °C	Température de la source de °C	Pompes: inclus dans le COP	
		Puissance therm. kW	COP
f Dep 55 °C	55	10.9	2.1

Fréquence cumulée

Chauffage

ECS eau chaude sanitaire



PACesti : bâtiment

Données concernant le bâtiment			
Station climatique:			choisir ->
Catégorie d'ouvrage			choisir ->
Surface de référence énergétique SRE	choisir ->	A_E	m^2
Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1	choisir ->	$Q_{h,eff}$	MJ/m2a
Déperditions par transmission selon SIA 380/1	choisir ->	Q_T	MJ/m2a
Déperditions par renouvellement d'air selon SIA 380/1	choisir ->	Q_V	MJ/m2a
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur			%
Durée de coupure d'alimentation de la PAC			h/d
Puissance de chauffage nécessaire sans ECS à °C			kW
Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1		Q_{ww}	MJ/m2a
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution			%

- Station climatique : idem SIA 380/1
- Catégorie d'ouvrage : idem SIA 380/1
- Surface de référence énergétique
- Besoin de chaleur : bilan SIA 380/1 ou CECB ou consommation réelle - attention à choisir la bonne unité
- Déperditions (Q_T et Q_V) : pas obligatoire
- Chauffage pertes : en général 2-3% pour habitat individuel (voir commentaire sur fichier Excel)
- Durée de délestage : donnée par le producteur d'électricité
- Puissance de chauffage : valeur calculée avec ce qui a été rentré précédemment, possibilité de prendre cette valeur ou de faire le calcul soi-même avec l'outil GSP) et de reporter la valeur dans le tableau
- Besoins de chaleur : selon SIA 380/1
- ECS pertes supplémentaires : 15% minimum (voir commentaire sur fichier Excel)



PACesti : données PAC V1

Installation de pompe à chaleur		Entrées en bas		
Nom et type de PAC				
Source de chaleur:				
Utilisation (chauffage ou eau chaude sanitaire)				
Mode de fonctionnement de la PAC				
Température de la source (entrée PAC)	°C			20
Valeurs de calcul pour T _{dép} 35°C(Qh/COP)	°C			0.0kW / 0.0
Puissance de chauffe pour T _{dép} 35°C	kW			
COP à la température de départ 35°C	-			
Puissance de chauffe pour T _{dép} 55°C	kW			
COP à la température de départ 55°C	-			
Puissance électrique soutirée par pompe saumure:			W	
Température de dimensionnement des sondes (optionnel, calcul externe)				

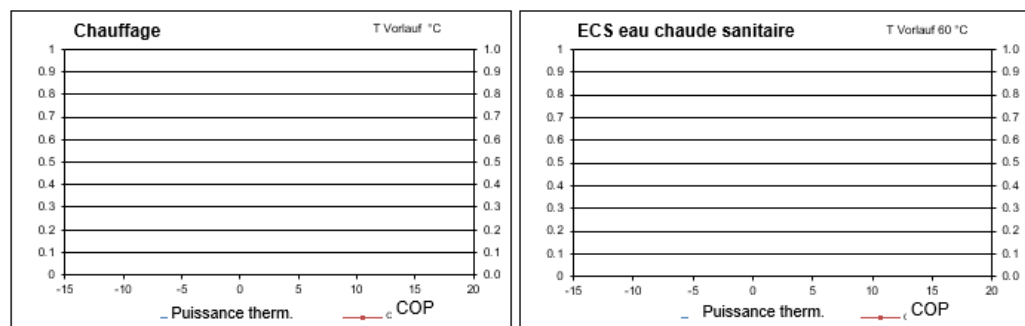
Renseignement des champs sur la base d'une fiche technique de pompe à chaleur



PACesti : données PAC V3

Données de la PAC					
Nom et type de PAC					
Données de puissance de la PAC		Pompes: Consenseur		Evaporateur	
Données introduites en ordre croissant selon la température de la source					
Chauffage	T Dep	Température de la source de	°C		
	°C	Puissance therm.	KW		
T Dep °C		COP	-		
ECS eau chaude sanitaire	T Dep	Température de la source de	°C		
	°C	Puissance therm.	KW		
T Dep 60 °C		COP	-		

Onglet «Spez» avec introduction détaillées des spécification de la machine choisie.



Choix à valider par une fiche technique de pompe à chaleur.

Pompe de la source			
Nom et type de la pompe			
Courant absorbé de la pompe à plein régime	Valeur de calcul	0	W
Perte de charge dynamique à plein régime			kPa
Débit à plein régime			m³/h
Hauteur statique			m
Mode d'exploitation			
Régulation			

Pompe de l'évaporateur ou ventilateur			
Nom et type de la pompe			

Installation de pompe à chaleur		Liste des PAC	Hersteller:
Nom et type de PAC			Typ:
Source de chaleur:			Pompe à chaleur sol/eau une vitesse
Utilisation (chauffage ou eau chaude sanitaire)			Chauffage+ECS
Accumulateur de chaleur			sans accumulateur chauffage
Mode de fonctionnement de la PAC			fonctionnement chauffage monovalent
Température de la source (entrée PAC)	°C		
Valeurs de calcul pour $T_{dép} 35^{\circ}\text{C}/Q_h/CO_2$	°C		
Puissance de chauffe pour $T_{dép} 35^{\circ}\text{C}$	kW		
COP à la température de départ 35°C	-		
Puissance de chauffe pour $T_{dép} 55^{\circ}\text{C}$	kW		
COP à la température de départ 55°C	-		
Puissance électrique soutirée par pompe saumu			W
Sondes géothermiques:	Nombre:	Longueur:	m
			°C
Température cible du local le plus chaud (p.ex. salle de bains)	choisir ->	$T_{i,soll}$	°C
Température de départ du chauffage: ($T_a = -8^{\circ}\text{C}$)	choisir ->	T_{Dep}	°C
Température de retour du chauffage: ($T_a = -8^{\circ}\text{C}$)	choisir ->	T_{Ret}	°C
Type d'appoint électrique pour ECS:	choisir ->		
Température ECS garantie sans appoint électrique:	choisir ->		°C
Température ECS avec postchauffage électrique:	choisir ->		°C
Circulation d'ECS / câble chauffant	choisir ->		

Données concernant le bâtiment			
Station climatique:			choisir ->
Catégorie d'ouvrage			choisir ->
Surface de référence énergétique SRE	choisir ->	A_E	m ²
Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1	choisir ->	$Q_{h,eff}$	MJ/m2a
Dépense par transmission selon SIA 380/1	choisir ->	Q_T	MJ/m2a
Dépense par renouvellement d'air selon SIA 380/1	choisir ->	Q_V	MJ/m2a
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur			%
Durée de coupure d'alimentation de la PAC			h/d
Puissance de chauffage nécessaire sans ECS à °C			kW
Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1		Q_{ew}	MJ/m2a
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution			%

Installation solaire		Eau chaude sanitaire ECS + chauffage	
Surface des absorbeurs			m ²
orientation / inclinaison des collecteurs	Azimut [*]:		Pente [*]:
Apport net par m ² d'absorbeur	valeur proposée: 0.0		kWh/m2a
Altitude par rapport au niveau de la mer			m
Taux de couverture solaire pour l'ECS	$\epsilon =$	%	0.0%
Taux de couverture solaire pour le chauffage	$\epsilon =$	%	0.0%

Résultats			
			0
Pertes en mode chauffage (démarrage, accumulateur, etc.)	2%	$E_{tah} =$	98%
Pertes en mode préparation d'ECS (démarrage, accumulateur, etc.)	6%	$E_{taw} =$	94%
Durée de fonctionnement de la pompe à chaleur			h / a
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour le chauffage	$\epsilon =$		$JAZ_h =$
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour l'ECS	$\epsilon =$		$JAZ_{ew} =$
COP annuel pour chauffage et ECS (COP _a [ch+ECS])	exkl. et. Zusatz		-



PACesti

Exercices



Exercice 1 : liste des PACs

Habitat individuel

Renseigner le formulaire PACesti sur la base des données du bilan thermique fourni et trouver une PAC adaptée au bâtiment (chauffage et ECS) dans la liste des PACs.

- Fonctionnement monovalent
- Pas d'installation solaire thermique.
- Sans accu chauffage.
- Mode anti-légionellose hebdomadaire.

Justification globale

Exigences d'après: **SIA 380/1 (éd. 2016), Bâtiment neuf**
 Canton: **Neuchâtel**
 Station climatique: **Neuchâtel** Ref: **SIA 2028**
 Surface de référence énergétique (SRE) A_E : **167.8 m²** Rapport de forme A_{th}/A_E : **3.22**
 Facteur d'ombrage de la façade ayant la plus grande surface vitrée: f_s : **0.83**
 Longueur totale des ponts thermiques linéaires: l : **124 m**
 Bâtiment avec chauffage par sol **oui** Température de dimensionnement $\Theta_{H,max}$: **35 °C**
 Supplément pour régulation non performante $\Delta\Theta_i$: **0 °C** Système : régulation par pièce

Valeur-limite des besoins de chaleur pour le chauffage	$Q_{H,li}$: 100 [%]	60.7 [kWh/m²]
Besoins de chaleur pour le chauffage du projet	Q_H :	50.6 [kWh/m²]
Puissance de chauffage spécifique:	P_h : 17.7 [W/m²]	$P_{h,li}$: 25.0 [W/m²]
Exigence globale $Q_{H,li}$ et $P_{h,li}$	respectée <input checked="" type="checkbox"/>	non respectée <input type="checkbox"/>

Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire Q_{ECS} : **14 [kWh/m²]**

Les soussignés confirment par leur signature que les indications figurant ci-dessus et celles utilisées pour établir la justification d'une isolation thermique suffisante sont exactes et complètes.

6. Bilan thermique

Zone thermique	Q_T [kWh/m ²]	Q_V [kWh/m ²]	Q_i [kWh/m ²]	Q_s [kWh/m ²]	η_g	Q_H [kWh/m ²]	$Q_{h,li}$ [kWh/m ²]	Lim. [%]	Q_{vw} [kWh/m ²]
Villa Type CRDE	63,8	18,9	20,5	22,8	0,74	50,6	60,7	100	14
Total	64	19	21	23	—	51	61		14

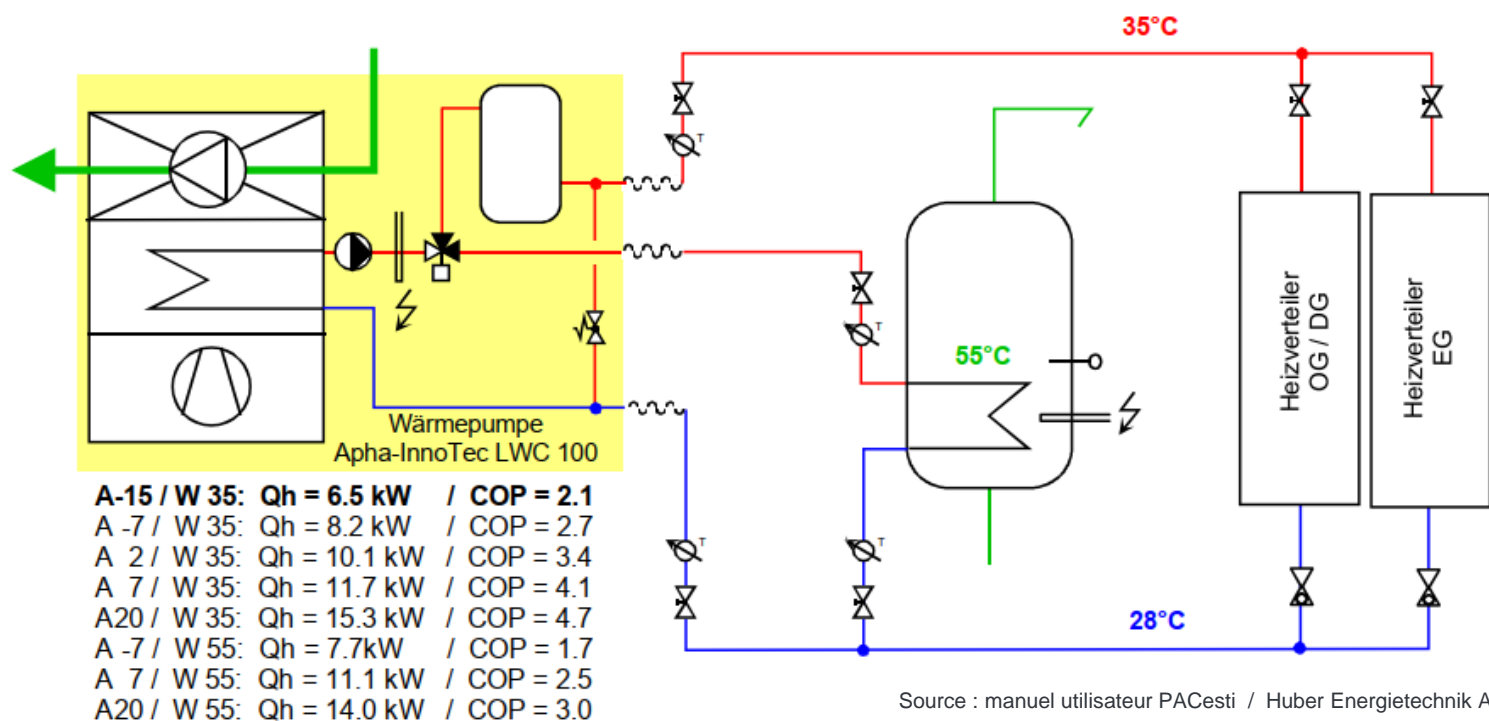
Exercice 1 : liste des PACs - résultats

Données concernant le bâtiment			
Station climatique:	Neuchâtel		
Catégorie d'ouvrage	Habitat individuel		
Surface de référence énergétique SRE	A_E	m^2	168
Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1	$Q_{h,eff}$	kWh/m2a	61
Dépense par transmission selon SIA 380/1	Q_T	kWh/m2a	64
Dépense par renouvellement d'air selon SIA 380/1	Q_V	kWh/m2a	19
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur		%	3%
Durée de coupure d'alimentation de la PAC		h/d	2
Puissance de chauffage nécessaire sans ECS à -5°C	valeur proposée: 4.2	kW	
Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1	Q_{ww}	kWh/m2a	13.9
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution		%	

Installation de pompe à chaleur		Liste des PAC		Hersteller:		Alpha Innotec		
Nom et type de PAC		Typ:		L/W LWD 70A				
Source de chaleur:		Pompe à chaleur air/eau une vitesse						
Utilisation (chauffage ou eau chaude san)		Chauffage+ECS						
Accumulateur de chaleur		sans accumulateur chauffage						
Mode de fonctionnement de la PAC		avec chauffage électrique de secours						
Commande de l'appoint électrique de cha	Registre électrique instantané							
Température de la source (entrée PAC)	°C	-15	-7	2	7	20		
Valeurs de calcul pour $T_{dép}35°C(Q_h/CO_2)$	°C	4.8kW / 2.5	6.3kW / 3.2	7.7kW / 3.8	8.5kW / 4.3	12.8kW / 6.5		

Exercice 2 : saisie directe

Définir les COP (ECS et Chauffage) de la pompe à chaleur en utilisant la saisie manuelle sur la base des indications ci-après.



Habitat individuel : Aarau (AG)

- SRE : 225 m²
- Besoins de chaleur Q_{h,eff} : 136 MJ/m²
- Pertes par transmission : 294 MJ/m²
- Pertes par aération : 35 MJ/m²
- Délestage: 2h
- Chauffage et ECS
- Avec accumulateur et chauffage électrique de secours
- Pas d'installation solaire

Exercice 2 : saisie directe - résultats

Données concernant le bâtiment			
Station climatique:			Buchs-Aarau
Catégorie d'ouvrage			Habitat individuel
Surface de référence énergétique SRE	A_E	m^2	225
Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1	$Q_{h,eff}$	MJ/m2a	136
Déperditions par transmission selon SIA 380/1	Q_T	MJ/m2a	294
Déperditions par renouvellement d'air selon SIA 380/1	Q_V	MJ/m2a	35
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur		%	2%
Durée de coupure d'alimentation de la PAC		h/d	2
Heizleistungsbedarf ohne Warmwasser bei $-7^\circ C$	valeur proposée:	6.0	kW
Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1	Q_{ww}	MJ/m2a	60.0
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution		%	20%

Installation de pompe à chaleur	Liste des PAC		Hersteller:		Alpha Innotec	
Nom et type de PAC			Typ:		L/W 10, kW LWC 100	
Source de chaleur:			Pompe à chaleur air/eau une vitesse			
Utilisation (chauffage ou eau chaude sanitaire)			Chauffage+ECS			
Accumulateur de chaleur			avec accumulateur chauffage			
Mode de fonctionnement de la PAC			avec chauffage électrique de secours			
Commande de l'appoint électrique de chauffage			Registre électrique instantané			
Température de la source de chaleur:	$^\circ C$	-15	-7	2	7	20
Valeurs de calcul pour $T_{dép}35^\circ C(Q_h/CO_2)$	$^\circ C$	6.5kW / 2.1	8.2kW / 2.7	10.1kW / 3.4	11.7kW / 4.1	15.3kW / 4.7

Exercice 3 : introduction «Spez»

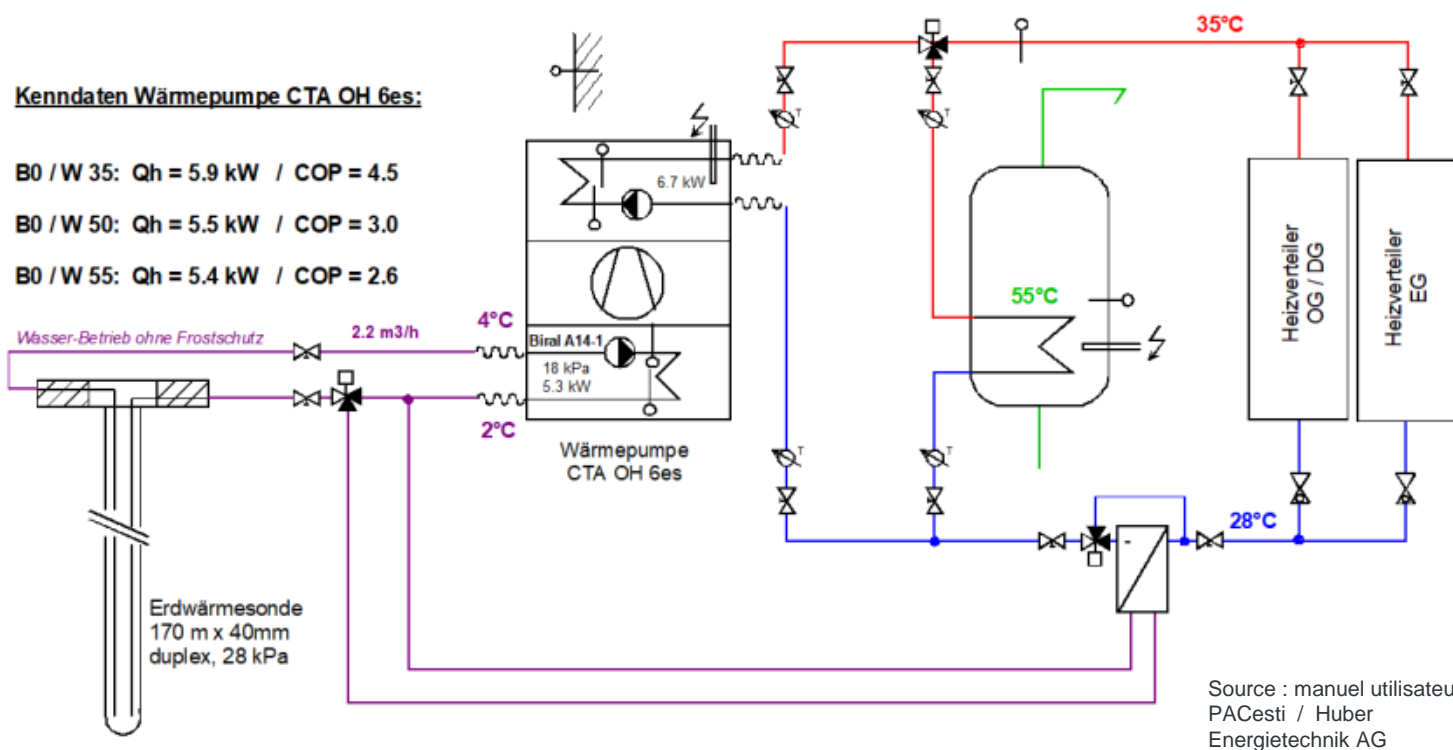
Idem exercice 2 mais en utilisant cette fois-ci l'onglet «Spez»

Kenndaten Wärmepumpe CTA OH 6es:

B0 / W 35: $Q_h = 5.9 \text{ kW}$ / COP = 4.5

B0 / W 50: $Q_h = 5.5 \text{ kW}$ / COP = 3.0

B0 / W 55: $Q_h = 5.4 \text{ kW}$ / COP = 2.6

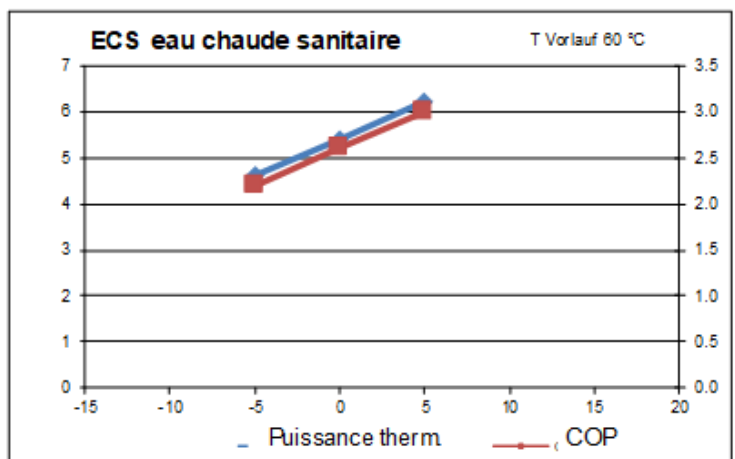
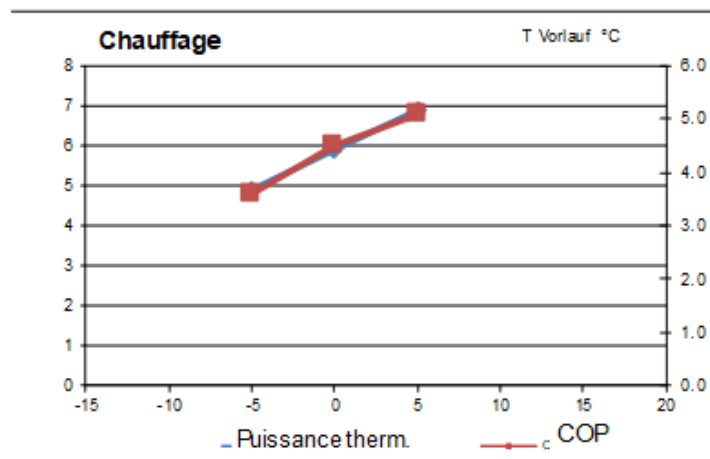


Habitat individuel : Aarau (AG)

- SRE : 225 m²
- Besoins de chaleur $Q_{h,eff}$: 136 MJ/m²
- Pertes par transmission : 294 MJ/m²
- Pertes par aération : 35 MJ/m²
- Délestage: 0h
- Chauffage et ECS
- Avec accumulateur et chauffage électrique de secours
- Pas d'installation solaire

Exercice 3 : introduction «Spez» - résultats

Données de la PAC						
Nom et type de PAC		CTA OH 6es				
Données de puissance de la PAC		Pompes: Consenseur		inclus dans le COP		Evaporateur
				inclus dans le COP		
Données introduites en ordre croissant selon la température de la source						
Chauffage	T Dep	Température de la source de	°C	-5	0	5
	°C	Puissance therm.	kW	4.9	5.9	6.9
	T Dep 35 °C	COP	-	3.6	4.5	5.1
ECS eau chaude sanitaire	T Dep	Température de la source de	°C	-5	0	5
	°C	Puissance therm.	kW	4.6	5.4	6.2
	T Dep 55 °C	COP	-	2.2	2.6	3





PACesti : reprise de la puissance de l'outil GSP

Version V6.6 dne, 21/06/2021			
Cet outil de calcul ne peut être utilisé que pour les maisons d'habitation			
Lieu et date			
Objet			
Nom			
Planificateur/Installateur			
Nom			
Région climatique	Neuchâtel		
Bâtiment/ECS			
Type de bâtiment	Immeuble		
Surface de référence énergétique	A_E [m ²]	150	
Eau chaude sanitaire (ECS)			
Type de production d'ECS	Avec chauffage		
Générateur de chaleur			
Type de combustible du générateur de chaleur actuel	Mazout en I		
Générateur de chaleur	Chaudière mazout ou gaz, ancien modèle		
Exploitation à plein rendement	[h/a]	2 350	
Pouvoir calorifique	[kWh/Litre]	10	
Rendement du générateur de chaleur	[-]	0.80	
Besoins énergétique des trois dernières années			
Année de service	DJC 20/12	Mazout [Litre/a]	Consommation énergétique normalisée [Litre/a]
2016	3 053	2 780	2 616
2017	2 907	2 650	2 619
2018	2 733	2 500	2 628
2019	2 901	2 650	2 625
2020	2 721	2 500	2 640
Moyenne annuelle	2 873	(Période : 2012 jusqu'à la fin de l'année passé)	2 625
Production de chaleur du générateur de chaleur actuel			
Total	$Q_{gen,old}$	[kWh/a]	26 018
Résultats			
	Φ_{H}	[kW]	8.9
Puissance de chauffe requise de la PAC, sans délestage	$\Phi_{gen,new}$	[kW]	8.9
Durée de délestage journalière (2 h sont déjà prises en compte)	t_{off}	[h/d]	
Puissance de chauffe nécessaire de la PAC, durée de délestage incluse	$\Phi_{gen,new}$	[kW]	9.7

- Région climatique, bâtiment, ECS
- Générateur de chaleur
- Besoins énergétiques des trois dernières années

Résultats : production de chaleur du générateur de chaleur actuel, puissance requise de chauffe sans délestage

-> Possibilité de rajouter le délestage, nouvelle valeur de puissance de chauffe

Données concernant le bâtiment			
Station climatique:	Payerne		
Catégorie d'ouvrage	Habitat individuel		
Surface de référence énergétique SRE	A_E	m ²	180
Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1	$Q_{n,eff}$	kWh/m2a	177
Déperditions par transmission selon SIA 380/1	choisir -> Q_T	kWh/m2a	
Déperditions par renouvellement d'air selon SIA 380/1	choisir -> Q_V	kWh/m2a	
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur		%	
Durée de coupure d'alimentation de la PAC		h/d	2
Puissance de chauffage nécessaire sans ECS à -7°C	valeur proposée: 16.3	kW	
Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1	Q_{ECS}	kWh/m2a	13.9
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution		%	

Pourquoi 20% de puissance en plus avec PACesti ?

Région climatique		Payerne	
Bâtiment/ECS			
Type de bâtiment	Maison individuelle		
Surface de référence énergétique	A_E	m ²	180
Eau chaude sanitaire (ECS)			
Type de production d'ECS	Avec chauffage		
Générateur de chaleur			
Type de combustible du générateur de chaleur actuel	Mazout en l		
Générateur de chaleur	Chaudière mazout ou gaz, ancien modèle		
Exploitation à plein rendement	[h/a]		2 350
Pouvoir calorifique	[kWh/Litre]		10
Rendement du générateur de chaleur	[-]		0.80
Besoins énergétique des trois dernières années			
Année de service	Jour-jour de chauffage DJC 2012	Mazout [Litre/a]	Consommation énergétique normalisée [Litre/a]
2016	3 348	3 000	2 812
2017	3 243	3 500	3 386
2018	2 902	3 200	3 460
2019	3 096	3 300	3 345
2020	2 994	3 200	3 354
Moyenne annuelle	3 138	(Période : 2012 jusqu'à la fin de l'année passé	3 271
Production de chaleur du générateur de chaleur actuel			
Total	$Q_{ann,act}$	[kWh/a]	32 420
Résultats			
	Φ_{th}	[kW]	11.0
Puissance de chauffe requise de la PAC, sans délestage	$\Phi_{ann,neu}$	[kW]	11.0
Durée de délestage journalière (2 h sont déjà prises en compte)	t_{off}	[h/d]	2.0
Puissance de chauffe nécessaire de la PAC, durée de délestage incluse	$\Phi_{ann,neu}$	[kW]	13.2



PACesti

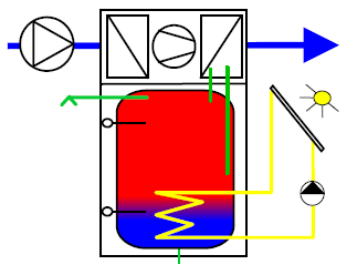
Rappels et informations complémentaires



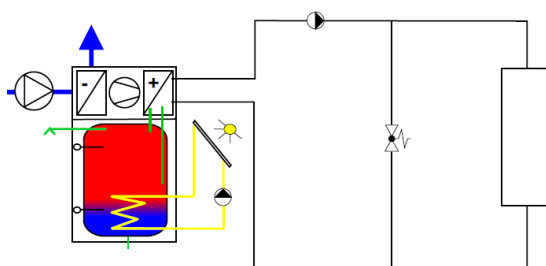
Rappel : les résultats

Résultats				
Part d'énergie électrique pour le chauffage	$\xi =$	0.8%	kWh =	98
Part d'énergie électrique pour l'ECS	$\xi =$	1.6%	kWh =	62
Pertes en mode chauffage (démarrage, accumulateur, etc.)		4%	Etah =	96%
Pertes en mode préparation d'ECS (démarrage, accumulateur, etc.)		6%	Etaw =	94%
Durée de fonctionnement de la pompe à chaleur			h / a	2 491
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour le chauffage	$\xi =$	99.2%	JAZ _h =	5.13
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour l'ECS	$\xi =$	98.4%	JAZ _{ww} =	2.70
COP annuel pour chauffage et ECS (COPa [ch+ECS])	exclu el. add.		-	4.20

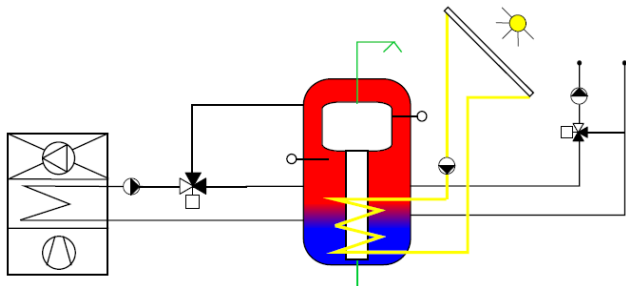
Les différents modèles d'installation - 2



Pompe à chaleur sur air extrait sans récupération de chaleur par ventilation pour l'eau chaude sanitaire

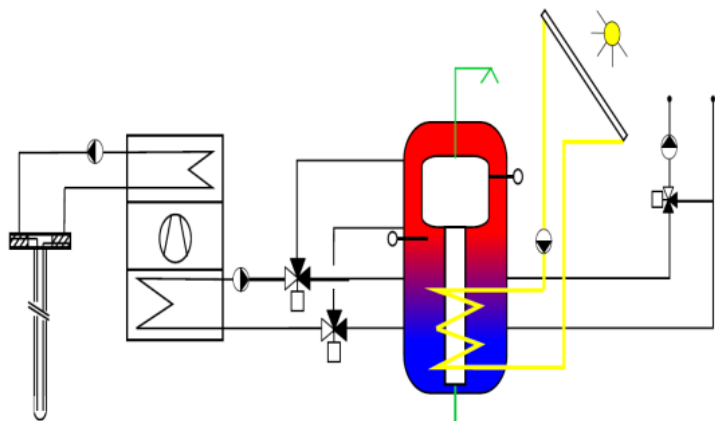


Pompe à chaleur sur air extrait sans récupération de chaleur par ventilation pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

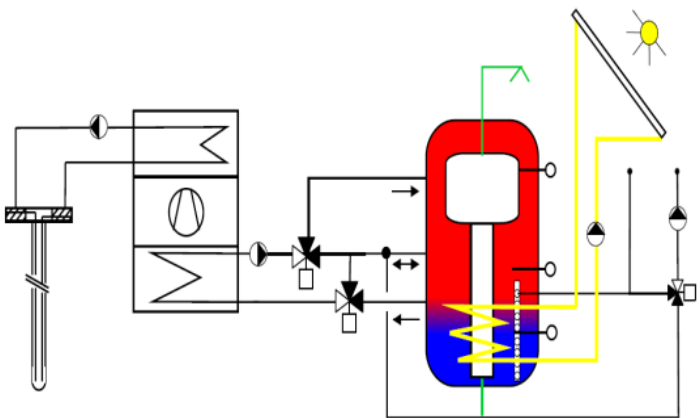


PAC pour chauffage et eau chaude sanitaire avec accumulateur combiné, 1 retour accu-PAC

Les différents modèles d'installation - 3



Chauffage et eau chaude sanitaire
avec ballon mixte, 2 retours accu-PAC



Chauffage et eau chaude sanitaire
avec accumulateur combiné, circuit
standard

Installation solaire		Chauffage solaire de l'ECS	
Surface des absorbeurs		m ²	
orientation / inclinaison des collecteurs	Azimut [°]:	Pente [°]:	
Apport net par m ² d'absorbeur	valeur proposée: 0.0	kWh/m ² a	
Altitude par rapport au niveau de la mer		m	
Taux de couverture solaire pour l'ECS	ε =	%	0.0%
Taux de couverture solaire pour le chauffage	ε =	%	0.0%

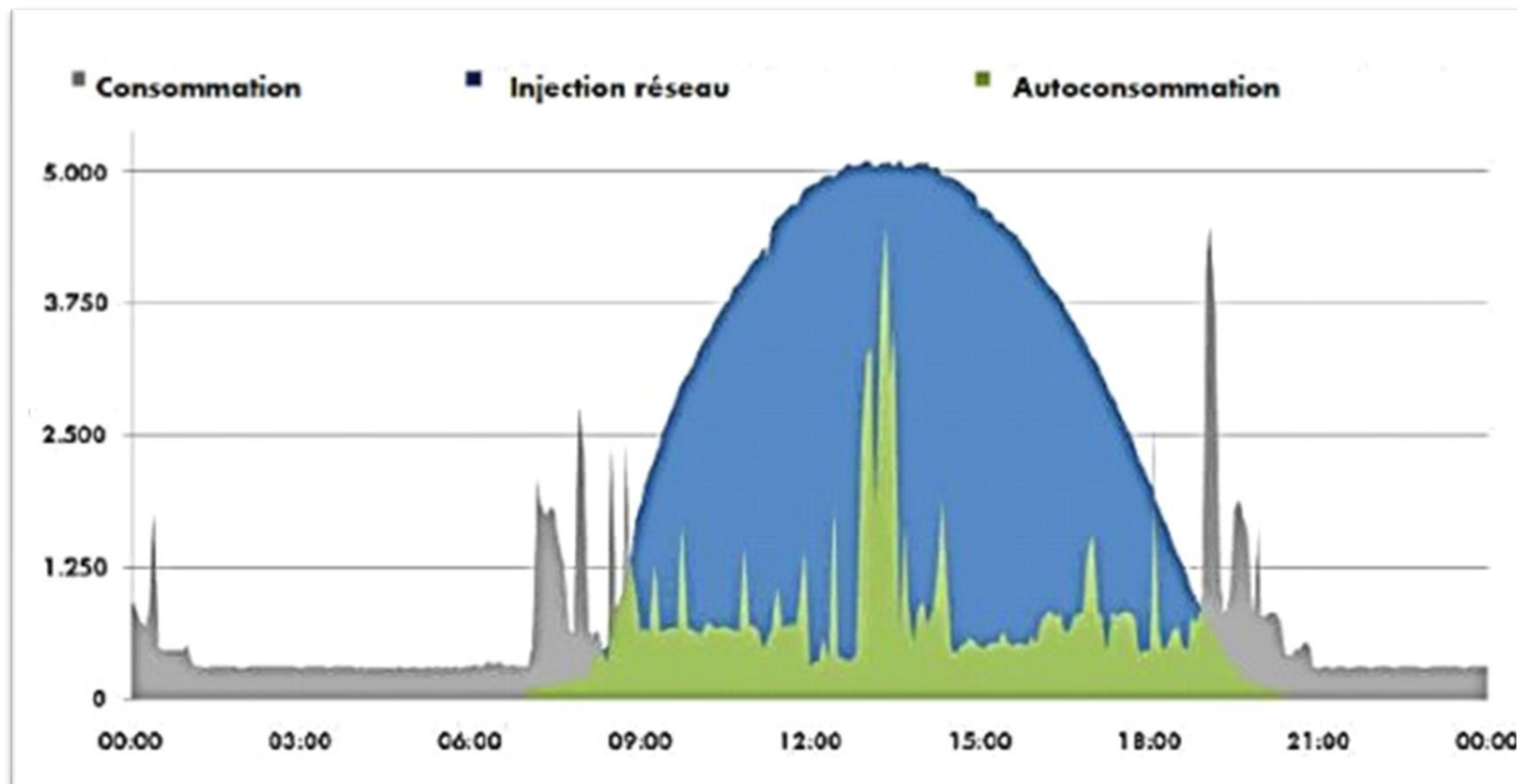
- Pour spécifier l'installation solaire thermique choisir le type dans le menu déroulant
- Données nécessaires : surface, angle d'inclinaison, azimut (écart du champ de capteurs par rapport au Sud) et altitude
- Apport net : calcul automatique d'une valeur selon données précédentes (possibilité d'utiliser cette valeur où entrer sa propre valeur si on la connaît, par exemple calcul Polysun)
- Résultats : taux de couverture solaire pour l'ECS et le chauffage



PVopti : Le contexte

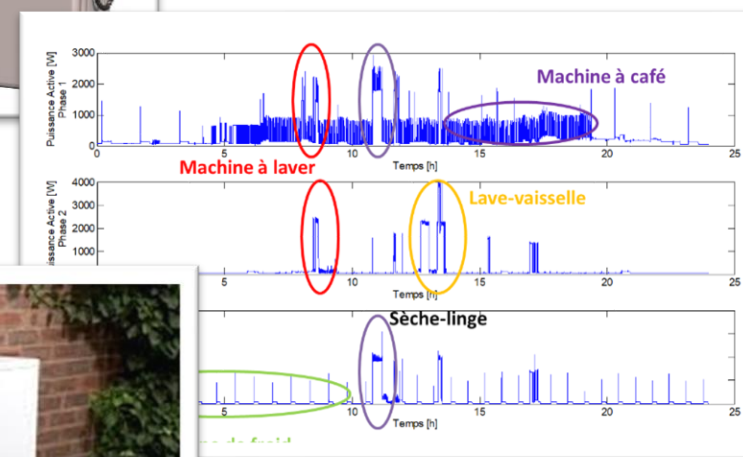
Pourquoi optimiser son autoconsommation ?

Le solaire photovoltaïque : l'autoconsommation

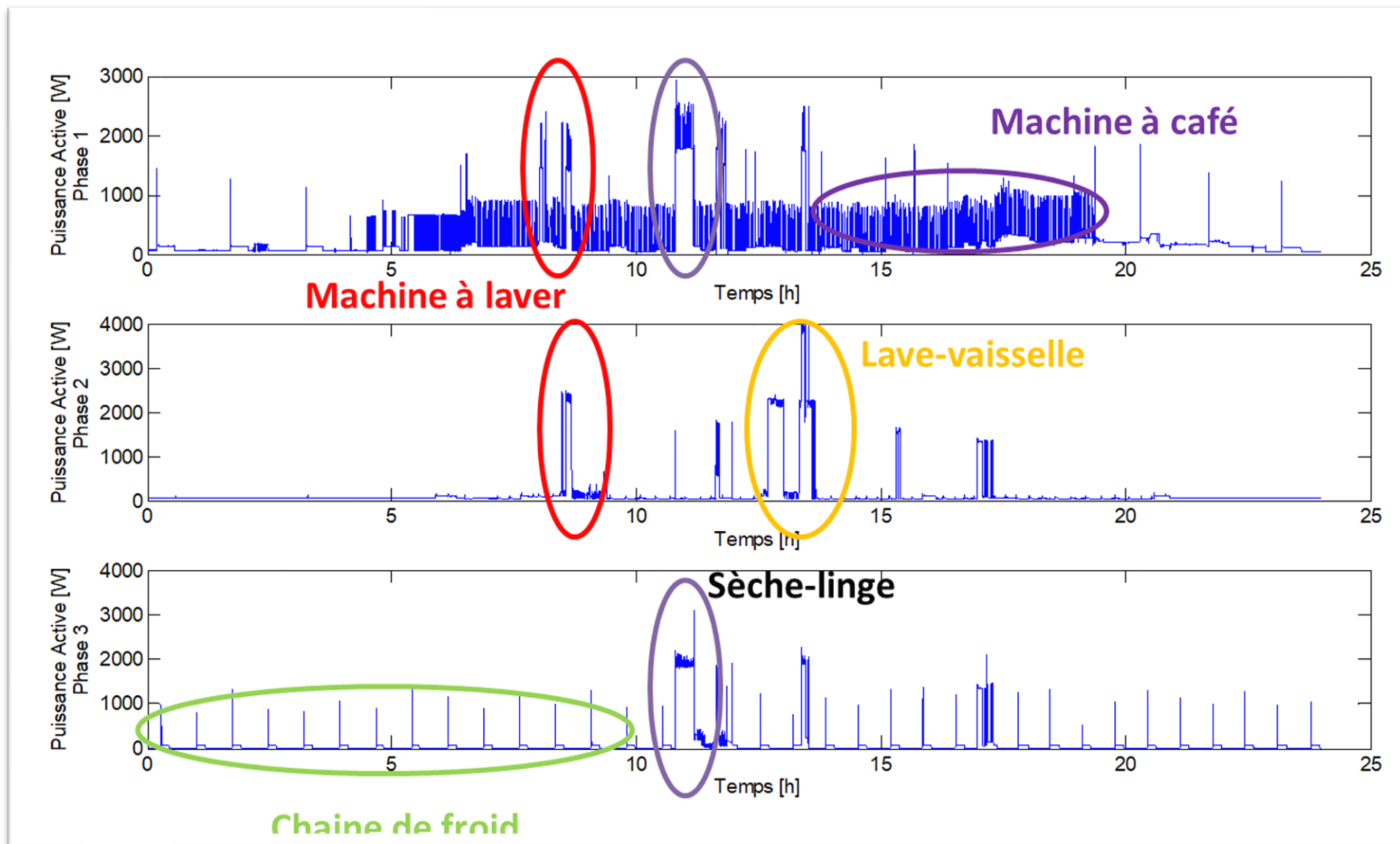


Ne rien faire Environ 10 à 15 % d'énergie consommée sur le lieu de production

- Des appareils / consommateurs utilisés
- De la présence ou non d'un système de stockage
- Des habitudes des utilisateurs



La courbe de charge





L'autoconsommation par défaut : 20/80

Production annuelle kWh

Portion bourse courant solaire / RPC %

Besoins personnels %

Consommation propre calculée avec PVOpti ou le justificatif de Minergie dès 2018 pour habitat individuel
[\(Download PVOpti\)](#)

État initial	%	
105.0	149.9	kWh/(m ² a)
70.0	100.0	kWh/(m ² a)
113.0	88.5	kWh/(m ² a)
127.6	100.0	kWh/(m ² a)
0		CHF
0		CHF

État initial

C B



L'autoconsommation optimisée

Production annuelle kWh

Portion bourse courant solaire / RPC %

Besoins personnels %

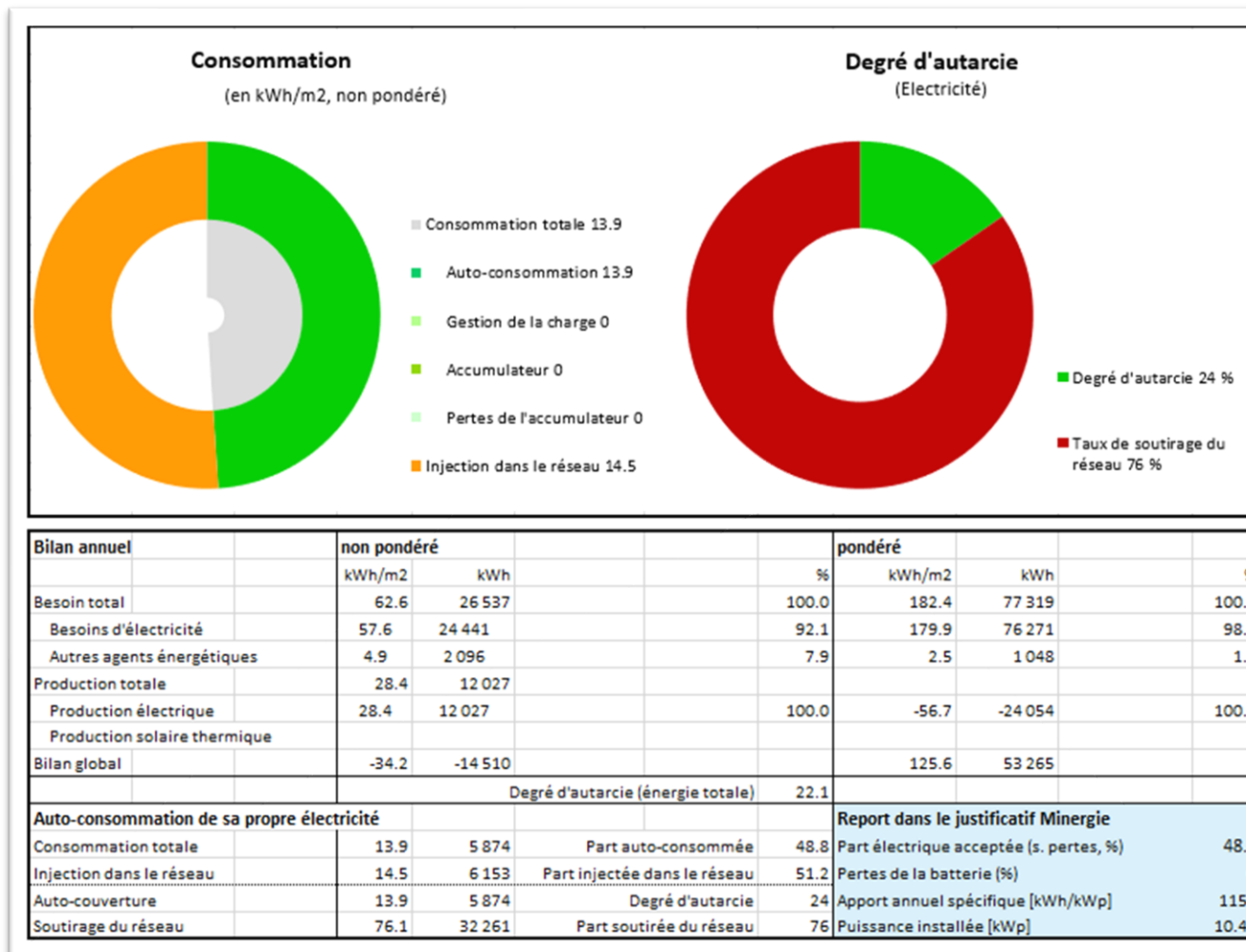
Consommation propre calculée avec PVopti ou le justificatif de Minergie dès 2018 pour habitat individuel

[\(Download PVOpti\)](#)

État initial	%	
105.0	149.9	kWh/(m ² a)
70.0	100.0	kWh/(m ² a)
98.0	76.8	kWh/(m ² a)
127.6	100.0	kWh/(m ² a)
0		CHF
0		CHF

État initial

PVopti permet de calculer la part d'autoconsommation en tenant compte des principaux consommateurs, des systèmes de stockage et des mesures d'optimisation de l'autoconsommation.





PVopti

Présentation de l'outil de calcul



Domaine d'utilisation

PVopti fait partie de la certification du bâtiment selon Minergie, mais peut également être utilisé indépendamment de Minergie pour le calcul de l'interaction des réseaux des bâtiments comme par exemple dans le cadre du CECB/CECB+



Saisie des données : bâtiment

Textfeld 4	Objet:	Cours CECB	N° de parcelle:		N° MOP:	
Adresse du bâtiment:		Quelque part en Suisse Romande				
Station climat.		Neuchâtel		Altitude:	482 m	
Zone		1	2	3	4	
Catégorie d'ouvrage		Habitat individuel				
Surface de référence énergétique SRE [m2]		160				

- Objet
- Adresse du bâtiment
- Sélection obligatoire de la station climatique selon SIA 380/1
- Saisie obligatoire de l'altitude à laquelle se trouve le bâtiment.
- Sélection obligatoire de la ou des catégories d'affectation selon SIA 380/1. Il est possible d'effectuer un calcul jusqu'à 4 zones avec différentes catégories d'affectation.
- Saisie obligatoire de la surface de référence énergétique SRE selon la norme SIA 380/1 par zone d'affectation



Saisie des données : besoins énergétiques

Besoins énergétiques [kWh/m2]	Saisie	Valeur calculée						
Eau chaude		13.9						
Refroidissement								
Ventilation								
Appareils		12.5						
Eclairage		5.5						
Installations techniques générales		4.5						
Gestion de la courbe de charge (sans chaleur)	Disponible							

- Besoins thermiques pour l'énergie utile concernant l'eau chaude.
- Besoins électriques pour l'énergie concernant la production de froid.
- Besoins électriques pour l'énergie concernant la ventilation.
- Besoins électriques pour les appareils.
- Besoins électriques pour l'éclairage.
- Besoins électriques pour les installations techniques générales du bâtiment.
- Sélection obligatoire de la gestion de la courbe de charge des appareils, de l'éclairage et des installations techniques générales du bâtiment (p.ex. lave-linge/ lave-vaisselle fonctionnant uniquement durant la journée) pour les bâtiments d'habitation.



Saisie des données : production de chaleur

Production de chaleur		Chauffage		Eau chaude	
Production de chaleur A	Textfeld 4	Saisie	Valeur calculée	Saisie	Valeur calculée
Pompe à chaleur air-eau		Taux de couverture [%]	100	100	100
		Rendement / COPa		2.3	2.3
		Heures de fonctionnement	Jour et nuit	Jour et nuit	
Production de chaleur B					
Production de chaleur C					

- Sélection obligatoire du système de production de chaleur.
- Saisie obligatoire du taux de couverture pour le chauffage et l'eau chaude.
- Rendement / COP (p.ex. pour le calcul externe avec PACesti).
- Sélection obligatoire des temps d'exploitation pour les systèmes de production de chaleur ayant une influence sur l'électricité d'un ménage (pompes à chaleur, chauffage électrique direct et CCF) pour le chauffage et l'eau chaude.



Saisie des données : besoins pour le chauffage

textfeld 4		Besoins pour chauffage Q _{h,eff}		Besoin annuel [kWh/(m ² *a)]		120	
Pour	les justificatif Minergie,	il faut	indiquer des	valeurs	mensuelles		

- Sélection obligatoire de l'intervalle des besoins.
- Saisie obligatoire des besoins annuels.

Note : la saisie des besoins annuels en chauffage n'est pas autorisé pour le justificatif Minergie.



Saisie des données : installations PV

Installation photovoltaïque N° 1		Saisie	Valeur calculée
Inclinaison (°, Hor=0°)	30	Apport annuel spécifique [kWh/kWp]	931
Orientation (° S=0° E= -90°)	0	Puissance installée [kWp]	8
Textfeld 4			
Installation photovoltaïque N° 2			
Installation photovoltaïque N° 3			

- Saisie obligatoire de l'intervalle de production.
- Saisie obligatoire de l'inclinaison.
- Saisie obligatoire de l'orientation.
- Saisie facultative de la production spécifique.
- Saisie obligatoire de la puissance nominale.



Saisie des données : batterie électrique

Accumulateur électrique	Disponible		
Textfeld 4	Capacité utilisable (kWh)	8	

L'accumulateur est activé, chargé ou déchargé en fonction des besoins électriques horaires, du rendement et de l'état de capacité correspondant. Le calcul tient compte des pertes liées au chargement et au déchargement ainsi que des pertes de capacité.

- Sélection obligatoire s'il y a un accumulateur.
- Saisie obligatoire de la capacité exploitable



Saisie des données : mobilité électrique

Mobilité électrique	Disponible									
	Textfeld 4	Somme	Habitat individuel							
			Saisie	calculée	Saisie	calculée	Saisie	calculée	Saisie	calculée
Nombre de bornes de recharge [-]	1	1	1							
Besoin total [kWh/a]	1 674		1 674							

Pour comptabiliser les besoins en mobilité électrique il est nécessaire d'introduire le nombre de bornes de recharges.

Il est possible d'introduire également l'énergie nécessaire aux besoins réels.

Pour le calcul de l'autoconsommation dans un calcul CECB/CECB+ la prise en compte de la mobilité n'est pas autorisée !

MINERGIE® EnDK

Textfeld 4

Nom du projet: **Courr CECE** N° de parcelle: N° MOP:

Adresse du bâtiment: **Quelque part en Suisse Romande**

Station climat: **Neuchâtel** Altitude: **482 m**

Zone: 1 2 3 4

Catégorie d'ouvrage: **Habitat individuel**

Surface de référence énergétique SRE [m²]: **160**

Besoins énergétiques [kWh/m²]		Saisir	Valeur calculée
Eau chaude			13.9
Refroidissement			
Ventilation			
Appareils			12.5
Eclairage			5.5
Installations techniques générales			4.5
Gestion de la courbe de charge (pour chaleur)		Disponible	

Production de chaleur		Chauffage		Eau chaude	
Production de chaleur A		Saisir	Valeur calculée	Saisir	Valeur calculée
Pompe à chaleur air-eau		Taux de couverture [%]	100	100	100
		Rendement / COPe		2.3	2.3
		Heures de fonctionnement	Jour et nuit	Jour et nuit	
Production de chaleur B					
Production de chaleur C					

Besoins pour chauffage **Ch. eff.** Besoin annuel [kWh/(m²·a)]: **120**

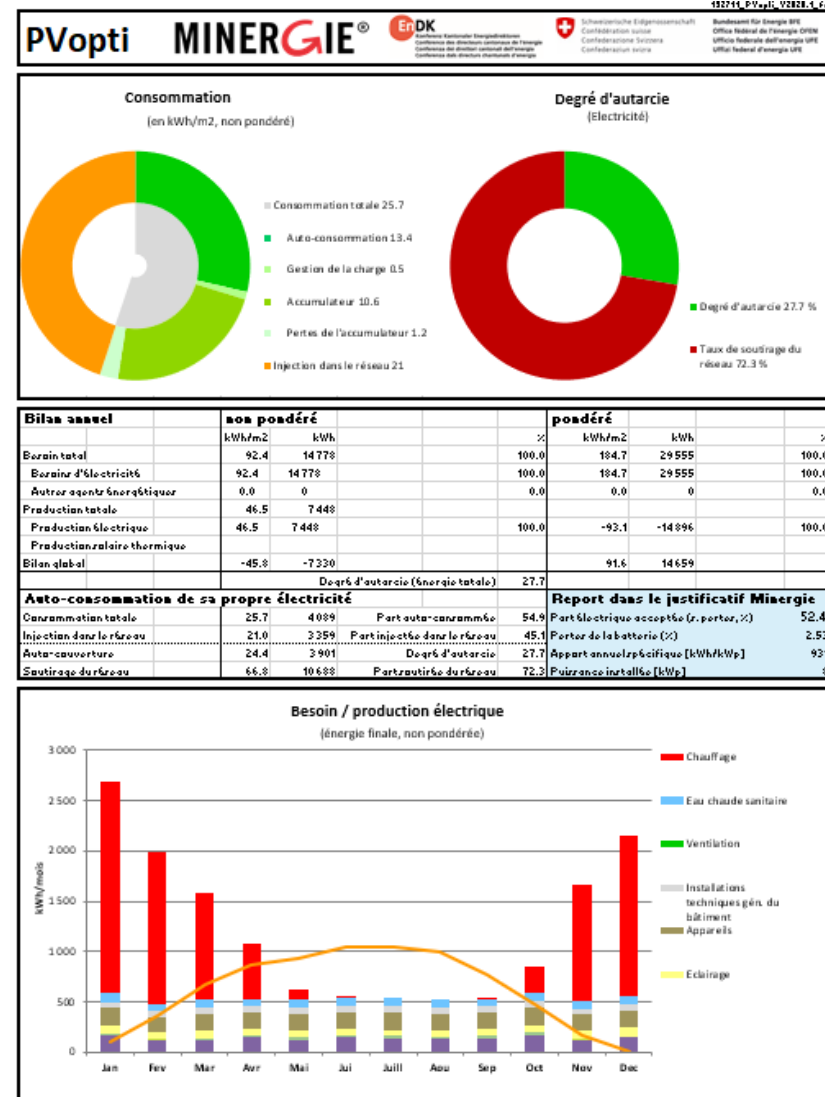
Rem. Les justifs Minergie il faut indiquer valeur manuelle!

Installation photovoltaïque N° 1		Saisir	Valeur calculée
Inclinaison (°, Max=90°)	30: Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		93
Orientation (°, S=0°, E=+90°)	0: Puissance installée [kWp]		0

Installation photovoltaïque N° 2		Saisir	Valeur calculée
Inclinaison (°, Max=90°)	30: Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		
Orientation (°, S=0°, E=+90°)	0: Puissance installée [kWp]		

Installation photovoltaïque N° 3		Saisir	Valeur calculée
Inclinaison (°, Max=90°)	30: Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		
Orientation (°, S=0°, E=+90°)	0: Puissance installée [kWp]		

Accumulateur électrique		Saisir	Valeur calculée
Disponible	Capacité utilisable [kWh]		0





PVopti

Exercice



Exercice

Habitat individuel localisé à Riddes (Valais)

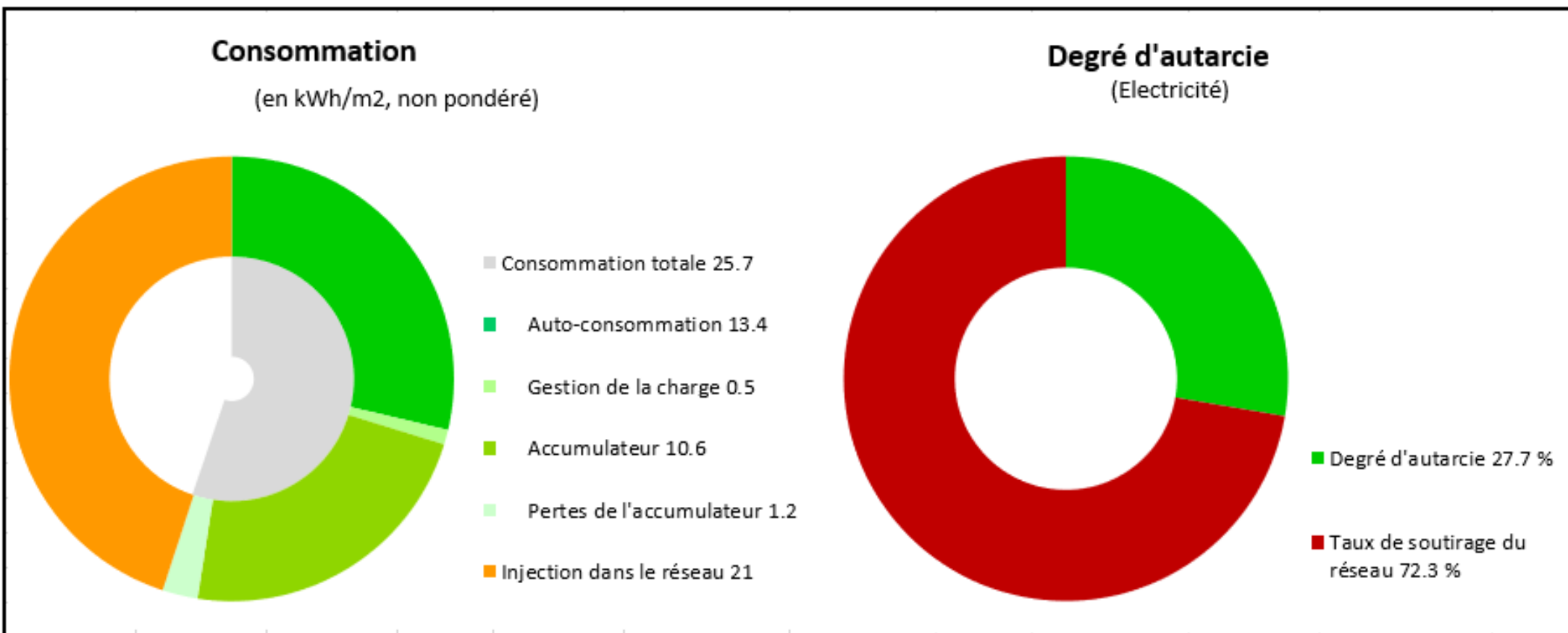
- SRE : 110 m²
- Besoins de chaleur pour le chauffage : 291 MJ/m²a
- PAC air/eau selon exercice 1 de PACesti
- 15'000 km/an en voiture électrique

Prévoir une installation photovoltaïque «raisonnable» afin de garantir une autoconsommation de 50%.



PVopti

Rappels sur les résultats





Bilan annuel

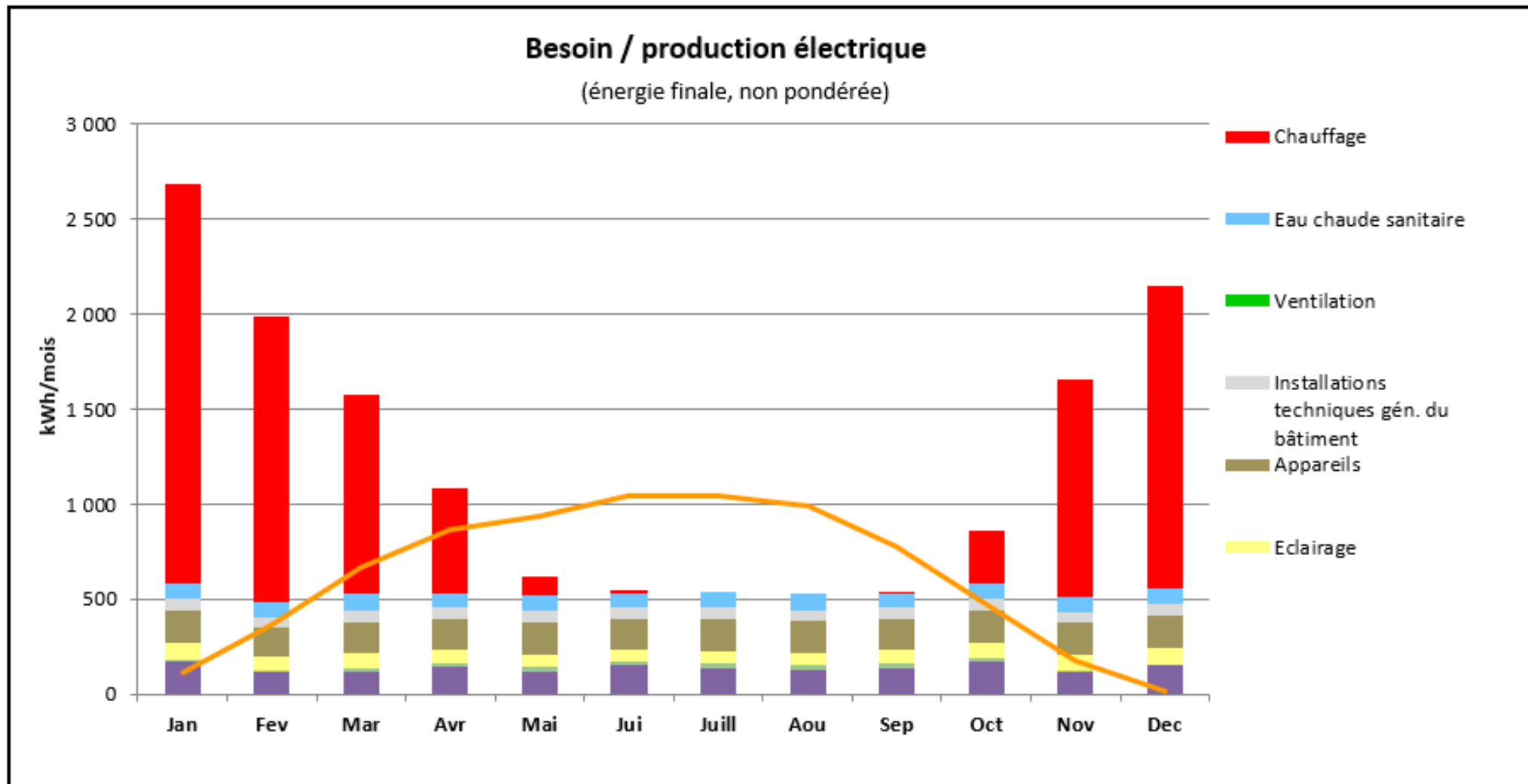
Bilan annuel		non pondéré			pondéré		
		kWh/m2	kWh	%	kWh/m2	kWh	%
Besoin total		92.4	14 778	100.0	184.7	29 555	100.0
Besoins d'électricité		92.4	14 778	100.0	184.7	29 555	100.0
Autres agents énergétiques		0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Production totale		46.5	7 448				
Production électrique		46.5	7 448	100.0	-93.1	-14 896	100.0
Production solaire thermique							
Bilan global		-45.8	-7 330		91.6	14 659	
				Degré d'autarcie (énergie totale)	27.7		

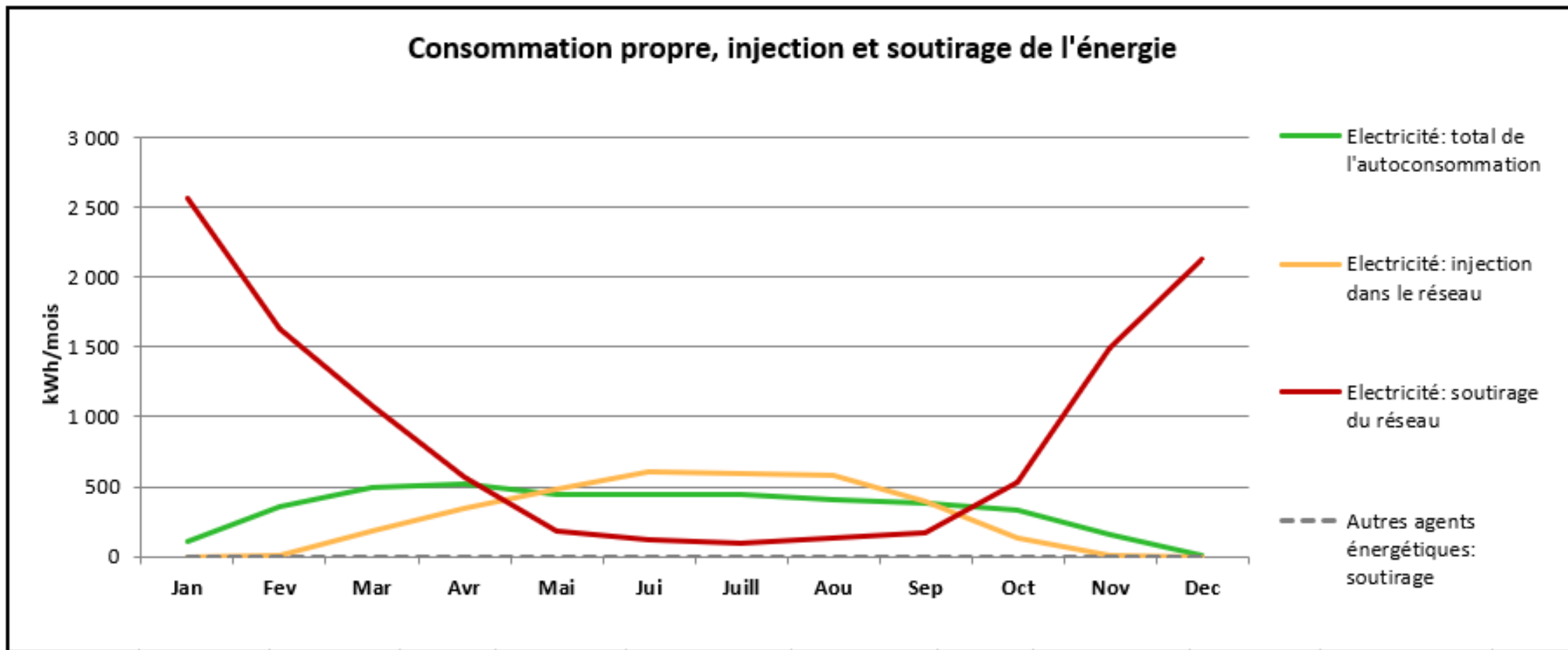


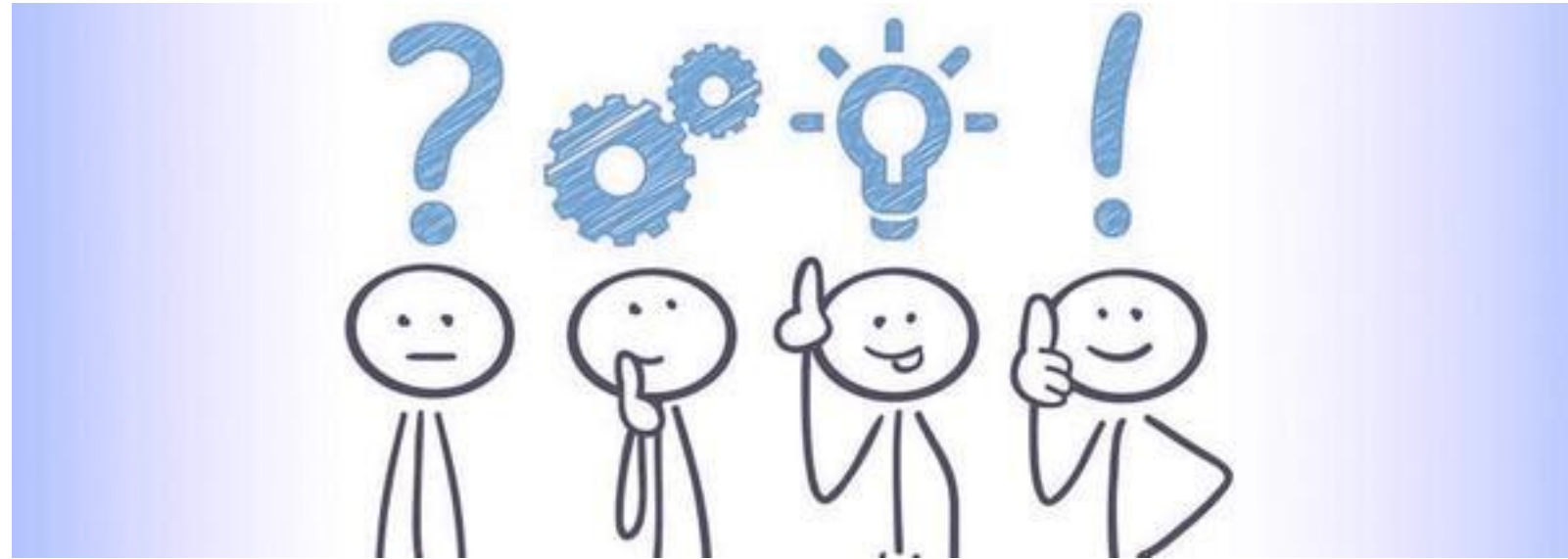
Consommation de sa propre électricité

Auto-consommation de sa propre électricité				Report dans le justificatif Minergie			
Consommation totale		25.7	4 089	Part auto-consommée	54.9	Part électrique acceptée (s. pertes, %)	52.4
Injection dans le réseau		21.0	3 359	Part injectée dans le réseau	45.1	Pertes de la batterie (%)	2.53
Auto-couverture		24.4	3 901	Degré d'autarcie	27.7	Apport annuel spécifique [kWh/kWp]	931
Soutirage du réseau		66.8	10 688	Part soutirée du réseau	72.3	Puissance installée [kWp]	8

Besoin/production mensuels







Questions ?



Enquête de satisfaction

Merci de prendre 5 minutes pour compléter notre questionnaire de satisfaction



<https://fr.surveymonkey.com/r/CECB2023>



Certificat énergétique cantonal
des bâtiments

Votre aide à la décision