


Guide d'utilisation EN-101c

ENteb

Outil de justification pour bâtiments simples

Édition d'octobre 2018, relative à la version 1 de l'outil informatique

		EN-101c	Outil de justification pour bâtiments simples
			ENteb
Commune:	Milvignes	N° cadastre:	1134 N° bâtiment:
Objet:	Villa Famille Modèle, Rue de l'Energie 99, 2013 Colombier	EGID:	
Données du bâtiment			
Canton:	Neuchâtel		
Station climatique:	Neuchâtel		
Altitude [m]:	450	m	
Catégorie d'ouvrages	Habitat individuel		
Surface de référence énergétique SRE	136	m ²	
Surface de l'enveloppe thermique	296	m ²	
Surface effective contre ext., non-chauffé et terrain			
Facteur d'enveloppe			2,18
Données spécifiques bâtiment			
Type de construction	moyenne		
éléments opaques (l'extérieur ou enterré à moins de 2m contre extérieur < 0.17	contre extérieur < 0.17	W/m ² K	
Valeur U fenêtres (verre, cadre et intercalaire)	Valeur U < 1.0	W/m ² K	
Valeur g fenêtres	Valeur g > 0.45		
Part de surface vitrée des façades	Part vitrée < 20%		
Type d'installation de ventilation	Ventilation à double flux		
Besoin de chaleur chauffage			34,2 kWh/m ²
Besoin de chaleur eau chaude sanitaire			14,0 kWh/m ²
Besoin de chaleur Chauffage et eau chaude sanitaire			48,2 kWh/m²
Données spécifiques des installations			
Chauffage	Pompe à chaleur géothermique, T départ < 35°C		15,7 kWh/m ²
Eau chaude sanitaire	Pompe à chaleur géothermique		11,3 kWh/m ²
Installation solaire thermique	Aucun		
Installation de ventilation	Ventilation à double flux		5,2 kWh/m ²
Valeur de projet des besoins de chaleur pour le chauffage, eau chaude sanitaire et ventilat			32,3 kWh/m ²
Valeur limite des besoins de chaleur			35,0 kWh/m ²
			Condition remplie
Autres exigences			
Protections solaires extérieures	oui		
Bâtiment non rafraîchi	oui		
éléments enterrés à plus de 2m ou contre non chauffé < 0.25 W/m ² K	oui		
Isolation périphérique de l'enveloppe thermique sans interruption	oui		
Justification des ponts thermiques remplie	oui		
Toutes les pièces chauffées sont comprises dans l'enveloppe thermique	oui		
Max 10% de la surface totale des éléments opaques ne respectent pas le	oui		
Exigence concernant l'isolation des conduites de chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation remplie	oui		Condition remplie
Production propre de courant			
Installation PV, puissance installée	2,0	kWp ou taxe de compensation	14,7 Wp/m ²
			condition remplie

Contenu et but

Ce guide présente l'utilisation de l'outil Excel EN101c « Outil de justification pour bâtiments simples » permettant le calcul des exigences pour l'isolation thermique et la couverture des besoins de chaleur des bâtiments neufs conformément au modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) dans sa version actualisée de 2018. Il explique également les principes et modèles de calcul utilisés.

Cette version de justificatif (Formulaire EN-101c) vient compléter les possibilités disponibles jusqu'ici pour la justification de la part maximale d'énergie non renouvelable et celle concernant l'isolation thermique. Elle est uniquement admise pour les bâtiments résidentiels et ne peut être utilisée que si les exigences simplifiées sont pleinement respectées.

L'outil de justification pour bâtiments simples (ENteb) se caractérise par sa simplicité d'utilisation et le petit nombre de données nécessaires pour établir une justification complète sans avoir à remplir les formulaires EN-101 à EN-105.

ENteb peut être utilisé pour les objets répondant aux critères suivants :

- Bâtiments à construire
- Tous les cantons (dans la mesure où le canton concerné l'a accepté et validé)
- Toutes les stations climatiques
- Bâtiments d'habitation (collectif et individuel)
- Une zone

Le présent guide est structuré comme suit :

1. Introduction
2. Utilisation d'ENteb
3. Définition et modèle pour les besoins de chaleur chauffage
4. Définition et modèle pour les besoins en énergie finale

Mandant :

Conférence des services cantonaux de l'énergie, EnFK
c/o Direction des travaux publics du canton de Zurich, AWEL,
département de l'énergie
Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zurich

Mandataire :

Enerhaus Web Services GmbH
Chris Bürgi & Adrian Tschui
Postweg 7, 4528 Zuchwil

1. Introduction

L'exigence concernant la couverture des besoins de chaleur dans les bâtiments à construire est considérée comme respectée si les mesures prévues par l'outil de justification pour bâtiments simples sont mises en œuvre dans les règles de l'art.

Exigences remplies avec le formulaire EN-101c

L'outil intègre les spécificités suivantes :

- Bâtiments à construire
- Toutes les stations climatiques
- SIA 380/1:2016
- Bâtiments d'habitation (collectif et individuel)
- Utilisations sans refroidissement mécanique
- Les combinaisons individuelles de solutions standard sont pour la plus part modélisables
- EN-101, EN-102 et EN-104 sont intégrés au formulaire
- EN-103 et EN-105 sont également couverts par un questionnement simple
- Installations de ventilation sur la base de calcul conforme à SIA 380/1:2016
- Prise en compte d'une zone

Domaine de validité

Actuellement, l'outil ne prend pas en compte :

- Les rénovations/assainissements
- Les bâtiments non résidentiels à partir de la catégorie d'utilisation III
- Les bâtiments climatisés
- Les combinaisons libres d'installations techniques et/ou d'enveloppes du bâtiment; par ex. les installations bivalentes
- Les particularités cantonales, par ex. des exigences supplémentaires plus strictes ou complémentaires
- La saisie de plusieurs zones
- L'indication de la performance de l'enveloppe selon SIA 2031
- L'exigence concernant la performance de l'enveloppe du bâtiment (prise en compte par la limitation des valeurs U et de la surface maximale des fenêtres)

L'outil de calcul indique le respect des exigences concernant la couverture des besoins de chaleur des nouvelles constructions ainsi que celles liées à l'isolation thermique en hiver et à la protection thermique en été. Il se base sur la valeur limite qui s'élève à 35 kWh/m². S'agissant des exigences pour l'enveloppe du bâtiment, seules les valeurs égales ou meilleures que les exigences requises pour les performances ponctuelles peuvent être sélectionnées. L'exigence pour l'enveloppe du bâtiment est ainsi également satisfaite.

En outre, la production propre de courant est directement saisie dans l'outil. Il est ici nécessaire de respecter le seuil de 10 Wc/m² ou à défaut, une compensation conforme aux exigences cantonales.

Valeurs limites

Les groupes cibles de l'outil de calcul sont :

- Les architectes, les planificateurs et les entrepreneurs devant analyser et prouver, avec cet outil simple, les conditions à remplir par leur projet énergétique. Les premiers contrôles de plausibilité concernant l'enveloppe du bâtiment et les installations techniques peuvent également être faits à un stade très précoce du projet.

Groupes cibles

- Les contrôleurs de justificatifs énergétiques, pour qui un justificatif transparent et compact peut réduire le temps de traitement.
- Les participants et les enseignants dans la formation initiale et continue qui pourront, dans des exercices d'étude de projet, démontrer, grâce à cet outil simple, les interrelations en matière de législation énergétique dans les domaines de l'enveloppe du bâtiment et des installations techniques.

2. Utilisation d'ENteb

Codes couleurs

Le formulaire comprend quatre types de champ :





	Champ de saisie (jaune foncé)
	Champ comprenant une valeur calculée (bleu clair)
	Champ comprenant un message d'erreur ou une valeur limite non atteinte (rouge clair)
	Champ comprenant une exigence respectée (vert clair)

Illustration 1 : Codes couleurs pour les champs d'entrée et de résultat

Par définition, les champs de saisie (jaune foncé) requièrent de saisir une entrée. Les champs de calcul (bleu clair) présentent les résultats provenant des valeurs saisies.

Ces résultats sont complétés par des informations en vert clair ou en rouge clair selon que les exigences sont atteintes ou pas. Les divergences correspondantes sont indiquées :

Valeur de projet des besoins de chaleur pour le chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation	16,6 kWh/m ²	
Valeur limite des besoins de chaleur	35,0 kWh/m ²	
		Condition remplie
Autres exigences		
Protections solaires extérieures	non	
Bâtiment non rafraîchi	oui	
éléments enterrés à plus de 2m ou contre non chauffé < 0.25 W/m ² K	oui	
Isolation périphérique de l'enveloppe thermique sans interruption	oui	
Justification des ponts thermiques remplie	oui	
Toutes les pièces chauffées sont comprises dans l'enveloppe thermique	oui	
Max 10% de la surface totale des éléments opaques ne respectent pas le	oui	
Exigence concernant l'isolation des conduites de chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation remplie	oui	Outil pas autorisé

Illustration 2 : Représentation des exigences remplies et non remplies

Saisie des données sur le bâtiment

De manière similaire aux autres formulaires EN, les informations sur le bâtiment sont également saisies ici dans l'en-tête du formulaire. Elles ne jouent aucun rôle dans les calculs.


	EN-101c	Outil de justification pour bâtiments simples ENteb	
Commune:	Milvignes	N° cadastre:	1134 N° bâtiment:
Objet:	Villa Famille Modèle, Rue de l'Energie 99, 2013 Colombier	EGID:	

Illustration 3 : En-tête du formulaire avec les informations sur le bâtiment

Les données de base pour l'enregistrement du bâtiment sont à enregistrer dans cette rubrique.

Données du bâtiment

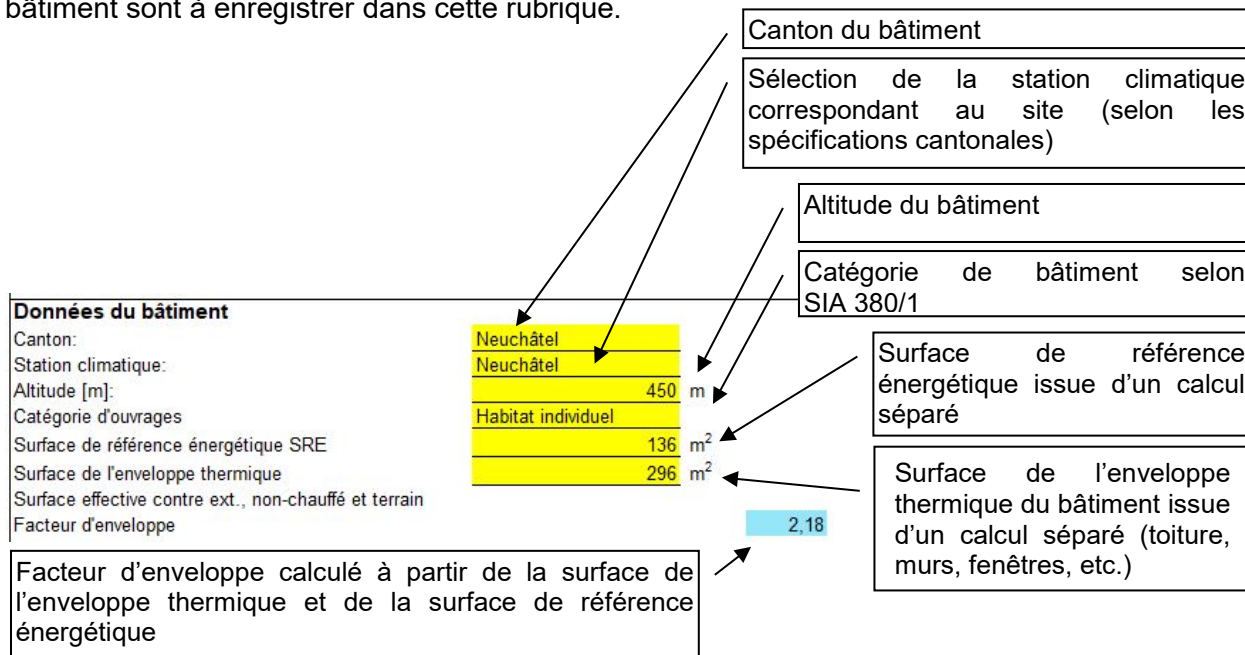


Illustration 4 : Données de base pour l'enregistrement du bâtiment

La section « Données spécifiques bâtiment » permet d'entrer les exigences remplies par les éléments opaques et transparents de l'enveloppe du bâtiment. Ces données permettent ensuite, sur la base de calculs de référence, de déterminer les besoins de chaleur selon la norme SIA 380/1:2016 (voir également à ce sujet la description détaillée du modèle).

Enregistrement de l'enveloppe du bâtiment

Une fois le système de ventilation sélectionné, les déperditions par renouvellement d'air sont calculées ainsi que, le cas échéant, les besoins en énergie électrique pour le système de ventilation mécanique.

Pour les entrées accompagnées d'un signe < ou > (par ex. : fenêtre avec une valeur U < 0,9), la fenêtre la moins performante (c.-à-d. avec la valeur U la plus haute) doit être inférieure à la valeur sélectionnée (dans notre ex. : 0,9 W/(m².K). Si des valeurs individuelles sont supérieures ou inférieures, elles ne pourront pas être sélectionnées et ENteb ne pourra pas être utilisé.

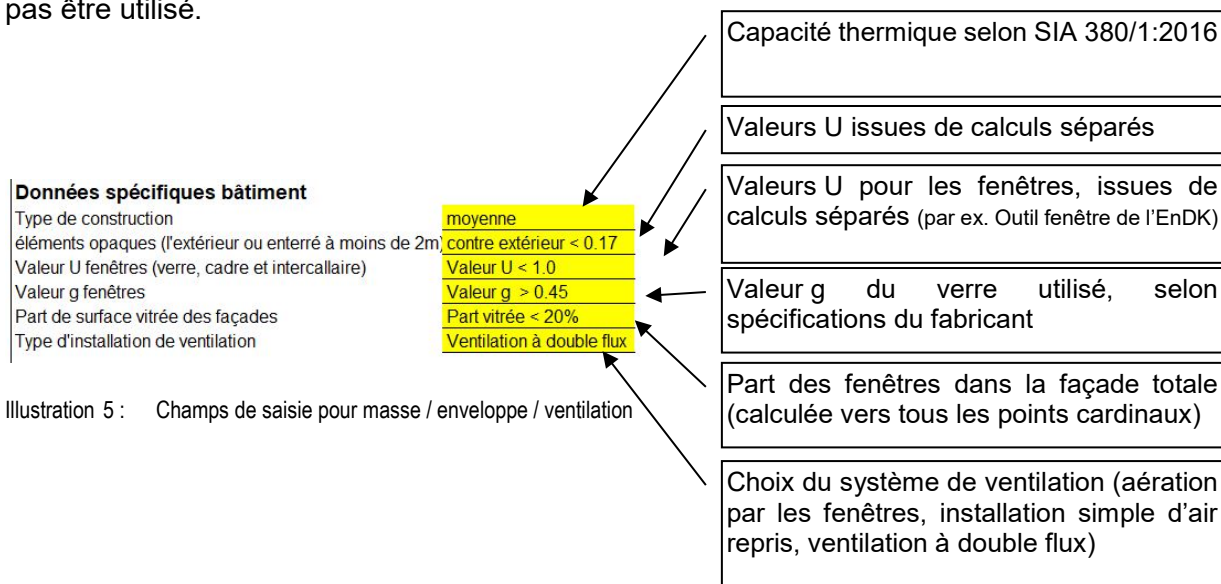


Illustration 5 : Champs de saisie pour masse / enveloppe / ventilation

Exception : éléments de construction opaques

Une seule exception est tolérée, uniquement sur les parties opaques de l'enveloppe du bâtiment : la valeur U indiquée peut être dépassée jusqu'à un maximum correspondant à la valeur limite de la norme SIA 180, ceci sur une surface d'éléments opaques contre l'extérieur de max. 5% (de la surface totale des éléments opaques) pour l'habitat collectif, et de max. 10% pour l'habitat individuel.

Installations techniques et besoin en énergie finale

Le total des besoins en chaleur est calculé à partir des besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (valeur standard SIA 380/1:2016). L'énergie finale pondérée est ensuite calculée à partir de cette valeur en fonction des installations techniques sélectionnées.

La section sur les installations techniques permet de choisir des générateurs standard prédéfinis pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Ceux-ci peuvent également être associés à une installation solaire. Les besoins éventuels en courant d'un système de ventilation mécanique (en fonction de la sélection faite plus haut dans le formulaire) sont automatiquement ajoutés.

Données spécifiques des installations		
Chauffage	Pompe à chaleur géothermique, T départ < 35°C	15,7 kWh/m ²
Eau chaude sanitaire	Pompe à chaleur géothermique	11,3 kWh/m ²
Installation solaire thermique	Aucun	
Installation de ventilation	Ventilation à double flux	5,2 kWh/m ²
Valeur de projet des besoins de chaleur pour le chauffage, eau chaude sanitaire et ventilat		32,3 kWh/m ²
Valeur limite des besoins de chaleur		35,0 kWh/m ²
		Condition remplie

« Condition remplie » quand la valeur du projet < valeur limite. Dans le cas contraire, la divergence apparaît ici.

Illustration 6 : Champs de saisie pour les installations techniques

Saisie des autres exigences

Afin de pouvoir aussi les respecter avec la procédure simplifiée, les autres exigences provenant de EN-103 à EN-105 doivent être renseignées dans la section « Autres exigences ». Pour qu'elles soient également considérées comme « remplies », un « Oui » doit être saisi pour chaque point. Si ce n'est pas le cas, la procédure de justification à l'aide du formulaire EN-101c (ENteb) n'est pas admise et les formulaires EN-103 à EN-105 devront être remplis séparément.

Autres exigences	
Protections solaires extérieures	non
Bâtiment non rafraîchi	oui
éléments enterrés à plus de 2m ou contre non chauffé < 0.25 W/m ² K	oui
Isolation périphérique de l'enveloppe thermique sans interruption	oui
Justification des ponts thermiques remplie	oui
Toutes les pièces chauffées sont comprises dans l'enveloppe thermique	oui
Max 10% de la surface totale des éléments opaques ne respectent pas le	oui
Exigence concernant l'isolation des conduites de chauffage,	oui
Outil pas autorisé	

Illustration 7 : Champs de saisie « Autres exigences »

La prescription du MoPEC 2014 concernant la production propre de courant est vérifiée dans une dernière étape. Cette exigence dépend des exigences du canton sélectionné.

Production propre de courant

Production propre de courant

Installation PV, puissance installée **2,0** kWp ou taxe de compensation **14,7** Wp/m²
condition remplie

Illustration 8 : Champs de saisie concernant la production propre de courant

Une liste des documents à joindre au formulaire EN-101c complète enfin le formulaire.

Annexes

Annexes nécessaires

- Calculs valeur U
 - Check-liste des ponts thermiques
 - Données des fenêtres
 - Données de l'installation de production propre de courant
 - Vue d'ensemble des surfaces (Ae, Ath et le cas échéant les surfaces avec des valeurs U supérieures*)
- * des valeurs U supérieures à celles spécifiées dans le formulaire sont acceptées pour une surface ne dépassant pas 5% (habitat collectif), resp. 10%(habitat individuel) de la surface totale des éléments opaques.

Illustration 9 : Liste des annexes à joindre

Il est possible d'ajouter en bas de page des commentaires sur le projet. En outre, les coordonnées du requérant doivent être indiquées et la signature apposée.

Pied de page/champs de signature

Annexes/Explications		
Signatures		
	Justificatif établi par:	Contrôle du justificatif/Contrôle privé: Le justificatif est certifié complet et correct.
Nom et adresse, ou tampon de l'entreprise	Bureau Energix SA Rue du Soleil 2 2999 Levant	
Responsable, tél.:	J. Enform	
Lieu, date, signature:	Levant, 13.09.2018	
V1.03		Contrôle d'exécution: <input type="checkbox"/> même personne ou:

Illustration 10 : Encadré pour éventuels commentaires et signatures

Si toutes les exigences sont remplies, le justificatif énergétique est terminé pour le requérant qui peut le soumettre à l'autorité compétente en y ajoutant les annexes requises.

3. Définition et modèle pour les besoins de chaleur chauffage

Objectif	L'objectif principal du nouvel outil de justifier le respect des exigences prévues pour la couverture des besoins en chaleur des nouveaux bâtiments (EN-101) par l'association de combinaisons de solutions standard et de droites de régression précalculées pour les besoins de chaleur pour le chauffage.
Besoins de chaleur pour le chauffage	Le calcul peut être divisé en deux parties : dans un premier temps, les besoins de chaleur pour le chauffage sont calculés avec ENteb à partir d'une comparaison de valeurs de projet dans laquelle de multiples variantes différentes ont été calculées à l'avance. Chaque projet peut donc être représentée par sa droite de régression, elle-même s'appuyant sur un nuage de points issu de plusieurs variantes. Une valeur de projet pour les besoins de chaleur peut donc être déterminée via une droite de régression en partant du rapport de forme de l'enveloppe du bâtiment et des différentes variables choisies (voir aussi les chapitres « Formation des variantes » et « Variables »).
Bases pour les valeurs de projet	Les données sur lesquelles se base le présent projet sont les mêmes que les données des bâtiments avec lesquelles le groupe de travail MoPEC définit les valeurs limites des différentes catégories de bâtiment. Dans ce contexte, tous les projets (bâtiments) correspondant à l'une des quatre premières catégories d'utilisation selon la norme SIA 380/1 ont été utilisés pour calculer les valeurs de projet respectives. Il s'agit d'un total de 214 données de projet sur les 300 disponibles.
Formation des variantes	Afin de pouvoir estimer la pertinence des valeurs saisies, différents calculs ont été réalisés dans le cadre d'une enquête préliminaire à partir de différents paramètres d'entrée et de leur influence sur les besoins de chaleur pour le chauffage. Ces calculs ont permis de définir les sélections définitives possibles pour l'utilisateur.

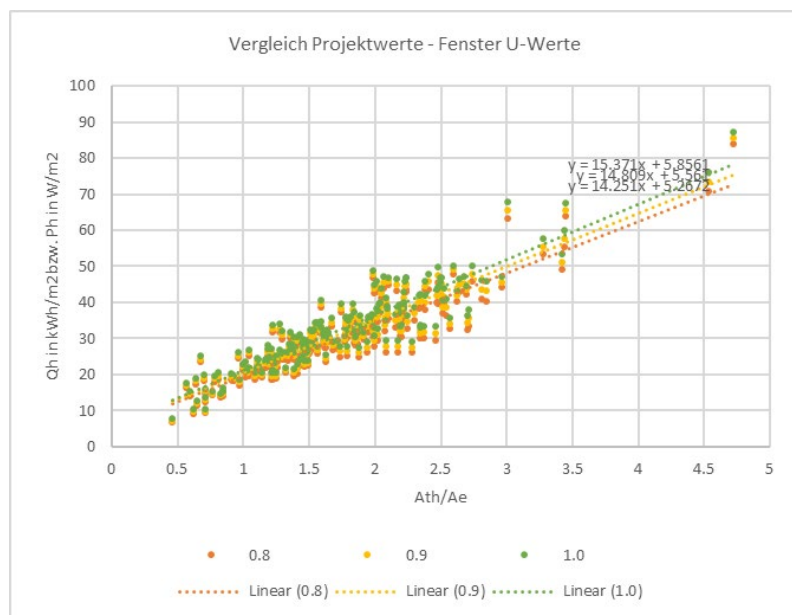


Illustration 11 : Exemple tiré de l'analyse de pertinence : les séries de courbes et leurs droites de régression linéaires à partir de la comparaison des valeurs de projet concernant les besoins de chaleur pour le chauffage pour trois fenêtres analysées. (Ensemble de variables comparées : 1-40-1-2-0.17-0.80-0.53-0.20-0.700_v1 ; 1-40-1-2-0.17-0.90-0.53-0.20-0.700_v1 ; 1-40-1-2-0.17-1.00-0.53-0.20-0.700_v1).

Les valeurs de projet ont ensuite été calculées pour toutes les combinaisons de variables de saisie (voir le tableau des variables ci-dessous). Les 214 valeurs de projet par version de combinaison ont alors permis de définir la droite de régression résultant de la série de points. Les droites de régression individuelles ont été nommées en fonction de la composition respective des variables individuelles. Les droites de régression sont elles-mêmes définies par leur ordonnée à l'origine et leur pente respective. Les ensembles de données formant une variante se composent donc comme suit :

Variables

2	09	1	1	0.17	0.80	0.50	0.10	0.700
Catégorie d'utilisation	Station météo (numérotation selon l'ordre de succession de SIA 2028)	Facteur de régulation (1 = pièce par pièce ; 2 = pièce de référence ; 3 = température extérieure)	Capacité thermique (1 = lourde 0,15 ; 2 = moyenne 0,08 ; 3 = légère 0,03)	Valeur U élément opaque (sans sol et contre non chauffé)	Valeur U fenêtre	Valeur g fenêtre	Part surfaces vitrées des façades (calculée par rapport aux données de base)	Renouvellement d'air thermiquement actif, en fonction du système de ventilation

Illustration 12 : Tableau de variables pour les différentes variantes calculées. Ici : 2-09-1-1-0.17-0.80-0.50-0.10-0.700

Les variables suivantes ont toutes été modifiées et appliquées aux 214 projets comme combinaisons de variantes :

Nom de la variable	Valeurs de la variable
Utilisations	Habitat collectif et individuel – 2 versions
Stations climatiques	Toutes les stations climatiques de la norme SIA 2028 – 40 versions
Masse	Légère, moyenne et lourde (selon SIA 380/1:2016) – 3 versions
Enveloppe du bâtiment opaque	0,10 ; 0,12 ; 0,15 ; 0,17 – 4 versions (pour la toiture, les murs et le sol, contre l'extérieur – contre le sol : constante à 0,25)
Valeurs U fenêtres	Valeur U de 0,8 ; 0,9 ; 1,0 – 3 versions
Valeurs g fenêtres	0,40, 0,45 et 0,50 – 3 versions
Part des surfaces vitrées	30%, 20% et 10% de la surface de façade – 3 versions
Ombrages	Les ombrages sont repris, comme valeurs constantes, des modèles de données de bâtiment.
Ventilation	Les versions « aération par les fenêtres », « ventilation à double flux » et « installation simple d'air repris » sont calculées sur la base de SIA 380/1:2016 – 3 versions

Il en a résulté, pour les besoins de chaleur pour le chauffage, un total de 77 760 combinaisons de variantes pour 214 bâtiments, ce qui a abouti à un total de plus de 16 millions de calculs de type SIA 380/1. Ce projet a toutefois inclus plus de 80 millions de calculs de type SIA 380/1 en tenant compte de toutes les versions supplémentaires.

Méthode

En choisissant une variante de combinaison (comme p. ex. dans Illustration 12), une droite de régression est sélectionnée dans ENteb ; elle a été définie à partir de la série de points des valeurs de projet. On utilise ensuite le facteur d'enveloppe (A_{th}/A_e) pour déterminer, sur la droite de régression, la valeur de projet ENteb qui est alors pondérée et appliquée. C'est pourquoi, il est important de saisir autant la surface de référence énergétique que le facteur d'enveloppe.

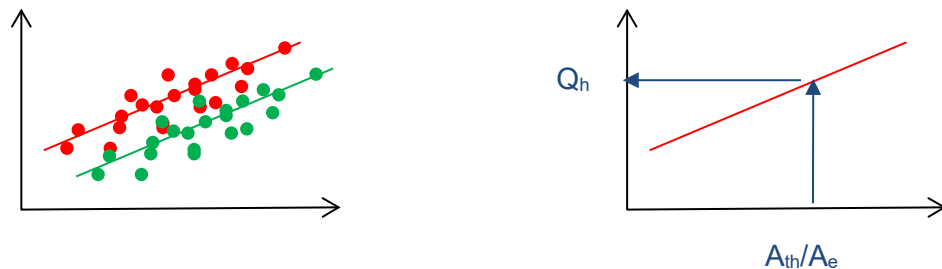


Illustration 13 : : Représentation symbolique du nuage de points de tous les objets à partir de deux types de calcul différents comparés, aboutissant chacun à une droite de régression. Si un facteur d'enveloppe est ensuite calculé, il permettra de définir la valeur de projet en fonction de la variante sélectionnée (correspondant à une droite de régression).

Lors du contrôle de plausibilité des calculs, effectué par un institut indépendant, et en acceptant un dépassement de la valeur U maximale déclarée pour les éléments opaques contre l'extérieur (sur une surface maximale de 5% pour l'habitat collectif et de 10% pour l'habitat individuel), des calculs supplémentaires ont montré que le programme doit majorer la valeur de projet ENteb de 5% pour l'habitat individuel et de 10% pour l'habitat collectif.

Correction chaleur pour le chauffage

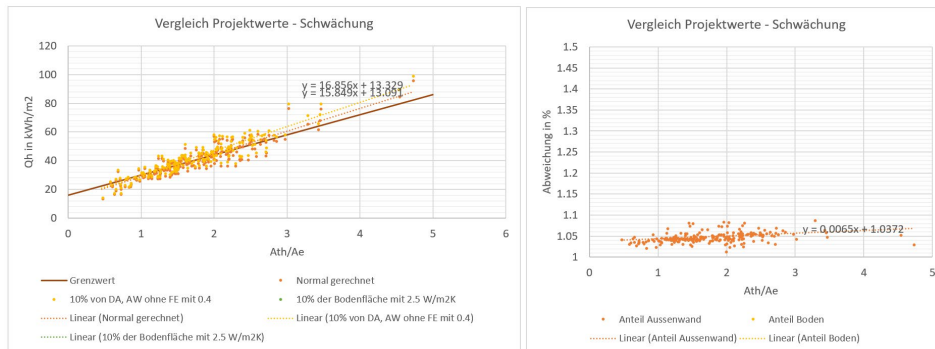


Illustration 14 : Comparaison des droites de régression ENteb « normales » pour l'utilisation habitat individuel avec les mêmes projets, cependant pour 10% de la surface des éléments opaques dotés de valeurs U de 0,4 W/(m².K). Résultat : augmentation d'env. 5% des besoins de chaleur pour le chauffage.

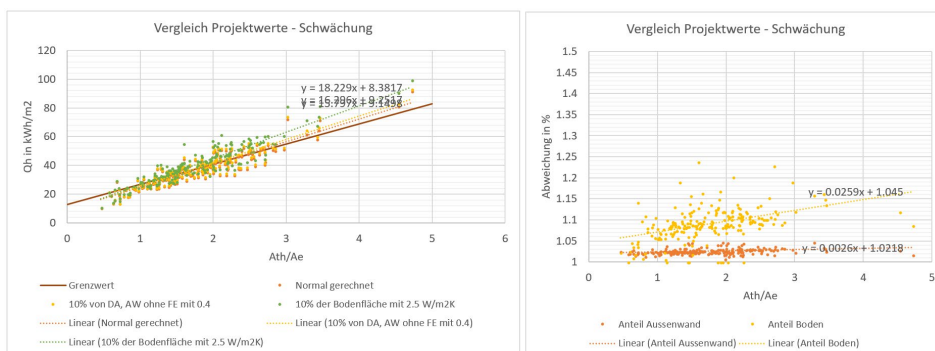


Illustration 15 : Comparaison des droites de régression ENteb « normales » pour l'utilisation habitat individuel avec les mêmes projets, cependant pour 5% de la surface des éléments opaques dotés de valeurs U de 0,4 W/(m².K) ou 5% de la surface des sols avec un accès aux escaliers. Résultat : augmentation d'env. 5-10% des besoins de chaleur pour le chauffage.

4. Définition et modèle pour les besoins en énergie finale

4.1 Facteurs de pondération

Calcul

La suite des calculs de l'énergie finale se base sur les besoins en eau chaude sanitaire (SIA 380/1:2016) et les besoins de chaleur pour le chauffage déduits de la droite de régression, multipliés par les facteurs de pondération nationaux (

Illustration 18) et les fractions utiles (Illustration 19). Les déductions éventuelles dues à la présence d'une installation solaire thermique de même que les suppléments pondérés pour l'énergie des ventilateurs entrent également dans les calculs.

La justification des exigences pour couvrir les besoins en chaleur comprend les composants suivants et correspond à la somme des consommations d'énergie annuelles individuelles :

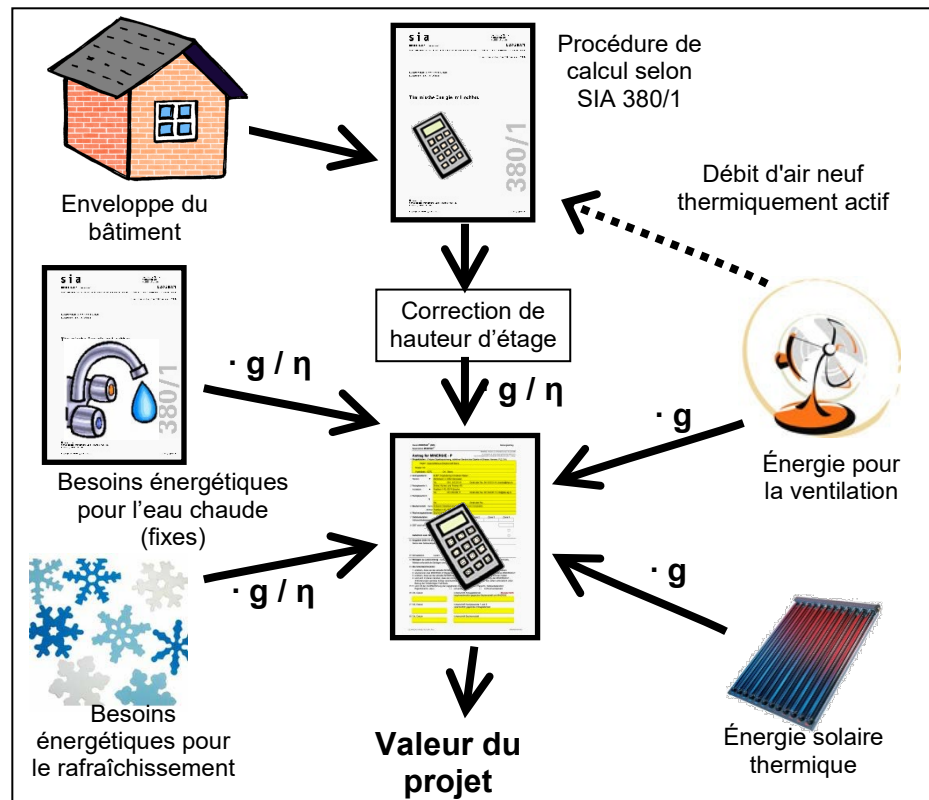


Illustration 16 : Procédure de justification des exigences pour couvrir les besoins en chaleur, Aide à l'exécution EN-101, version de mai 2016

$$E_{HLWK} = Q_{H,eff,korr} \cdot \frac{g_H}{\eta_H} + Q_W \cdot \frac{g_W}{\eta_W} + E_{LK} \cdot g_{LK} \leq E_{HLWK,li}$$

Illustration 17 : Formule pour la justification des exigences pour couvrir les besoins en chaleur, Aide à l'exécution EN-101

Les données de base associées correspondent aux facteurs de pondération nationaux ou aux fractions utiles définies.

Facteurs de pondération

Agent énergétique	g → facteur de pondération national
Électricité	2,0
Mazout, gaz, charbon	1,0
Biomasse (bois, biogaz, gaz de digestion des boues)	0,5
Chauffage à distance : part de la chaleur produite avec énergie fossile ≤ 50%	0,6
Soleil, chaleur ambiante, géothermie	0

Illustration 18 : Facteurs de pondération nationaux utilisés, Aide à l'exécution EN-101

Fraction utile/COPa chauffage	
Pompe à chaleur air-eau, temp. de dép. < 50°C	Formule
Pompe à chaleur air-eau, temp. de dép. < 35°C	Formule
Pompe à chaleur saumure-eau, temp. de dép. < 50°C	Formule
Pompe à chaleur saumure-eau, temp. de dép. < 35°C	Formule
Chauffage à distance avec une part d'énergie fossile < 50%	1,0
Chauffage à bois automatique (plaquettes ou pellets)	0,85
Chauffage à bois manuel (avec accumulateur)	0,75
Chauffage à gaz ou mazout	0,85
Chauffage électrique	1,0
Fraction utile/COPa eau chaude	
Pompe à chaleur air-eau	Formule
Pompe à chaleur saumure-eau	Formule
Chauffage à distance avec une part d'énergie fossile < 50%	1,0
Chauffage à bois automatique (plaquettes ou pellets)	0,85
Chauffage à bois manuel (avec accumulateur)	0,75
Chauffage à gaz ou mazout	0,85
Chauffage électrique	1,0

Rendements

Illustration 19 : Fractions utiles utilisées pour les différentes sources et différents générateurs de chaleur, Aide à l'exécution EN-101

Le rendement et le taux de couverture d'un système solaire thermique sont calculés à l'aide de la technique de calcul de Minergie (voir chapitre 4.2).

Les coefficients de performance annuels (COPa) publiés par l'EnDK et Minergie ont été ajustés en les vérifiant à l'aide de valeurs issues de publications de référence, de mesures actuelles et de calculs de contrôle avec le logiciel WPesti. Cette opération a eu lieu pour les coefficients de performance annuels de pompes à chaleur air-eau et sol-eau avec des températures de départ de 35°C et 50°C. À partir des valeurs de pompes

Coefficients de performance annuels

à chaleur connues au préalable, les coefficients de performance annuels des pompes à chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire ont été extrapolés pour 55°C ainsi que pour un système avec fonction antilégionellose/ruban chauffant/pompe de circulation (part de 5% pour fonctionnement électrique direct) afin d'obtenir un seul coefficient de performance annuel.

Afin d'éviter toute absurdité dans le choix du système de pompe à chaleur, la combinaison « pompe à chaleur air-eau » et « altitude au-dessus de 1400 m » a été bloquée.

L'étude du Fraunhofer Institut « Pompes à chaleur dans les bâtiments existants » est l'un des documents de base utilisés ; elle a examiné les coefficients de performance en fonction de la différence de température.

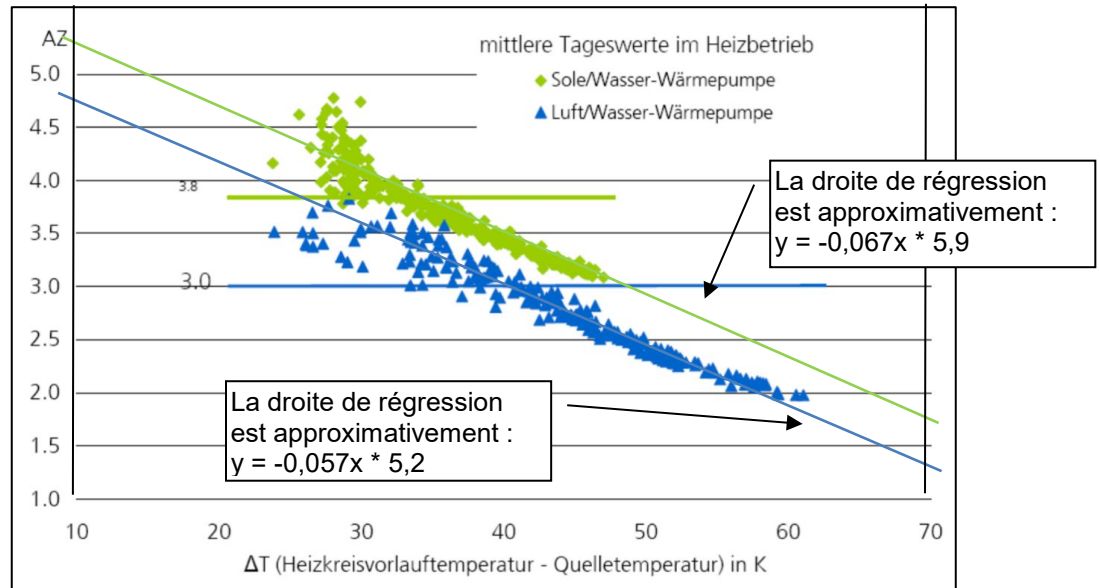


Illustration 20: Coefficients de performance de pompes à chaleur sol-eau et air-eau.

Par ailleurs, toutes les mesures des tableaux de tests du centre d'essai sur les pompes à chaleur de Buchs des dernières années ont été enregistrées et comparées.

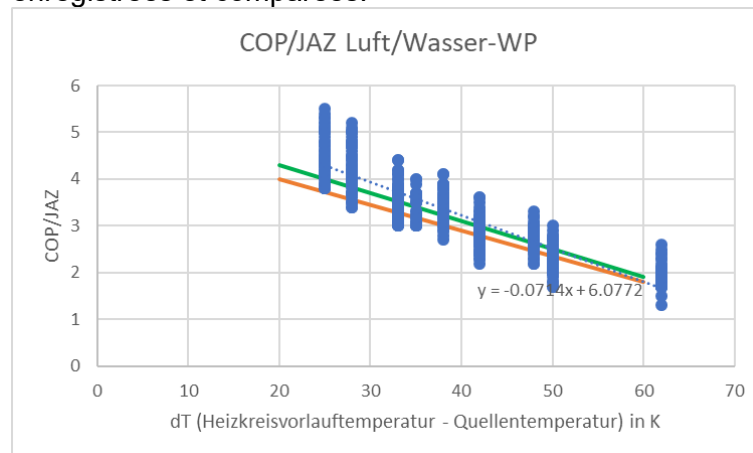


Illustration 21 : Comparaison des coefficients de performance des pompes à chaleur air-eau du centre d'essai sur les pompes à chaleur (en bleu – équation de la droite incluse) et des mesures du Fraunhofer Institut (en orange). D'où provient en conséquence : la droite verte pour la formule de calcul → y = -0,06x + 5,5.

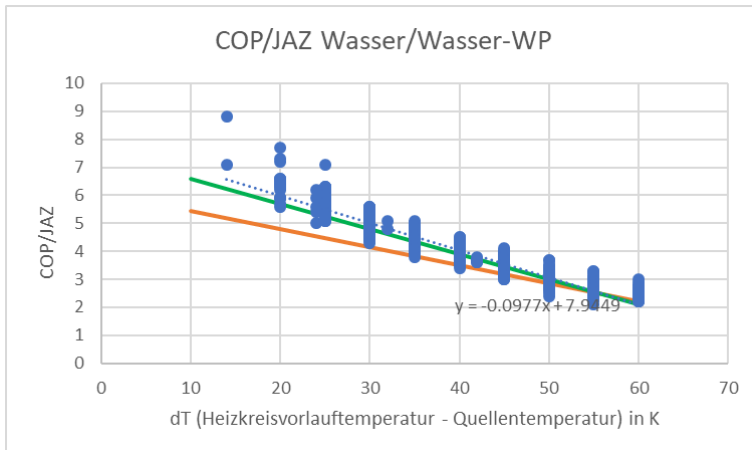


Illustration 22 : Comparaison des coefficients de performance des pompes à chaleur saumure-eau ou eau-eau du centre d'essai sur les pompes à chaleur (en bleu – équation de la droite incluse) et des mesures du Fraunhofer Institut (en orange). D'où provient en conséquence : la droite verte pour la formule de calcul $\rightarrow y = -0,09x * 7,5$.

En outre, les valeurs des pompes à chaleur situées dans la moyenne ont été calculées avec le logiciel WPesti afin de les reconstruire.

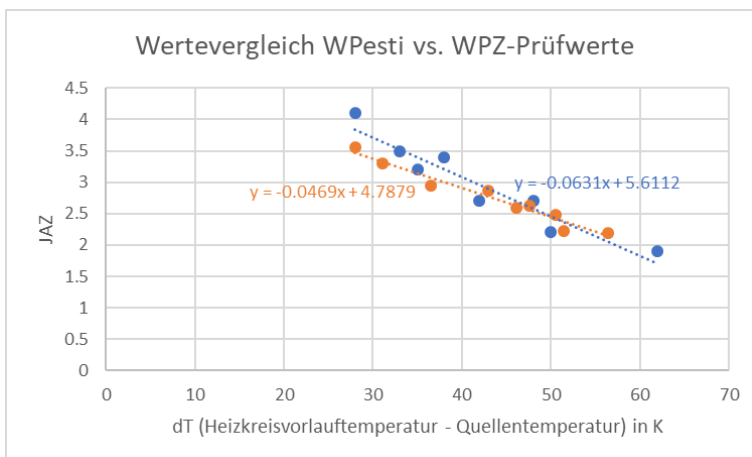


Illustration 23 : Comparaison du COP d'un fabricant pour une pompe à chaleur air-eau avec les résultats du logiciel WPesti pour le même type de pompe à chaleur et les mêmes températures.

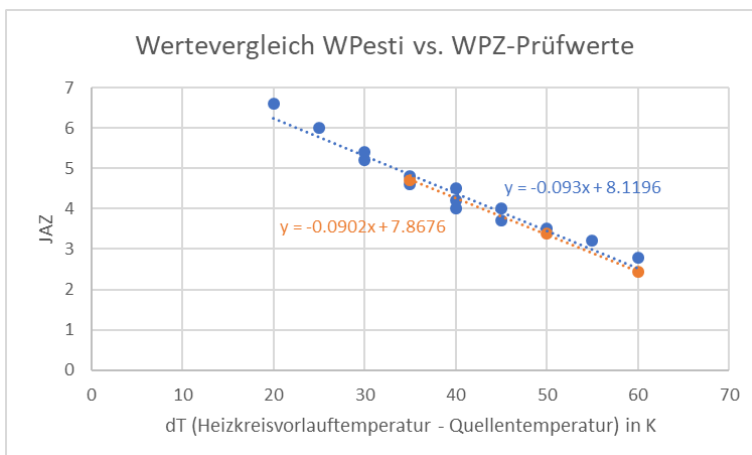


Illustration 24 : Comparaison du COP d'un fabricant pour une pompe à chaleur sol-eau avec les résultats du logiciel WPesti pour le même type de pompe à chaleur et les mêmes températures.

Cette base a permis de définir les droites de régression COPa suivantes à partir desquelles est calculé le COPa des pompes à chaleur :

Pompe à chaleur air-eau :

$$y = -0,06x * 5,5 \text{ (correspond à la ligne verte dans l'illustration 21)}$$

Pompe à chaleur saumure-eau ou eau-eau :

$$y = -0,09x * 7,5 \text{ (correspond à la ligne verte dans l'illustration 22)}$$

On utilise ici, pour les périodes de chauffage, la température moyenne mensuelle provenant de SIA 2028, d'octobre à mars. En ce qui concerne la production d'eau chaude sanitaire, le calcul inclut la température moyenne annuelle.

Station météo	Temp. Ø annuelle	Temp. Ø hiver	Station météo	Temp. Ø annuelle	Temp. Ø hiver
Adelboden	6,1	1,5	Magadino	11,7	5,5
Aigle	10,1	4,6	Montana	5,9	1,1
Altdorf	9,9	4,6	Neuchâtel	10,3	4,8
Bâle-Binningen	10,5	5,1	Payerne	9,4	3,9
Berne-Liebefeld	9,1	3,5	Piotta	7,8	2,3
Buchs-Aarau	9,7	4,1	Pully	10,9	5,6
Coire	9,6	4,1	Robbia	7	1,7
Davos	3,6	-1,5	Rünenberg	9,1	3,8
Disentis	6,7	1,8	Samedan	1,8	-4,5
Engelberg	6,4	1,3	San Bernadino	3,9	-1
Genève Cointrin	10,7	5,2	Saint-Gall	8,2	3
Glaris	8,8	3,2	Schaffhouse	9,4	3,7
Grand-Saint-Bernard	-0,5	-4,8	Scuol	5,5	-0,4
Güttingen	9,2	3,7	Sion	10,1	4
Interlaken	8,7	3,2	Ulrichen	3,7	-2,6
La Chaux de Fonds	6,5	1,7	Vaduz	10	4,5
La Frêtaz	6	1,5	Wynau	9	3,5
Locarno Monti	12,3	6,9	Zermatt	4,3	-0,9
Lugano	12,4	7	Zürich-Kloten	9,4	3,7
Lucerne	9,7	4,1	Zürich MeteoSchweiz	9,4	3,9

Illustration 25 : Compilation des températures moyennes annuelles et des températures moyennes hivernales.

Dans le cas des pompes à chaleur saumure-eau, la température de la source a été définie à 0°C. Il en résulte, à titre d'exemple, pour les stations météorologiques de Davos, Lugano et Zürich MeteoSchweiz, les coefficients de performance annuels ci-dessous (les autres COPa peuvent être calculés au cas par cas) :

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			
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.

Les besoins standard de chaleur pour l'eau chaude sanitaire atteignent, selon SIA 380/1:2016, les valeurs suivantes (chiffres arrondis de SIA 380/1:2009) :

Eau chaude

Catégorie		I	II
Utilisation		Habitat collectif	Habitat individuel
	Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire	Q_w kWh/m ²	21

Illustration 28 : Besoins standard de chaleur pour l'eau chaude sanitaire dans l'habitat, SIA 380/1:2016

L'indice pondéré de dépense d'énergie doit, à la fin, rester en dessous de la valeur limite de 35 kWh/m².

Dans le cadre de l'ENteb, la majoration climatique ne doit pas être ajoutée au niveau de la valeur de projet, mais seulement à la fin sur la valeur limite, comme pour les procédures existantes jusqu'ici (voir Minergie ou EN-101b).

Majoration climatique

Klimastation SIA 2028	Klimazuschlag in kWh/m ²
Adelboden	0
Davos	4
Disentis	0
Engelberg	2
Grand-St-Bernard	8
La Chaux-de-Fonds	0
Montana	0
Robbia	0
Samedan	8
San Bernadino	2
Scuol	2
Zermatt	2

Illustration 29 : Majorations climatiques (Klimazuschlag) des valeurs limites pour les stations climatiques (Klimastation) aux conditions difficiles, Aide à l'exécution EN-101

4.2 Installation solaire

L'apport des installations solaires est pris en compte de la même manière que dans la procédure de calcul de Minergie et EN-101b.

Eau chaude solaire

Installation solaire pour la production d'eau chaude	
Apport solaire Q_{sww} [kWh/m ² a] jusqu'à 800 m/mer	$Q_{sww} = \frac{640}{1 + \frac{380 \cdot AS}{SRE \cdot Q_{sww}}}$
Apport solaire Q_{sww} [kWh/m ² a] à partir de 800 m/mer	$Q_{sww} = \frac{700}{1 + \frac{380 \cdot AS}{SRE \cdot Q_{sww}}}$
	AS = surface d'absorbeur [m ²]
Calcul du taux de couverture X [%] jusqu'à 800 m/mer	$X = \frac{640 - Q_{sww}}{3.8}$
Calcul du taux de couverture X [%] à partir de 800 m/mer	$X = \frac{700 - Q_{sww}}{3.8}$
Dans le justificatif MINERGIE®, des taux de couverture allant jusqu'à max. 80% sont acceptés.	

Illustration 30 : Calcul de l'apport solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire – Instructions pour le formulaire justificatif Minergie, version de 2015

Installation solaire pour l'eau chaude et l'appoint de chauffage	
Apport solaire $Q_{S_{WW+H}}$ [kWh/m ² a] jusqu'à 800 m/mer	$Q_{S_{WW+H}} = \frac{440}{1 + \frac{610 \cdot AS}{SRE \cdot (Q_{WW} + Q_H)}}$
Apport solaire $Q_{S_{WW+H}}$ [kWh/m ² a] à partir de 800 m/mer	$Q_{S_{WW+H}} = \frac{490}{1 + \frac{610 \cdot AS}{SRE \cdot (Q_{WW} + Q_H)}}$
	AS = surface d'absorbeur [m ²]
Calcul du taux de couverture X [%] jusqu'à 800 m/mer	$X = \frac{440 - Q_{S_{WW+H}}}{6.1}$
Calcul du taux de couverture X [%] à partir de 800 m/mer	$X = \frac{490 - Q_{S_{WW+H}}}{6.1}$

Eau chaude et chauffage solaires

Illustration 31 : Calcul de l'apport solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage d'appoint – Instructions pour le formulaire justificatif Minergie, version de 2015

4.3 Ventilation

Le débit d'air neuf thermiquement actif, qui a été utilisé pour déterminer le nuage de points des calculs SIA 380/1, a été calculé en se basant sur la norme SIA 380/1:2016 (3.5.5).

Débit d'air neuf thermiquement actif

La consommation électrique des deux variantes de ventilation mécanique se base sur la procédure de calcul de Minergie.

Besoins électriques pour la ventilation