



L'OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION EN ÉNERGIE PRIMAIRE (CEP) D'UNE UNITÉ HABITATION INDIVIDUELLE

INTRODUCTION

Depuis le 1^{er} janvier 2015, des exigences visant une haute performance énergétique ont été mises en place pour les unités neuves ou assimilées à du neuf ayant comme affectation « Habitation individuelle », « Bureaux et services » ou « Enseignement ».

En résidentiel, l'exigence liée à la consommation en énergie primaire (CEP) mise en place¹ ne doit pas dépasser une valeur de $45 + \max(0 ; 30 - (7.5 * C)) + 15 * \max(0 ; (192/VEPR) - 1)$ kWh/m².an. Une attention plus importante aux pertes et gains potentiels est désormais nécessaire pour ne pas dépasser ce seuil.

Cette info-fiche identifie certains éléments à optimiser pour aider les concepteurs de projets à respecter plus facilement l'exigence de consommation en énergie primaire. Plusieurs mesures simples peuvent permettre d'optimiser votre projet et ainsi sensiblement améliorer le niveau de consommation en énergie primaire. Cette info-fiche est construite autour d'un exemple concret, il s'agit d'un immeuble de 3 appartements répartis sur 3 étages.

Cet exemple présente les caractéristiques suivantes :

- Une ventilation mécanique avec récupération de chaleur pour assurer la ventilation hygiénique.
- Un système combilus²
- Superficies et volumes :

	Superficie	Volume	Compacité
Appartement rez	114.08 m ²	349.07 m ³	2.6
Appartement mitoyen	116.6 m ²	356.79 m ³	2.8
Appartement toiture	99.54 m ²	322.51 m ³	2.28

En fonction des paramètres de votre projet, les mesures proposées ci-après pourront avoir plus ou moins d'impact sur votre consommation d'énergie primaire. Toutes les optimisations

¹ Les exigences PEB de l'arrêté du 21 février 2013 ont été modifiée par l'arrêté du 19 juin 2015. En ce qui concerne le résidentiel, l'arrêté du 19 juin a assoupli le niveau d'exigences en CEP pour les unités présentant une de faible compacité ou un volume inférieur à 192 m³ (de l'ordre de 60 à 65 m²)

² Combilus = système de boucle combinée où une seule boucle de circulation alimente à la fois le circuit de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire (ECS).



réunies ont permis pour les unités de notre exemple un gain de performance allant de 20% à 30% pour le CEP.

Les pistes proposées dans cette info-fiche ne posent pas de difficultés majeures de mise en œuvre pour autant qu'elles soient envisagées dès la conception. Il est donc fortement recommandé d'estimer la performance énergétique dès l'avant-projet afin d'anticiper sur les éventuelles mesures qu'il faudra y intégrer.

1. LA PERFORMANCE AVANT OPTIMISATION

Les résultats pour chaque unité avant optimisation :

Nom	U/R	BNC (kWh/m ²)	BNR (kWh/m ²)	CEP (kWh/m ²)	EA (vol/h)	Etech	Ventilation	Surchauffe (%)
Appartement REZ	✓	✓ 9,48 [15,00]	-	✗ 62,52 [55,49]	-	✓	✓	✓ 2,35 [5]
Appartement mitoyen	✓	✓ 5,81 [15,00]	-	✗ 66,84 [54,00]	-	✓	✓	✓ 4,50 [5]
Appartement Toiture	✓	✓ 6,87 [15,00]	-	✗ 78,77 [57,89]	-	✓	✓	✓ 4,72 [5]

CEP (kWh/m ²)
✗ 62,52 [55,49]
✗ 66,84 [54,00]
✗ 78,77 [57,89]

On constate que le CEP n'est respecté pour aucun appartement. Nous allons étudier ci-dessous les différentes pistes d'optimisation possibles.

2. DIFFÉRENTES OPTIMISATIONS ENVISAGEABLES

De nombreuses mesures peuvent avoir une influence, parfois importante, sur la consommation en énergie primaire. Il est possible à moindre frais, de mieux valoriser l'ensemble des installations d'une ou plusieurs unités PEB.

2.1 EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

2.1.1 L'OPTIMISATION DES BOUCLES

🏠 TEST CEP ▶ 🏠 Système mixte résidentiel ▶ 🏠 Combilus

La boucle (combilus mais aussi ECS) peut être très pénalisante pour le niveau du CEP. Elle est en effet maintenue à 60°C 24h/24 tous les jours de l'année et les pertes représentent une part importante du CEP. Trois mesures permettent des gains importants en ce domaine :

1. Limitation des longueurs de boucles de distribution (par un choix judicieux de l'



INFOS FICHES - ÉNERGIE

- emplacement des gaines techniques et du générateur de chaleur vis-à-vis des points de puisage)³ ;
- Augmentation de l'épaisseur de l'isolant des boucles⁴ : l'épaisseur de cet isolant doit respecter au minimum les impositions de l'Annexe 3 de l'arrêté du 3 JUIN 2010. « Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage pour le bâtiment lors de leur installation et pendant leur exploitation ». Dans les cas défavorables (par exemple longueurs de conduites importantes), il ne faut pas hésiter à l'augmenter.
 - En cas de nécessité (manque de place dans les gaines par exemple), des isolants à haute performance (valeurs lambda de l'ordre de 0.024/0.026 W/mK) sont une piste possible ;

Dans l'exemple ci-après seule la troisième mesure est appliquée en utilisant une isolation présentant une conductivité thermique de 0.032 W/mK:

Situation initiale : Conductivité thermique de l'isolation thermique = 0.04 W/mK

Nom	Longueur du segment [m]	Environnement du segment		
segment1	2.5	Dans le volume protégé	0	X
segment2	2.5	Dans le volume protégé	0	X
segment3	26.0	Dans le volume protégé	0	X
segment4	26.0	Dans le volume protégé	0	X

segment1

Nom : segment1

Longueur du segment : 2,50 m

Environnement du segment : Dans le volume protégé

Intro. dir. de la résist. thermique linéaire : Oui Non

Conductivité thermique de l'isolation thermique : 0,04 W/mK

Diamètre extérieur de l'isolation : 124,30 mm

Diamètre extérieur de la conduite non isolée : 60,30 mm

³ Etant donné que l'IBGE peut être amené à contrôler les longueurs de boucles qui ont été encodées, il est nécessaire de disposer de pièces probantes (plans, croquis ...) permettant de justifier les valeurs encodées.

⁴ Il est très étonnant de constater à quel point l'isolation des boucles est négligée à l'heure actuelle avec des épaisseurs souvent très faibles et ayant peu évoluées depuis l'introduction de la PEB. A ce titre il est paradoxal de constater que l'on n'hésite pas à placer 15 à 20 cm dans des murs pour lesquels le delta de température avec l'extérieur est de 12 à 15°C en moyenne pendant la période de chauffe alors que l'on n'isole que de quelques cm des conduites de boucles ECS qui présentent, elles, un delta de t° de 40 pendant 365 jours par an.



Situation optimisée : une conductivité thermique de l'isolant = 0.032 W/mK

Nom	Longueur du segment [m]	Environnement du segment	
segment1	2.5	Dans le volume protégé	0
segment2	2.5	Dans le volume protégé	0
segment3	26.0	Dans le volume protégé	0
fos_schacht_en_satelliet_v6	74.0	Dans le volume protégé	0

segment1
Nom : segment1
Longueur du segment : 2,50 m
Environnement du segment : Dans le volume protégé
Intro. dir. de la résist. thermique linéaire : Oui Non
Conductivité thermique de l'isolation thermique : 0,032 W/mK
Diamètre extérieur de l'isolation : 124,30 mm
Diamètre extérieur de la conduite non isolée : 60,30 mm

2.1.2 LA LONGUEUR DES CONDUITES

TEST CEP ▶ TEST ▶ bv1 ▶ Appartement REZ ▶ vz1 ▶ es1 ▶ Eau chaude sanitaire

Les conduites entre, d'une part, le générateur d'ECS ou la boucle de circulation et, d'autre part, les points de puisages doivent aussi être réduites au minimum pour éviter de dégrader le CEP.

Si le conseiller PEB n'encode pas la longueur des conduites, une valeur par défaut sera utilisée. Ces valeurs par défaut sont relativement défavorables. Il est dès lors vivement conseillé d'encoder les longueurs réelles (les valeurs par défaut correspondent à 9.7 m pour les douches/baignoires et 30.1 m pour les éviers). Pour plus de détails, voir le 9.3.2.2 de l'annexe IX de l'ARGB du 21 février 2013 où sont indiqués les rendements par défaut et les règles à appliquer pour déterminer les longueurs des conduites.



Situation initiale : longueur de conduite non-connue

Installation d'eau chaude sanitaire Combilus installatie 1 (n1)
Installation d'eau chaude sanitaire 'Combilus installatie 1 (n1)'

Nom : Combilus installatie 1 (n1)
Type d'ECS : ECS partagée (dans plusieurs installations)
Sélection du système partagé : Combilus installatie 1 (n1)
Présence d'un compteur d'eau chaude sanitaire dans : Toutes les unités
Le système est-il en fonctionnement toute l'année ? : Oui Non
Boude de circulation présente : Oui Non
Plusieurs systèmes de production : Oui Non

Commentaire relatif au système d'eau chaude sanitaire (vide)
i Cette installation ECS est connectée au Système Solaire Thermique partagée

Systèmes de production de chaleur | Échange de chaleur | Boucles de circulation | Points de puisage | Partage

Points de puisage

Nom	Type de point de puisage	η conduite		
tap1	Évier	66 %	0	
tap4	Douche / baignoire	72 %	0	
tap17	Douche / baignoire	72 %	0	

tap4
Nom : tap4
Type de point de puisage : Douche / baignoire
Douche avec échangeur de chaleur : Oui Non
Longueur de conduite connue : Oui Non

Situation optimisée : longueur de conduite connue → 5m

Nom : Combilus installatie 1 (n1)
Type d'ECS : ECS partagée (dans plusieurs installations)
Sélection du système partagé : Combilus installatie 1 (n1)
Présence d'un compteur d'eau chaude sanitaire dans : Toutes les unités
Le système est-il en fonctionnement toute l'année ? : Oui Non
Boude de circulation présente : Oui Non
Plusieurs systèmes de production : Oui Non

Commentaire relatif au système d'eau chaude sanitaire (vide)
i Cette installation ECS est connectée au Système Solaire Thermique partagée

Systèmes de production de chaleur | Échange de chaleur | Boucles de circulation | Points de puisage | Partage

Points de puisage

Nom	Type de point de puisage	η conduite		
tap1	Évier	66 %	0	
tap4	Douche / baignoire	83 %	0	
tap17	Douche / baignoire	83 %	0	

tap17
Nom : tap17
Type de point de puisage : Douche / baignoire
Douche avec échangeur de chaleur : Oui Non
Longueur de conduite connue : Oui Non
Longueur de conduite vers le point de puisage : 5,00 m

Etant donné que Bruxelles-Environnement peut demander de justifier les longueurs encodées, il est nécessaire de disposer d'un croquis ou de photos permettant de justifier ces longueurs.



2.2 LA VENTILATION

TEST CEP ▶ TEST ▶ bv1 ▶ Appartement REZ ▶ vz1 ▶ es1 ▶ Ventilation

2.2.1 CONSOMMATION DES AUXILIAIRES POUR LES VENTILATEURS

Deux types de moteur de ventilateur sont disponibles sur le marché : courant continu et courant alternatif. Les ventilateurs fonctionnant sur courant continu sont mieux valorisés par la méthode de calcul. Les ventilateurs équipés d'un commutateur électronique ont une consommation moindre que les ventilateurs fonctionnant sur courant alternatif.

Situation initiale : Courant alternatif

Ventilation 'Ventilatesyst1 (n)'

Type de ventilation : D - Alimentation mécanique, évacuation mécanique

Ventilation à la demande : Oui Non

Respect des exig. matériel de ventilation : Oui Non

Respect des exigences de ventilation intensive : Oui Non

Commentaire relatif au système de ventilation (vide)

Ventilation hygiénique | Récupération de chaleur | Qualité d'exécution | Pré-refroidissement | Energie Auxiliaire

Energie Auxiliaire

Ventilateurs qui servent uniquement pour une ventilation hygiénique

Ventilation hygiénique : Oui Non

Méthode de calcul : Valeur par défaut

Type de courant des ventilateurs : Alternatif

Utilisation de l'air repris pour une pompe à chaleur : Oui Non

Ventilateurs qui servent au chauffage par air chaud

Au moins un ventilateur sert au chauffage de l'air : Oui Non

Situation optimisée : Courant continu

Ventilation 'Ventilatesyst1 (n)'

Type de ventilation : D - Alimentation mécanique, évacuation mécanique

Ventilation à la demande : Oui Non

Respect des exig. matériel de ventilation : Oui Non

Respect des exigences de ventilation intensive : Oui Non

Commentaire relatif au système de ventilation (vide)

Ventilation hygiénique | Récupération de chaleur | Qualité d'exécution | Pré-refroidissement | Energie Auxiliaire

Energie Auxiliaire

Ventilateurs qui servent uniquement pour une ventilation hygiénique

Ventilation hygiénique : Oui Non

Méthode de calcul : Valeur par défaut

Type de courant des ventilateurs : Continu

Utilisation de l'air repris pour une pompe à chaleur : Oui Non

Ventilateurs qui servent au chauffage par air chaud

Au moins un ventilateur sert au chauffage de l'air : Oui Non



2.2.2 LA QUALITÉ DE L'EXÉCUTION (FACTEUR M)

Un facteur multiplicateur, le facteur m, est utilisé pour définir la qualité de l'installation de ventilation (voir le 7.8.4 de l'annexe IX de l'ARGB du 21 février 2013). Ce facteur a une valeur par défaut de 1,5. Cette valeur influence fortement le CEP. Dès lors il est fortement recommandé d'effectuer lors de la réception des installations une mesure des débits réellement pulsés dans chaque pièce. Ceci garantit également que le système de ventilation est bien fonctionnel et que les débits de conception sont bien pulsés ou extraits

Attention à bien demander à l'entrepreneur de vous transmettre une copie de ce rapport car l'IBGE pourrait vous demander de produire cette pièce en cours d'examen du dossier.

Situation initiale : valeur par défaut

Ventilation 'Ventilatesyst1 (n1)'
Type de ventilation : D - Alimentation mécanique, évacuation mécanique
Ventilation à la demande : Oui Non
Respect des exig. matériel de ventilation : Oui Non
Respect des exigences de ventilation intensive : Oui Non
Commentaire relatif au système de ventilation (vide)
Qualité d'exécution
Méthode de calcul de la qualité d'exécution : Valeur par défaut
Pertes de fuite des conduites d'insuffl. connues : Oui Non
Pertes de fuite des conduites d'extraction connues : Oui Non

Situation optimisée : Calcul détaillé et débits mesurés

Tous les débits encodés sont mesurés à la réception de l'installation

Ventilation 'Ventilatesyst1 (n1)'
Type de ventilation : D - Alimentation mécanique, évacuation mécanique
Ventilation à la demande : Oui Non
Respect des exig. matériel de ventilation : Oui Non
Respect des exigences de ventilation intensive : Oui Non
Commentaire relatif au système de ventilation (vide)
Qualité d'exécution
Méthode de calcul de la qualité d'exécution : Calcul détaillé
Tous les débits encodés sont mesurés :
Pertes de fuite des conduites d'insuffl. connues : Oui Non
Pertes de fuite des conduites d'extraction connues : Oui Non



2.3 LE SYSTÈME D'ÉMISSION DU CHAUFFAGE

TEST CEP ▶ TEST ▶ bv1 ▶ Appartement REZ ▶ vz1 ▶ es1 ▶ Chauffage

Dans le cas de radiateurs, un encodage détaillé des systèmes d'émission du chauffage permet également d'améliorer le CEP. Le calcul détaillé permet un gain significatif sur le rendement d'émission des radiateurs placés sur des murs intérieurs et un gain légèrement moindre pour les radiateurs placés sur des murs extérieurs. Il est donc conseillé :

1. De réaliser un calcul détaillé du rendement d'émission des radiateurs.
2. De manière plus secondaire, de privilégier quand c'est possible les radiateurs sur les murs intérieurs plutôt que sur les murs extérieurs.

Situation initiale : Calcul simplifié

Chauffage 'Combilus installat1e (nl)'

Nom : Combilus installat1e (nl)

Type de chauffage : Chauffage central/collectif partagé (Plusieurs SE)

Sélection du système partagé : Combilus installat1e (nl)

Existe-t-il une réception du système de chauffage ? : Oui Non

Présence d'un compteur d'eau chaude de chauffage dans : Toutes les unités

Décompte individuel des coûts de chauffage : Oui Non

Le système est-il en fonctionnement toute l'année ? : Oui Non

Plusieurs systèmes de production : Oui Non

Cette installation pour le chauffage est reliée à l'installation partagée de solaire thermique.

Commentaire relatif au système de chauffage (vide)

Systèmes de production de chaleur | Système de stockage local | Auxiliaire circulateurs | Système de distribution | Systèmes d'émission | Partage

Type de calcul : Calcul simplifié

Type d'émetteur de chaleur : Autres (Radiateurs, ...)

Émetteurs de chaleur installés devant un vitrage : Oui Non

Régulation température ambiante local par local : Oui Non

La temp. de départ de l'eau / air constante? : Oui Non



Situation optimisée : Calcul détaillé : 4 radiateurs installés

Nom	La surface d'émission de chaleur [m ²]	Paroi considérée	Ecran réfléchissant derrière le radiateur
chauRad1	0,9	butenmuur	Non

Dans le cas de radiateurs placés sur des murs extérieurs, le calcul détaillé nécessite de connaître la surface d'émission de chaleur. Il s'agit en fait de la projection horizontale du radiateur sur le mur⁵.

Pour plus de détails, voir le 9.2.2.2 de l'annexe IX de l'ARGB du 21 février 2013 (calcul simplifié de l'annexe et le point D.3 de l'annexe D pour le calcul détaillé).

2.4 LE FACTEUR SOLAIRE DU VITRAGE

TEST CEP ▶ TEST ▶ bv1 ▶ Appartement REZ ▶ vz1 ▶ es1 ▶ Parois ▶ VG 1

Quand les besoins de refroidissement sont élevés, il peut être recommandé de choisir des vitrages dont le facteur de transmission solaire est performant (minimum 0.5). Au plus le facteur solaire (= la valeur « g » ou « FS ») du vitrage est faible au plus les besoins en refroidissement diminuent. Cette diminution peut avoir une influence importante sur le CEP.

Attention cependant au fait qu'une réduction du facteur solaire diminue les apports solaires pour le chauffage (et a donc un impact négatif sur les besoins en chauffage BNC) et

⁵ Si on ne connaît pas cette surface de manière exacte, on peut l'approximer par le haut (et donc de manière défavorable) en donnant par exemple la surface de l'allège où le radiateur sera placé (la sensibilité du calcul détaillé en fonction de la surface des radiateurs n'est pas très élevée et une surestimation de la surface d'émission n'a pas un impact trop négatif sur le résultat).



s'accompagne aussi d'une réduction de la transmission lumineuse ce qui réduit donc l'apport de lumière naturelle.

Situation initiale : valeur g du vitrage = 0.6

Paroi 'VG 1'

Nom : VG 1

Type : Fenêtre

Surface : 3,84 m²

Inclinaison : 90,00 °

Orientation : 3,00 °

Environnement de la paroi : Environnement extérieur

Introduction directe du U : Oui Non

Type de fenêtre : Fenêtre simple

Méthode simplifiée (valeur U) : Oui Non

Fenêtre | Volet | Surface ouvrante | Protections solaires | Ombrage

Vitrage | Profilé | Grille de ventilation | Panneau Opaque

Simple vitrage : Oui Non

Intercalaire isolant : Oui Non

Vitrage avec coating : Oui Non

Valeur U du vitrage : 0,60 W/m²K

Valeur g (facteur solaire) : 0,60

Justification : Valeur g (facteur solaire), Valeur U du vitrage

Pièce Justificative : ?

Voir Créer

Situation optimisée : valeur g du vitrage = 0.5

Paroi 'AG'

Nom : AG

Type : Fenêtre

Surface : 3,84 m²

Inclinaison : 90,00 °

Orientation : 178,00 °

Environnement de la paroi : Environnement extérieur

Introduction directe du U : Oui Non

Type de fenêtre : Fenêtre simple

Méthode simplifiée (valeur U) : Oui Non

Fenêtre | Volet | Surface ouvrante | Protections solaires | Ombrage

Vitrage | Profilé | Grille de ventilation | Panneau Opaque

Simple vitrage : Oui Non

Intercalaire isolant : Oui Non

Vitrage avec coating : Oui Non

Valeur U du vitrage : 0,60 W/m²K

Valeur g (facteur solaire) : 0,50

Justification : Valeur g (facteur solaire), Valeur U du vitrage

Pièce Justificative : ?

Voir Créer

Étiquettes



2.5 AUTRES MESURES

Les mesures décrites ci-dessus ne constituent bien entendu pas une liste exhaustive des mesures efficaces qui permettent de réduire la consommation d'énergie primaire. D'autres mesures sont également à étudier, certaines peuvent également être très bénéfiques, comme par exemple sur:

- Ventilation :
 - Veiller à l'équilibrage des débits pulsion/extraction : des débits déséquilibrés
 - dégradent le rendement du récupérateur de chaleur
 - dégradent le facteur m (quand la différence débit pulsion/extraction dépasse 20%)
 - Prévoir des surfaces ouvrantes peut faire baisser fortement les besoins nets de refroidissement.
- Le système combilus : un ballon de stockage sera mieux valorisé qu'un échangeur de chaleur
- Les circulateurs : la régulation électronique est plus favorable.
- L'ombrage : effectuer un calcul détaillé de l'ombrage dans le logiciel si cet ombrage est présent et que les besoins nets en refroidissement ou les risques de surchauffe sont élevés.
- Dimensionner la chaudière condensation gaz pour une température de retour inférieure à 50°.
- Introduire de façon détaillée la performance des pompes à chaleur.
- Faire réaliser un test Blower Door pour justifier un niveau d'étanchéité plus élevé que celui par défaut.



3. LA PERFORMANCE DU PROJET APRÈS OPTIMISATION

Toutes les optimisations de notre fichier de calcul ont permis pour les unités de notre exemple un gain de performance allant de 20% à 30% pour le CEP.

	Appartement rez-de-chaussée	Appartement mitoyen	Appartement toiture
CEP avant optimisation (kWh/m ² .an)	62.52	66.84	78.77
CEP après toutes les optimisations (kWh/m ² .an)	50.16	48.4	57.45
Seuil du CEP révisé (kWh/m².an)	55.5	54	57.9
Gain de performance (kWh/m².an)	12,36	18,44	21,32
Gain de performance en %	23.6%	30,5%	29,9%

Après optimisation, l'ensemble des unités respectent le seuil de l'exigence de consommation en énergie primaire.