

---

**Méthodologie pour le calcul des économies d'électricité****Ventilation****ME08 - Version 1.1****Valideur : UNIGE**

---

Les méthodologies font partie intégrante du Programme genevois d'efficacité énergétique et des ressources (EER). Pour la détermination des économies d'électricité, chaque Projet ou Plan d'Action doit utiliser une méthodologie approuvée selon les exigences du Programme EER genevois.

Les méthodologies s'appliquent tant aux Projets qu'aux Actions incluses dans un Plan d'Actions. Le présent document précise dans quels cas l'utilisation de cette méthodologie est préconisée.

**Table des matières**

A.	Introduction .....	2
1.	Description.....	2
2.	Domaines d'application.....	2
3.	Sources .....	2
4.	Définitions.....	2
B.	Méthode de calcul des économies électriques .....	3
1.	Limite du système et prise en compte des effets interactifs.....	3
2.	Exigences spécifiques .....	3
3.	Calcul des économies électriques.....	3
a.	Variables et paramètres .....	3
b.	Situation avant intervention .....	4
c.	Situation après intervention .....	6
d.	Calcul des économies électriques .....	8
C.	Méthode de saisie des données techniques .....	8
D.	Annexes.....	9

## A. Introduction

### 1. Description

La méthodologie porte sur toutes les mesures d'optimisation ou d'assainissement des systèmes de ventilation qui permettent de diminuer les consommations électriques par rapport à l'état avant intervention. Les actions portent par exemple sur le redimensionnement des débits de ventilation, la pose de variateurs de fréquence couplées à des sondes de pression, le remplacement du ventilateur, la pose de bouches hygroréglables dans les appartements, etc.

Ce document est destiné aux porteurs de programme, aux vérificateurs des économies ainsi qu'à toute autre personne intéressée.

### 2. Domaines d'application

Le domaine d'application principal sont les systèmes de ventilation simple flux dans les bâtiments d'habitation du canton de Genève. D'autres types de bâtiments présentant des systèmes de ventilation simple flux, comme les bâtiments administratifs, les EMS ou les hôtels font également parti du domaine d'application

### 3. Sources

- Analyse des performances de confort et énergétiques (thermique et électrique) de différents systèmes de ventilation simple flux dans l'habitat collectif, Yoan PETREMAND, 2018
- Diverses analyses et retours sur expérience réalisées par Dr.Flourentzou du bureaux ESTIA.

### 4. Définitions

- *Facteur de modulation centralisé* : la modulation du système de ventilation se fait de manière centralisée au niveau d'un appartement via la modulation de l'ouverture des bouches d'extraction présentes dans les pièces humides, en fonction du taux d'humidité.
- *Facteur de modulation par pièce* : la modulation du système de ventilation se fait par pièce à partir des entrées d'air hygroréglables installés au niveau des fenêtres (pièces sèches) et à partir des bouches d'extraction présentes dans les pièces humides, en fonction du taux d'humidité.
- *Fuite ou effet interactif* : Tout effet énergétique induit par le Plan d'action ou l'Action se produisant au-delà du périmètre considéré.
- *GV* : grande vitesse (ventilateur fonctionnant à vitesse maximale)
- *IE* : rendement énergétique international (IE) des moteurs asynchrones triphasés basse tension selon la norme CEI/EN 60034-30.1
- *Pièces sèches* : chambres, bureaux et d'autres pièces ne présentant aucune alimentation en eau.
- *Pièces humides* : cuisines, WC et salles de bain, pièces équipées d'une alimentation en eau.

- *Pression constante* : le ventilateur est piloté par une sonde de pression qui se trouve à l'intérieur de la gaine de ventilation, proche de la sortie ou directement sur le ventilateur côté aspiration. Le ventilateur est programmé pour maintenir constamment le même différentiel de pression ( $\Delta P$ ) entre l'extérieur et l'intérieur de la gaine. De ce fait, le débit d'air varie en fonction des pertes de charges occasionnées par le réseau, notamment en fonction de l'ouverture de l'ensemble des bouches d'extraction et entrées d'air.
- *PV* : petite vitesse (ventilateur fonctionnant à vitesse réduite).
- *SFP* : puissance spécifique du ventilateur en W par m<sup>3</sup>/h
- *Vitesse variable* : le ventilateur adapte sa vitesse en fonction des besoins.
- *Comité d'experts* : comité en général composé des parties principalement impliquées dans le programme. Il peut regrouper donc de manière non exhaustive, une représentation de l'Etat, un représentant académique, un représentant du programme d'efficacité énergétique et un représentant d'un bureau expert.

## B. Méthode de calcul des économies électriques

### 1. Limite du système et prise en compte des effets interactifs

Le périmètre du type de projet est l'installation technique de ventilation du bâtiment. Le calcul des économies électriques ci-dessous correspond à l'électricité (énergie finale), celle consommée par les clients.

Les éventuels effets interactifs (par exemple : augmentation de la température intérieure -> baisse de l'utilisation des chauffages électriques d'appoint) ne sont pas pris en compte.

### 2. Exigences spécifiques

Pour les nouveaux ventilateurs (hors pompe à chaleur) un SFP1 est exigé (puissance électrique maximale de 0.14 W/m<sup>3</sup> h, voir annexe 2). En cas de dépassement de cette valeur, une justification est demandée (conduits de faible diamètre etc.). Concernant les convertisseurs de fréquence avec une puissance entre 0.12 kW et 1'000 kW, ces derniers doivent présenter au moins 25 % de pertes en moins par rapport aux pertes de puissance maximales de la classe IE2.

### 3. Calcul des économies électriques

Les actions de ventilation permettent des gains électriques et thermiques. Dans le cadre de la présente méthodologie, seuls les aspects en lien avec les économies électriques sont décrits.

#### a. Variables et paramètres

Les économies électriques sont calculées sur la base des consommations électriques avant intervention (section 3b) et des consommations électriques après intervention (section 3c). Le calcul final des économies électriques obtenues se trouve en section 3d.

La consommation électrique avant intervention est déterminée à partir des paramètres suivants :

- Puissance électrique GV (plaquette du moteur),
- Puissance électrique PV (plaquette du moteur),
- Horaires de fonctionnement (horloge présente dans le tableau électrique de commande).

La consommation électrique après intervention est déterminée à partir des paramètres suivants :

- Puissance électrique moyenne du ventilateur nécessaire pour transporter le débit d'air moyen calculé par l'outil en ligne (<https://cvc.eco21.ch/>),
- Horaires de fonctionnement après intervention (généralement 24h sur 24h).

#### b. Situation avant intervention

Les systèmes de ventilation existants fonctionnent soit en vitesse constante, soit en deux vitesses (grande vitesse, petite vitesse) réglées sur horloge.

*Équation 1 : calcul des consommations électriques avant intervention, vitesse constante.*

$$E_{av,i} = \frac{T_{av,i} \cdot P_{av,i} \cdot 365}{1000}$$

Avec :

$E_{av,i}$  = Consommation électrique annuelle pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (kWh/an)

$T_{av,i}$  = Temps de fonctionnement journalier du ventilateur pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (h/jour)

$P_{av,i}$  = Puissance électrique de fonctionnement du ventilateur existant pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (W)

*Équation 2 : calcul des consommations électriques avant intervention, 2 vitesses.*

$$E_{av,i} = \frac{(T_{av,i}^{PV} \cdot P_{av,i}^{PV} + T_{av,i}^{GV} \cdot P_{av,i}^{GV}) \cdot 365}{1000}$$

Avec :

$E_{av,i}$  = Consommation électrique annuelle avant intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (kWh/an)

$T_{av,i}^{PV}$  = Temps de fonctionnement journalier du ventilateur en petite vitesse avant intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (h/jour)

$T_{av,i}^{GV}$  = Temps de fonctionnement journalier du ventilateur en grande vitesse avant intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (h/jour)

$P_{av,i}^{PV}$  = Puissance électrique du ventilateur existant en petite vitesse avant intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (W)

$P_{av,i}^{GV}$  = Puissance électrique du ventilateur existant en grande vitesse avant intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (W)

#### Obtention des puissances ventilateurs et du régime de fonctionnement

Les puissances des ventilateurs sont généralement renseignées à partir de la plaquette moteur. Dans certains cas (illisibilité de la plaquette, projets importants) une mesure électrique est réalisée.

Le régime de fonctionnement est déterminé à partir des horloges présentes dans le tableau de commande, donnant les heures de fonctionnement journalières.

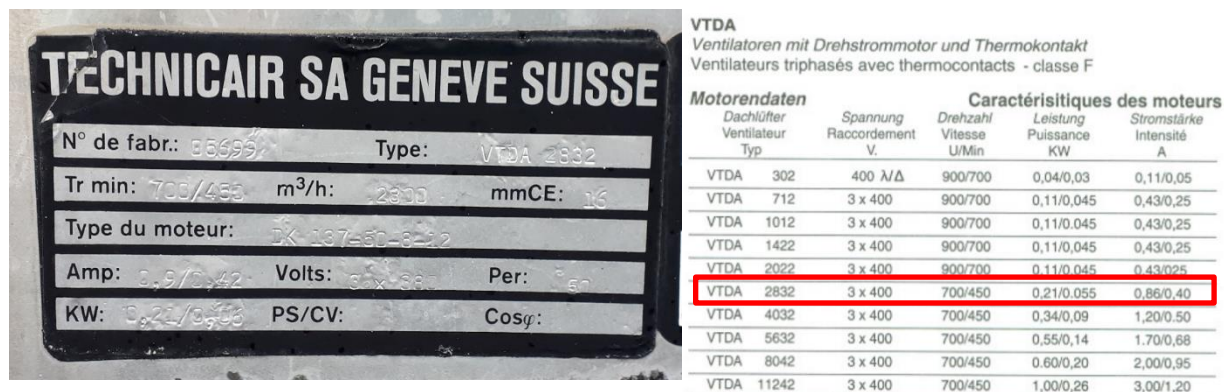


Figure 1 : plaque ventilateur (gauche) et données catalogue des ventilateurs VTDA (droite)

(Rectangle rouge : Données ventilateur correspondant à la plaque. Les puissances électriques (0.21 kW et 0.055 kW) correspondent à la puissance en grande vitesse et à la puissance en petite vitesse respectivement)

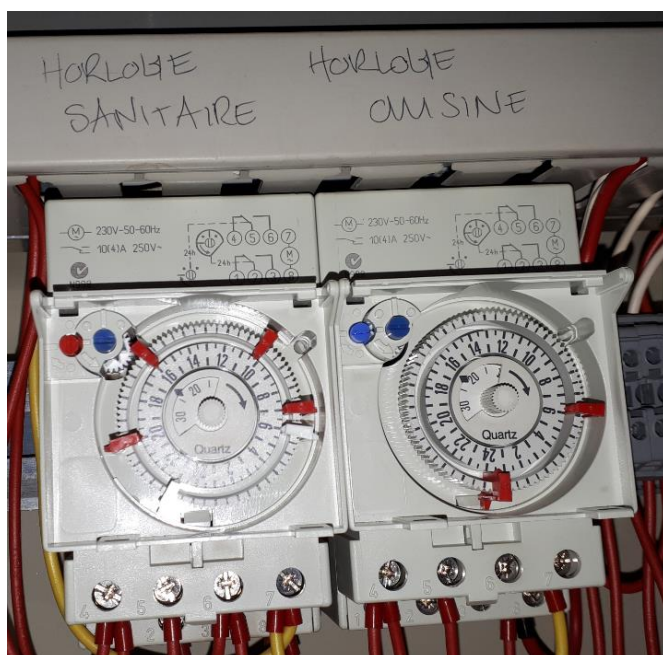


Figure 2 : Exemples d'horloges de commande pour le pilotage des ventilateurs existants en fonction d'horaires prédéfinis.

## c. Situation après intervention

Calcul des consommations électriques après intervention :

Les systèmes de ventilation rénovés fonctionnent en vitesse variable, dépendant du taux d'humidité dans les appartements.

Équation 3 : calcul des consommations électriques après intervention, vitesse variable.

$$E_{ap,i} = \frac{T_{ap,i} \cdot P_{ap,i}^{moy} \cdot 365}{1000}$$

Avec :

$E_{ap,i}$  = Consommation électrique annuelle après intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (kWh/an)

$T_{ap,i}$  = Temps de fonctionnement journalier du ventilateur après intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (h/jour)

$P_{ap,i}^{moy}$  = Puissance électrique moyenne du nouveau ventilateur en fonctionnement modulé après intervention pour le  $i^{\text{e}}$  ventilateur (W)

Note : le temps de fonctionnement après intervention est défini par l'installateur mais en général les systèmes hygroréglables sont en fonctionnement constant (24h/24h). La méthode d'obtention de la puissance électrique est décrite ci-dessous.

Obtention du débit moyen en fonctionnement modulé

Équation 4 : calcul du débit moyen en fonctionnement modulé.

$$\dot{Q}_{mod} = n_{\text{pièces sèches}} \cdot d_{dim} \cdot f_{mod}$$

Avec :

$\dot{Q}_{mod}$  = débit moyen en fonctionnement modulé (m<sup>3</sup>/h)

$n_{\text{pièces sèches}}$  = Nombre de pièces sèches ventilées, hors cuisines et salles d'eau

$d_{dim}$  = débit de dimensionnement selon SIA 2023<sup>1</sup> (m<sup>3</sup>/h \* pièce sèche)

$f_{mod}$  = Facteur de modulation moyen (coefficient)

Il existe deux facteurs de modulation qui sont appliqués en fonction du type de système de ventilation hygroréglable :

- « Facteur de modulation centralisée » (modulation uniquement au niveau des bouches d'extraction, les entrées d'air étant fixes),
- « Facteur de modulation par pièce » (modulation individuelle pour chaque pièce sèche à partir des entrées d'air hygroréglables)

<sup>1</sup> Une valeur de 30 m<sup>3</sup>/h par pièce sèche est appliquée pour déterminer le dimensionnement SIA. L'extrait de la norme SIA 2023 : 2008 se trouve en annexe 1.

Le tableau suivant présente les facteurs de modulation appliqués :

### Débit SIA à répartir entre les différents secteurs de ventilation

Débit de dimensionnement	1'260 m <sup>3</sup> /h
Facteur de modulation centralisée	0.80 -
Débit moyen modulé centralement (Hygro A)	1'008 m <sup>3</sup> /h
Facteur de modulation par pièce	0.70 -
Débit moyen modulé par pièce (Hygro B)	882 m <sup>3</sup> /h

Figure 3 : Facteur de modulation centralisé (0.8) et facteur de modulation par pièce (0.7).

Ces facteurs sont appliqués aux systèmes de ventilation hygroréglables.

Ces facteurs de modulation sont issus d'études menées par Yoan Pétremand ainsi que par le bureau ESTIA

### Obtention de la puissance électrique moyenne en fonctionnement modulé

La puissance électrique moyenne du nouveau ventilateur est déterminée sur la base du débit moyen en fonctionnement modulé (équation 4) en considérant un différentiel de pression statique de 100 Pa. Il s'agit de la moyenne du différentiel de pression recommandé au cours « Aération simple flux modulant et hygroréglable » pour les installations hygroréglables (80 à 120 Pa).

La puissance électrique moyenne est défini par le prestataire sur la base des courbes débit-puissance du ventilateur. Certains fournisseurs de matériel de ventilation mettent à disposition des calculateurs en ligne permettant de définir précisément la puissance électrique pour un débit et un différentiel de pression donnés, comme le montre la figure 4 ci-après.

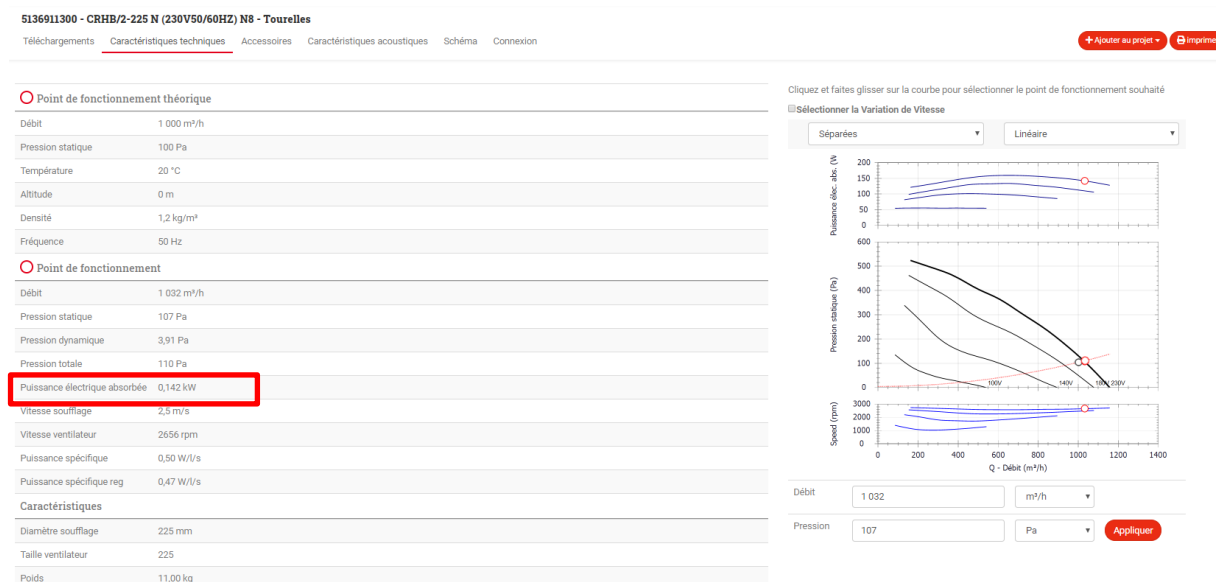


Figure 4 : Détermination de la puissance électrique moyenne de fonctionnement hygroréglable sur la base du débit moyen à 100 Pa de différence de pression (point rouge : 0.142 kW).

Source : outil en ligne <https://easyvent.solerpalau.com>

Les valeurs saisies par les prestataires sont contrôlées par le comité d'experts.

#### d. Calcul des économies électriques

Les économies électriques sont calculées en faisant la différence entre l'état avant intervention et l'état après intervention. Les économies globales du projet sont la somme des économies individuelles réalisées au niveau de chaque ventilateur.

*Équation 5 : calcul des économies électriques*

$$E_{tot,i} = E_{av,i} - E_{ap,i}$$

$$E_{tot} = \sum_{i=1}^n E_{tot,i}$$

$E_{tot,i}$  = Economie électrique annuelle réalisée par l'ensemble des ventilateurs  $i$  (kWh/a)

$E_{tot}$  = Economie électrique annuelle réalisée pour l'ensemble des ventilateurs (kWh/a)

### C. Méthode de saisie des données techniques

Les prestataires (p.ex. ventiliste ou ingénieur) doivent saisir, sur l'outil en ligne (<https://cvc.eco21.ch>), les informations de l'installation existante et de la proposition de rénovation, notamment :

Données nécessaires pour le calcul :

- L'adresse du bâtiment et le nom du propriétaire ou de son représentant,
- Nombre de pièces sèches (généralement déterminé sur la base de l'état locatif),
- Puissances électriques, débits et régime de fonctionnement avant / après intervention,
- Investissement prévu (CHF HT).

Données complémentaires demandées :

- Nombre et type de bouches d'extraction et d'entrées d'air
- SRE, IDC, consommations thermiques (chargement automatique à partir des données SITG)
- Marque et type des ventilateurs avant / après intervention,



## D. Annexes

Annexe 1 : référence pour le calcul du débit d'air SIA utilisé par l'outil de calcul (<https://cvc.eco21.ch/>)

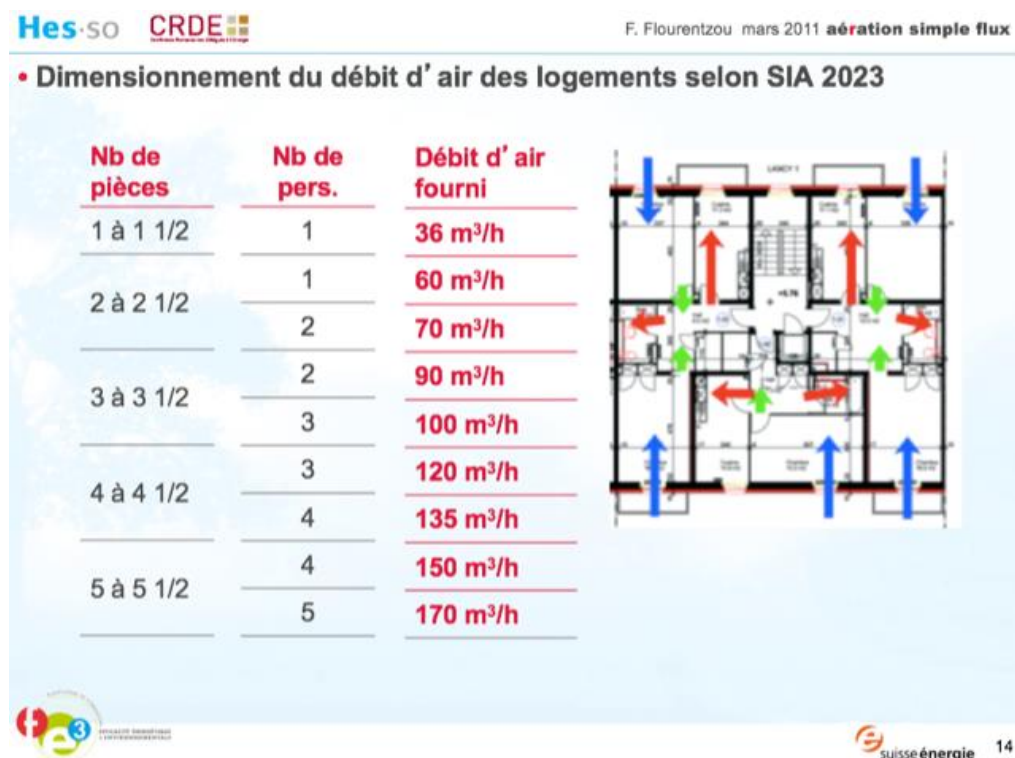


Figure 5 : Extrait de la norme SIA 2023 concernant le dimensionnement du débit d'air dans les logements.

Source : F. Flourentzou, 2011

Annexe 2 : classes SFP (specific fan power)

Classe	Puissance électrique par m <sup>3</sup> /s transporté
SFP1	... < 500 W par m <sup>3</sup> /s
SFP2	500 < ... < 750 W par m <sup>3</sup> /s
SFP3	750 < ... < 1250 W par m <sup>3</sup> /s
SFP4	1250 < ... < 2000 W par m <sup>3</sup> /s
SFP5	2000 < ... W par m <sup>3</sup> /s

Source : <https://energieplus-lesite.be/donnees/consommations2/consommation-d-energie-par-application/puissance-electrique-d-un-systeme-de-ventilation/>