
Méthodologie pour le calcul des économies d'électricité**ECS Particuliers****ME15 – Version 1.1****Validateur : UNIGE**

Les méthodologies font partie intégrante du Programme genevois d'efficacité énergétique et des ressources (EER). Pour la détermination des économies d'électricité finale, chaque Projet ou PA 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 et objectif.....	2
2.	Domaines et conditions d'application	2
3.	Sources	2
4.	Définitions.....	3
B.	Calcul des économies d'électricité.....	4
1.	Limite du système et prise en compte des effets interactifs.....	4
2.	Méthode de calcul des économies d'électricité et hypothèses	4
a.	Variables et paramètres considérés dans les équations.....	4
b.	Protocole pour éviter les doubles comptages avec les installations de PAC.....	5
c.	Caractéristiques des appareils installés ou subventionnés	5
d.	Calculs d'économie par type d'appareil et par ménage	5
	Annexe 1 : Pommeaux de douche.....	8
	Annexe 2 : Robinets salles de bain.....	9
	Annexe 3 : Robinets cuisines	10

A. Introduction

1. Description et objectif

La présente méthodologie a pour objectif de calculer les économies d'électricité (énergie finale) qui peuvent être obtenues via l'installation de réducteurs de débits sur les points de puisage d'eau, chez les ménages utilisant un boiler électrique ou une pompe à chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

La présente méthodologie se fonde sur des estimations ex-ante, basées sur des hypothèses et des facteurs qui ont pu être définis via la littérature scientifique internationale ainsi que des études menées par l'Université de Genève.

Les économies liées aux émissions de CO₂ font l'objet d'une méthodologie spécifique¹.

Ce document est destiné aux porteurs de programme, aux vérificateurs des économies ainsi qu'à toute autre personne intéressée par les économies d'électricité finale auprès des ménages.

2. Domaines et conditions d'application

Cette méthodologie s'applique à des opérations standardisées menées auprès d'un grand nombre de ménages. Par exemple, elle est utilisée pour calculer les économies issues des opérations éco-social, éco-logement et Visite Villa, réalisées par le Plan Particuliers du programme éco21-SIG, qui ont pour objectif de réduire les consommations électriques, de CO₂ et d'eau (surtout d'ECS) des ménages genevois. Elle s'applique également aux Opérations Distributeurs Efficaces, dans lesquelles des produits efficaces spécifiques sont proposés dans des magasins partenaires à des prix attractifs grâce à une subvention.

Cette méthodologie peut ainsi être utilisée dans différents cas de figure, avec des données plus ou moins précises (spécifiées au point B.2 du présent document) qui influencent les variables utilisées pour le calcul des économies.

Cette méthodologie ne s'applique que chez les ménages possédant un système de chauffage de l'eau chaude sanitaire utilisant l'électricité comme agent énergétique (boiler électrique ou pompe à chaleur).

3. Sources

Dans le document, les sources sont indiquées via le numéro qui leur est attribué.

- (1) Cabrera Santelices, J. D., Bertholet, J.-L., & Lachal, B. M. (2014). Evaluation of an energy efficiency program for low-income households. In International Energy Policies & Programmes Evaluation Conference (pp. 13–24). Geneva: IEPPEC. Retrieved from <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:41475>.

¹M15 ECS Particuliers

- (2) Cabrera, D., Seal, T., Bertholet, J.-L., Lachal, B., & Jeanneret, C. (2012). Evaluation of energy efficiency program in Geneva. *Energy Efficiency*, 5(1), 87–96. <https://doi.org/10.1007/s12053-011-9110-1>.
- (3) Cabrera Santelices, J. D., Bertholet, J.-L., & Patel, M. (2019). Dix ans du programme éco21 – évaluation d'impact. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:136313>
- (4) Cabrera Santelices, J. D., Bertholet, J.-L., Lambert, C., Naef, P. J., & Patel, M. (2020). Évaluation des programmes d'efficacité énergétique auprès des ménages : vision à moyen terme. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:139792>
- (5) Lee, M., Tansel, B., Balbin, M. (2011). Influence of residential water use efficiency measures on household water demand: A four year longitudinal study. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.08.006>
- (6) Clarke, A., Grant, N., Thornton, J. (2009). Quantifying the energy and carbon effects of water saving, Final Report. [Report \(elementalsolutions.co.uk\)](http://elementalsolutions.co.uk)
- (7) SSIGE - l'association professionnelle des distributeurs de gaz, d'eau et de chaleur à distance, 2018, <http://trinkwasser.svgw.ch/index.php?id=874&L=1>
- (8) Mayer et al., 1999, Residential end uses of water American Water Works Research Association Foundation and American Water Works Association, Denver, CO (1999)
- (9) Office fédéral de l'environnement OFEV <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-wasser/wasser--daten--indikatoren-und-karten/wasser--indikatoren/indikator-wasser.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRtaW4uY2qVUHVibG/IjL0FibURIdGFpbD9pbmQ9V1MwMDMmbG5nPWZyJIN1Ymo9Tg%3d%3d.html>
- (10) SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN, LES PLAISIRS de L'EAU conjuguer confort et économies d'énergie, 805.057.F
- (11) Tiefenbeck, V. (2014). Behavioral Interventions to Reduce Residential Energy and Water Consumption: Impact, Mechanisms, and Side Effects (p. 1 Band) [ETH Zurich; Application/pdf]. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-010263933>.

4. Définitions

- *Conseiller* : personne formée et agréée en charge des visites chez les ménages
- *Distributeurs efficaces* : partenariat avec des magasins partenaires visant à mettre en avant des produits efficaces spécifiques à des prix attractifs grâce à une aide financière
- *Estimation ex-ante* : calcul des économies d'énergie, à la suite de travaux ou de réglages, sans procéder directement à une mesure par compteur de la consommation avant/après l'opération
- *Estimation ex-post* : calcul des économies d'énergie, à la suite de travaux ou de réglages, en mesurant directement la consommation avant/après l'opération
- *Fuite ou effet interactif* : Tout effet énergétique induit par le Plan d'action ou l'Action se produisant au-delà du périmètre considéré
- *Opération* : visite ou ensemble de visites ayant comme objectif la réduction de la consommation d'énergie sur un lieu spécifique (p. ex. un immeuble ou un petit ensemble d'immeubles à une localisation spécifique ou une villa). Dans ce document, les opérations mentionnées correspondent au type d'objet suivant :
 - Éco-social : logement social
 - Eco-logement : logement standard moyen
 - Visite Villa : villa de taille moyenne

- *Point de Puisage* : Point d'utilisation de l'eau par les usagers (robinet, douche, douchette, etc.)
- *Prestataire* : organisme chargé de coordonner les opérations et conseillers chargés de réaliser les prestations chez les ménages. Ces acteurs collectent les données utilisées pour le calcul ex-ante des économies d'énergie
- *Rapport de visite* : rapport rempli par le conseiller lors de la visite au ménage, contenant le détail des appareils installés dans le ménage

B. Calcul des économies d'électricité

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

Le périmètre de la méthodologie est la consommation électrique (énergie finale) du ménage.

Les économies électriques issues de la diminution de la consommation d'eau ou de chauffage sur les circulateurs, pompes, systèmes de production de chauffage, d'eau potable, ECS et d'assainissement des eaux usées ne sont pas considérés dans cette méthodologie, en dehors des ménages ayant une pompe à chaleur (PAC) ou boiler électrique comme agent de chauffage pour l'ECS.

2. Méthode de calcul des économies d'électricité et hypothèses

L'estimation des économies se réalise via des calculs ex-ante, dont les données et hypothèses ont été obtenues suite à des analyses ex-post sur les premières opérations réalisées ou sont issues de la littérature scientifique internationale.

a. Variables et paramètres considérés dans les équations

Les variables dans les équations ex-ante sont les suivantes :

- le nombre d'habitants par ménage ;
- le nombre de ménages équipés ;
- la proportion de points de puisage équipés par type.

Ces données varient pour chaque ménage et/ou pour chaque opération. Elles sont collectées pendant l'opération ou l'on considère une moyenne représentative de Genève.

Les paramètres sont les suivants :

- L'économie d'énergie utile obtenue grâce aux réducteurs installés ;
- Le facteur de pérennité, qui considère la part de ménages qui va enlever ou remplacer les équipements installés ;
- Le facteur de sensibilisation, qui considère les changements de comportement mis en place par les ménages qui ont été sensibilisé aux économies d'eau par les conseillers lors d'une visite à domicile².

²Les conseillers sont formés et chargés de transmettre les éco-gestes et comportements à adopter en lien avec le matériel installé afin de rendre les ménages plus sobres et réduire les risques de dérives (effet rebond par exemple).

Les valeurs de ces paramètres sont issues de la littérature internationale ou des données statistiques de l'OFEN. Les formules et données sous-jacentes au calcul des économies d'énergie utile obtenues grâce aux réducteurs installés sont détaillées dans les annexes.

Pour l'ensemble des équipements, on émet et retient l'hypothèse que le ménage considéré (chez qui on installe ou qui s'équipe de réducteurs) ne possédait pas de réducteurs de débit avant la visite ou l'achat de ce matériel.

Les données sont collectées et transmises :

- Soit par les conseillers via des rapports de visite, qui peuvent être plus ou moins complets selon les types d'opérations ;
- Soit via un reporting transmis par les magasins partenaires de Distributeurs Efficaces.

b. Protocole pour éviter les doubles comptages avec les installations de PAC

La méthodologie de calcul des économies liée à l'installation de PAC considère les économies d'électricité générées par le remplacement de technologie entre un chauffage électrique et l'installation d'une pompe à chaleur qui chauffe un volume d'eau chaude sanitaire déjà optimisé. La présente méthodologie considère les économies générées par la diminution de la consommation d'eau chaude sanitaire, évitant ainsi le double comptage.

c. Caractéristiques des appareils installés ou subventionnés

Réducteurs de débit pour les robinets (cuisine ou salle de bain) :

Les réducteurs ont des débits moyens de 5.5 l/min.

Pommeaux de douche ou réducteurs de débit pour les douches:

Les réducteurs ou pommeaux ont des débits moyens de 8 l/min.

d. Calculs d'économie par type d'appareil et par ménage

Pommeaux de douche

$$E_d = e_p \times N_h \times F_p \times F_s \times R \times \frac{1}{\eta} \quad (i)$$

E_d : L'économie électrique (énergie finale) pour le chauffage d'eau chaude sanitaire obtenue en installant les pommeaux de douche à faible débit (kWh/an)

e_p : économie d'énergie thermique utile par habitant obtenue grâce au pommeau de douche à faible débit³

Pour les appartements : $e_p = 101.25$ kWh/pers/an

Pour les villas : $e_p = 107$ kWh/pers/an

Si le type de logement n'est pas recensé, on considère que c'est un appartement.

³Détails de calcul à l'Annexe 1

N_h : Nombre d'habitants. Si ce n'est pas recensé, une moyenne de 2.3 est prise pour éco-social, 2.1 pour éco-logement et Distributeurs Efficaces, et 2.76 pour Visite villa⁴

$F_p = 0.70$: Facteur de pérennité, comptant pour la partie des habitants qui enlèvent ou remplacent les pommeaux de douche à faible débit (4)

$F_s = 1.05$: Facteur de sensibilisation, qui permet de considérer la transmission d'éco-gestes lorsque les réducteurs de débit sont installés lors d'une visite à domicile

R : Ratio des points de puisage équipés par rapport aux points de puisage présents pour le même usage. Si le ratio n'est pas connu, on considère que, en moyenne, un pommeau ou réducteur de douche par ménage est nécessaire pour couvrir 100% des points de puisage pour la douche

η : Rendement du système de chauffage

$\eta = 1$ pour un système de chauffage électrique

$\eta = 2.7$ pour une PAC

Robinets de salles de bain

$$E_{RB} = e_{RB} \times N_h \times F_R \times F_s \times R \times \frac{1}{\eta} \quad (ii)$$

E_{RB} : L'économie électrique (énergie finale) pour le chauffage d'eau chaude sanitaire obtenue en installant un réducteur de débit pour le robinet de la salle de bain (kWh/an)

e_{RB} = économie d'énergie thermique utile par habitant obtenue grâce au réducteur de débit⁵

Pour les appartements : $e_{RB} = 71$ kWh/pers/an

Pour les villas : $e_{RB} = 75$ kWh/pers/an

Si le type de logement n'est pas recensé, on considère que c'est un appartement.

N_h : Nombre d'habitants. Si ce n'est pas recensé, un moyen de 2.3 est pris pour éco-social, 2.1 pour éco-logement et Distributeurs Efficaces, et 2.76 visite villas.

$F_R = 0.88$: Facteur de pérennité, comptant pour la partie des habitants qui enlèvent ou remplacent les réducteurs de débit. (4)

$F_s = 1.05$: Facteur de sensibilisation, qui permet de considérer la transmission d'éco-gestes lorsque les réducteurs de débit sont installés lors d'une visite à domicile.

R : Ratio des points de puisage équipés par rapport aux points de puisage présents pour le même usage. Si le ratio n'est pas connu, on considère que, en moyenne, 1.2 réducteurs pour salle de bain sont nécessaires pour couvrir 100% des points de puisage pour la salle de bains.

⁴Office cantonal de la statistique - Statistique cantonale de la population, Statistique de la construction, 2010

⁵Détails des calculs à l'Annexe 2

η : Rendement du système de chauffage

$\eta = 1$ pour un système de chauffage électrique

$\eta = 2.7$ pour une PAC

Robinet de cuisines

$$E_{RC} = e_{RC} \times N_h \times F_R \times F_s \times R \times \frac{1}{\eta} \quad (iii)$$

E_{RC} : L'économie électrique (énergie finale) pour le chauffage d'eau chaude sanitaire obtenue en installant un réducteur de débit pour le robinet de la cuisine (kWh/an)

e_{RC} = économie d'énergie thermique utile par habitant obtenue grâce au réducteur de débit⁶

Pour les appartements : $e_{RC} = 105$ kWh/pers/an

Pour les villas : $e_{RC} = 111$ kWh/pers/an

Si le type de logement n'est pas recensé, on considère que c'est un appartement.

N_h : Nombre d'habitants. Si ce n'est pas recensé, un moyen de 2.3 est pris pour éco-social, 2.1 pour éco-logement et Distributeurs Efficaces, et 2.76 visite villas.

$F_R = 0.88$: Facteur de pérennité, comptant pour la partie des habitants qui enlèvent ou remplacent les réducteurs de débit.

$F_s = 1.05$: Facteur de sensibilisation, qui permet de considérer la transmission d'éco-gestes lorsque les réducteurs de débit sont installés lors d'une visite à domicile.

R : Ratio des points de puisage équipés par rapport aux points de puisage présents pour le même usage. Si le ratio n'est pas connu, on considère que, en moyenne, un réducteur pour la cuisine est nécessaire pour couvrir 100% des points de puisage pour la cuisine.

η : Rendement du système de chauffage

$\eta = 1$ pour un système de chauffage électrique

$\eta = 2.7$ pour une PAC

Economies totales par an :

$$Em = (E_d + E_{RB} + E_{RC})$$

Em : économie électrique totale par ménage en kWh/an

$$E_{tot} = \sum_{k=1}^n Em_k / 1'000$$

E_{tot} : économie électrique totale en MWh/an pour l'ensemble des ménages

⁶Détails des calculs à l'Annexe 3

Annexe 1 : Pommeaux de douche

$$e_P = \underbrace{\left(V_{total} * V_{\%Pommeaux} * \frac{T_m - T_f}{T_c - T_f} \right)}_{\text{Volume d'eau consommée via les pommeaux de douche}} * \underbrace{\left(\frac{D_{avant} - D_{après}}{D_{avant}} \right)}_{\text{Taux de réduction de débit}} * \frac{4186}{3600} * 10^{-3} * (T_c - T_f) * 365$$

Volume d'eau chaude sanitaire consommée via les pommeaux de douche

Avec :

e_P : économie d'énergie utile obtenue grâce au pommeau de douche à faible débit (kWh/pers/an)

V_{total} : Consommation domestique d'eau moyenne en suisse (L/personne/jour)

Pour les appartements : $V_{total} = 142$ L/pers/jr (pour l'année 2018) (7)

Pour les villas : $V_{total} = 150$ L/pers/jr⁷

$V_{\%Pommeaux} = 16.8\%$: Taux d'eau consommée via les pommeaux par rapport à la consommation totale (8)

$T_m = 39^\circ\text{C}$: Température moyenne d'eau utilisée dans les douches (6)

$T_f = 13^\circ\text{C}$: Température d'eau froide (4)

$T_c = 55^\circ\text{C}$: Température d'eau chaude distribuée (après mixeur du stock d'ECS) (4)

$D_{avant} = 13\text{L/min}$: Débit moyen du pommeau de douche normal (10)

$D_{après} = 8\text{L/min}$: Débit moyen du pommeau de douche ou du régulateur de douche efficient proposé par éco21

⁷On fait l'hypothèse que dans les villas la consommation par personne est légèrement supérieure que dans les appartements. Cette donnée et cette hypothèse sont reprises pour les robinets de salle de bain et de cuisine ci-après.

Annexe 2 : Robinets salles de bain

$$e_{RB} = \underbrace{\left(V_{total} * V_{\%robinet} * \frac{T_m - T_f}{T_c - T_f} \right)}_{\text{Volume d'eau consommée via les robinets de salles de bain}} * R_{débit} * \frac{4186}{3600} * 10^{-3} * (T_c - T_f) * 365$$

$\underbrace{\hspace{10em}}$
 Volume d'eau chaude sanitaire consommée via les robinets de salles de bain

Avec :

e_{RB} = économie d'énergie utile obtenue grâce au réducteur de débit (kWh/pers/an)

V_{total} : Consommation domestique d'eau moyenne en suisse (L/personne/jour)

Pour les appartements: $V_{total} = 142$ L/pers/jr (pour l'année 2018)

Pour les villas: $V_{total} = 150$ L/pers/jr

$V_{\%robinet} = 11.3\%$: Taux d'eau consommée via les robinets de salles de bain par rapport à la consommation totale (7)

$T_m = 36.2^\circ\text{C}$: Température moyenne d'eau utilisée dans les robinets des salles de bain⁸

$T_f = 13^\circ\text{C}$: Température d'eau froide

$T_c = 55^\circ\text{C}$: Température d'eau chaude

$R_{débit} = 45\%$: Taux de réduction de débit d'eau après installation du réducteur de débit (4)

⁸Les mesures réalisées par cette étude sont pour les douches. On suppose que la température des robinets de salles de bain est proche.

Annexe 3 : Robinets cuisines

$$e_{RC} = \underbrace{\left(V_{total} * V_{\%robinetc} * \frac{T_m - T_f}{T_c - T_f} \right)}_{\text{Volume d'eau consommée via les robinets de cuisine}} * R_{débit} * \frac{4186}{3600} * 10^{-3} * (T_c - T_f) * 365$$

Volume d'eau consommée via les robinets de cuisine

Volume d'eau chaude sanitaire consommée via les robinets de cuisine

Avec :

e_{RC} = économie d'énergie utile obtenue grâce au réducteur de débit (kWh/pers/an)

V_{total} : Consommation domestique d'eau moyenne en suisse (L/personne/jour)

Pour les appartements: $V_{total} = 142$ L/pers/jr (pour l'année 2018)

Pour les villas: $V_{total} = 150$ L/pers/jr

$V_{\%robinetc} = 15.5\%$: Taux d'eau consommée via les robinets des cuisines par rapport à la consommation totale (7)

$T_m = 38^\circ\text{C}$: Température moyenne d'eau utilisée dans les robinets des cuisines (6)

$T_f = 13^\circ\text{C}$: Température d'eau froide

$T_c = 55^\circ\text{C}$: Température d'eau chaude

$R_{débit} = 45\%$: Taux de réduction de débit d'eau après installation du réducteur de débit