

Énergie et société

Choix et comportements

Ici, on aimerait faire réfléchir les élèves à des questions qui touchent à certaines options énergétiques et à certains comportements (choix du consommateur, isolation des maisons, agriculture écologique) ainsi que sur le concept de « tournant énergétique ».

La « Société à 2000 W » est un concept souvent évoqué dans les médias à l'heure des grands débats politiques sur la transition.

*Parmi les document d'accompagnement de cet atelier, on en trouve un intitulé **La Société à 2000 W - Théorie et exercice**. C'est une ressource pour l'enseignant qui peut en tirer des idées utiles à la pratique de classe. La dernière page de ce document propose un petit exercice pour voir si l'on est devenu expert en la matière, exercice qui montre que ce concept n'est de loin pas compris par tous, y compris par ceux qui s'en réclament.*

Situations-problèmes

Société & politique (également proposées sur le thème [Énergie et climat](#))

- CL 4.01*** réchauffement climatique politique COP21
- EC 4.05**** centrale à biogaz, couplage chaleur-force et fabrication de pellets
- EC 4.06**** centrale à biogaz, couplage chaleur-force, avantages et rendement (OSMEP)

* La situation-problème EC 4.01 est aussi proposée dans les activités proposées sur le thème *Énergies et géopolitique*, et sur le thème *Énergie et climat*

** Les situations-problèmes EC 4.05 et EC 4.06 sont aussi proposées dans les activités proposées sur le thème *Énergie et climat* et sur le thème *Concept d'exercice*

Société & bâtiments

- EC 4.01** pertes thermiques d'un immeuble - thermophotographie
- EC 4.02** certificat énergétique des bâtiments (CECB)

Société & ménage

- EC 4.03** Choix d'un aspirateur (étiquette énergétique)
- EC 4.04** Choix d'un réfrigérateur-congélateur (étiquette énergétique)
- ME 2.07** puissance de quelques appareils électriques et énergie consommé
- ME 2.13** étiquette énergie pour des lave-vaisselle
- ME 2.08** coût de l'énergie électrique, facture (OSMEP)
- ME 3.08** prix de revient de l'énergie électrique - Facture Groupe E 32 613 327
- CE 3.01** coût de l'énergie selon le type de lampe utilisée
- ME 3.11** prix de l'énergie et prix de l'eau pour un lave-vaisselle (OSMEP)

Société & éclairage

- ME 1.05** durée de fonctionnement avec 1 Wh pour des lampes de type différent
- TE 2.03** rendement des lampes (OSMEP)
- TE 3.01** comparaison des éclairage de deux lampes (OSMEP)

QCM Énergie

À propos d'énergie renouvelable et de politique : Items Nos 3, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 77

À propos d'énergie dans un ménage : Items Nos 73 et 74

À propos d'éclairage: Item No 76

Atelier sur le thème **Approche de l'Énergie (ApEn)**

Pages suivantes :

Situations-problèmes

Energie - réchauffement climatique politique COP21**Consigne :**

Le texte qui suit est tiré de l'ouvrage "+4°C, le climat change... et vous ?", Xavier Montserrat, Ed. Eyrolles :

Pour que le changement climatique reste sous contrôle, il faudrait que 80 % des gisements de charbon, 50 % du gaz et le tiers du pétrole connu restent dans le sol alors qu'il est possible de l'en extraire. Notre consommation, d'ici à 2050, ne devrait pas représenter plus d'un tiers des réserves prouvées de combustibles fossiles afin de ne pas dépasser les 2°C de réchauffement maximal.

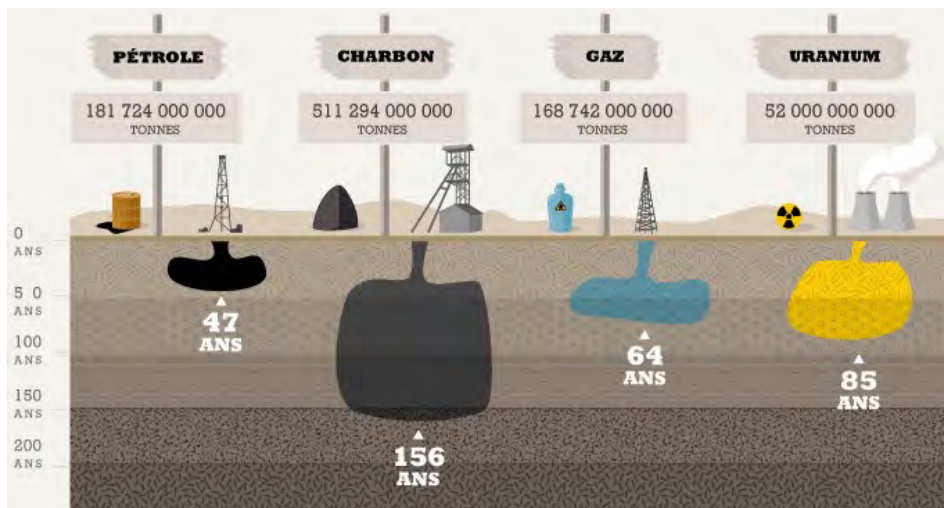
Pour réussir, le prochain sommet climatique devra décider de laisser inexploitée une très grande partie des ressources d'énergie fossile identifiées à ce jour.

Ce livre a été publié quelques semaines avant ce sommet. La Conférence de Paris sur les changements climatiques a eu lieu du 30 novembre au 12 décembre 2015 à Paris (COP21).

Est-ce que, lors de cette COP21, des décisions ont été prises dans le sens décrit ci-dessus par Xavier Montserrat ?

Document(s)

Biogaz et couplage chaleur-force



Réserves en tonnes équivalent pétrole au rythme de la consommation de l'année 2009
Source: http://www.pactes-energie.org/wp-content/uploads/2011/09/reserves_energetiques1.png

Energie - réchauffement climatique politique COP21**CL4.01****Atelier énergie 13 Esoc 14 Clim****Phase discussion****Concepts énergie consommation réserves****Sujet ou sélection BDRP Réchauffement climatique****Indications didactiques**

C'est essentiellement une recherche dans les médias (journaux, revues, Internet) qui est attendue des élèves.

Ce type de situation-problème peut servir à amorcer des discussions.

Alors qu'ils étaient nombreux, il y a quelques années, à simplement nier la réalité du réchauffement climatique, plus personne ne tient encore une telle position aujourd'hui excepté quelques originaux, souvent les mêmes qui se revendiquent du créationnisme. Ce qui est parfois encore discuté, c'est l'importance des rejets de gaz à effet de serre dus à l'activité humaine ou les conséquences du réchauffement climatique.

Il est possible de demander aux élèves de réaliser un débat sur l'une ou l'autre de ces questions.

Théorie**Éléments de réponse.**

La COP21 s'est achevée le 13 décembre 2015 avec deux jours de retard par un "accord historique" et "contraignant" évoquant même l'objectif des 1,5°C de réchauffement. Ce qui est historique dans ce accord, c'est que toutes les parties l'ont signé. Et si les pays les plus vulnérables l'ont adopté c'est précisément parce que cette limite de 1,5°C y figure. Pourtant nombreux sont ceux à ne pas y croire.

Le texte même de l'accord parle d'un «écart significatif» entre les engagements des États quant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'objectif, non seulement des 1,5°C mais également celui des 2°C de réchauffement climatique.

Il est précisé dans le texte que les promesses faites devraient limiter les émissions à 55 milliards de tonnes de gaz à effet de serre (en équivalent CO₂) en 2030 alors qu'il ne faudrait pas dépasser les 40 milliards de tonnes pour espérer ne pas dépasser les 2°C. C'est ainsi que le texte de l'accord est qualifié de schizophrénique par certains observateurs.

En fait, l'accord de Paris ne fixe pas de limite quant aux quantités de combustibles pouvant être consommées. Il protège les engagements pris par les états pour diminuer la production des gaz à effet de serre.

La COP21 n'a pas instauré d'organismes de contrôle supranational ni prévu de sanctions. Le caractère contraignant relève des engagements des états.

Energie - centrale à biogaz, couplage chaleur-force et fabrication de pellets**Consigne :**

L'illustration montre une installation de la campagne fribourgeoise qui produit du biogaz, essentiellement du méthane. Ce méthane est brûlé dans une chaudière couplée à une turbine qui actionne un générateur électrique. L'énergie électrique est injectée dans le réseau.

L'installation comporte en outre une petite usine de fabrication de copeaux de bois (pellets). Ces pellets sont produits à partir de déchets de bois de la région. La chaleur non convertie en électricité dans le groupe électrogène est récupérée pour alimenter un séchoir dans lequel les pellets sont déshydratés pour pouvoir être commercialisés.

Quand on fabrique de l'électricité en récupérant la chaleur produite, on parle de couplage chaleur-force ou de cogénération.

Quel intérêt, quels avantages, et peut être quels inconvénients présente une telle installation ?

Document(s)

Biogaz et couplage chaleur-force



Source: <http://www.greenwatt.ch/aquarius/slir/w290-h150-c290:150/pictures/content/DSC09934.jpg?cdate=5491>

Energie - centrale à biogaz, couplage chaleur-force et fabrication de pellets EC4.05

Atelier énergie 13 Esoc 14 Clim

Phase discussion

Concepts biogaz méthane CO₂ pollution effet de serre couplage chaleur-force

Sujet ou sélection BDRP Biogaz et cogénération

Indications didactiques

Il est probable que les élèves ne manqueront pas d'idées quant à l'intérêt d'une telle installation.

Les propositions de élèves pourront être discutées.

L'enseignant pourra apporter ses explications, inviter les élèves à se documenter sur Internet et/ou remettre le document "Biocarburant et couplage chaleur-force".

Ce type de situation-problème peut servir à amorcer une réflexion.

La question de savoir quel est l'impact des efforts réalisés en Suisse pour diminuer les rejets de CO₂ peut faire l'objet d'un intéressant débat. (voir le problème "Én - émission de CO₂ dans le monde et en Suisse")

(Voir le document "Biocarburant et couplage chaleur-force")

Energie - centrale à biogaz, couplage chaleur-force, calcul rendement

Consigne :

De plus en plus, on voit des fermes qui s'équipent d'installation de production de biogaz. Ce biogaz est brûlé dans une chaudière couplée à une turbine qui actionne un générateur électrique. L'énergie électrique est envoyée dans le réseau et, généralement, la chaleur est récupérée pour du chauffage à distance. On parle de couplage chaleur-force ou de cogénération.

L'illustration montre la plaquette signalétique qui est apposée sur la porte d'accès à la machinerie d'une ferme de la région fribourgeoise qui produit du biogaz. Cette machinerie permet d'injecter de l'énergie électrique dans le réseau et la chaleur qui en sort sert à sécher des copeaux de bois (pellets).

- Quel est le principal avantage du couplage chaleur force ?
- Quel est le rendement global de l'installation décrite par la plaquette signalétique.

Document(s)

Problème rendement cogénération

Biogaz et couplage chaleur-force

Photo JCN

avesco CAT		Avesco AG BHKW Energiesysteme Grüngenstrasse 19 CH-4416 Bubendorf		CE
Energiesysteme		Tel. 0848 636 636 Fax 061 935 10 99		
Typ	AGRO 370			
Auftrags Nr.	11M0399	Baujahr	2011	
Brennstoff	Biogas	Nennzahl	1500min-1	
Nennleistung	(ICFN)	463 kVA / 370 kW (bei cos-phi 0.8)		
Brennstoffleistung	911 kW	Nennspannung bei 50Hz	3x400 / 230 VAC	
Thermische Leistung	409 kW	Nennstrom bei 400VAC	720 A	
Masse	23500 kg	Kurzschlussstrom	1440 A	
Funktionsgrad	DIN 57 875	Steuerspannung	230 VAC / 24 VDC	

Energie - centrale à biogaz, couplage chaleur-force, calcul de rendement**EC4.06****Atelier énergie 13 Esoc 14 Clim****Phase discussion****Concepts biogaz méthane CO₂ pollution effet de serre couplage chaleur-force****Sujet ou sélection BDRP Biogaz et cogénération*****Indications didactiques***

Il est probable que les élèves auront des idées quant à l'avantage du couplage chaleur force .

Les propositions des élèves pourront être discutées.

L'enseignant pourra apporter ses explications, inviter les élèves à se documenter sur Internet et/ou leur remettre le document "Biocarburant et couplage chaleur-force".

Ce type de situation-problème peut servir à amorcer une réflexion.

La question de savoir quel est l'impact des efforts réalisés en Suisse pour diminuer les rejets de CO₂ peut faire l'objet d'un intéressant débat. (voir le problème "Énergie - émission de CO₂ dans le monde et en Suisse")

Quant au calcul du rendement, il ne sera faisable que par des élèves ayant déjà eu l'occasion de travailler avec ce concept. Le calcul est facile à partir du moment où l'on sait de quoi on parle. Le document "Biocarburant et couplage chaleur-force" comporte le calcul détaillé de ce rendement.

(Voir le document "Biocarburant et couplage chaleur-force")

Energie - pertes thermiques d'un immeuble - thermophotographie

Consigne :

La thermophotographie se fait avec une caméra spéciale qui capte non pas la lumière visible, mais le rayonnement infrarouge. Les images ne montrent pas les couleurs, ombres et lumière des objets observés mais la température de chacun de ces objets.

Dans le document ci-joint, l'échelle des couleurs va du plus froid qui est noir au plus chaud qui est blanc en passant par les couleurs intermédiaires bleu foncé, violet, orange foncé, orange clair, jaune-orange, jaune foncé, jaune clair.

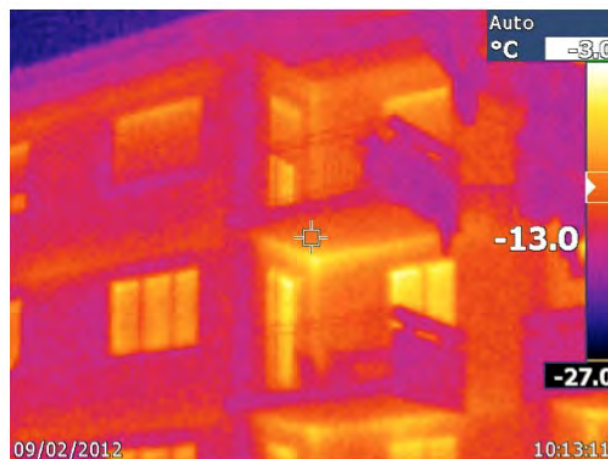
Quelles observations peux-tu faire pour chacune des 4 thermophotographies ?

Que proposerais-tu au propriétaire de cet immeuble s'il voulait le rénover ?

Document(s)

Thermophotographie sans observations

Thermophotographie avec observations



Caméra thermique et thermophotographie d'un immeuble

Energie - pertes thermiques d'un immeuble - thermophotographie

EC4.01

Atelier énergie 13 ESoc

Phase discussion

Concepts pertes température thermophotographie isolation thermique

Sujet ou sélection BDRP Energie dans les bâtiments

Energie - certificat énergétique des bâtiments (CECB)

Consigne :

CECB veut dire "Certificat énergétique cantonal des bâtiments". C'est un document officiel que tout propriétaire d'un immeuble habité peut faire établir par un expert. Dans sa version simplifiée ce document comporte 4 pages. Il décrit l'état énergétique du bâtiment et contient des recommandations à appliquer en cas de rénovation.

La première page du CECB comporte une sorte d'étiquette qui, à la manière des étiquettes énergétiques des appareils ménagers, donne un classement allant de **A** à **G**, **A** étant accordé aux bâtiments les meilleurs énergiquement et **G** étant attribué aux bâtiments les plus mauvais.

Il y a deux étiquettes, l'une concerne l'efficacité de l'enveloppe et l'autre concerne l'efficacité énergétique globale. La première se rapporte aux besoins d'énergie pour le chauffage, l'autre se rapporte à l'ensemble des besoins énergétiques qui comprennent l'eau chaude, l'éclairage, la consommation des appareils électriques (lave-vaisselle, lave-linge, four, frigo, congélateur....).

Le document ci-joint présente la première page de deux certificats énergétiques concernant chacun une maison familiale. Que nous apprennent ces deux certificats ?

Document(s)

CECB 2 exemples



Illustration et logo concernant le CECB
Source: <http://www.sol-air.ch/CECB-et-isolation-du-batiment/>

Energie - certificat énergétique des bâtiments (CECB)**EC4.02****Atelier énergie 13 ESoc**

Phase	discussion
Concepts	pertes température isolation thermique bilan énergétique
Sujet ou sélection BDRP	Energie dans les bâtiments

Indications didactiques

Beaucoup d'observations peuvent être faites par les élèves par la comparaison de ces deux certificats énergétiques.

Selon le degré d'autonomie et d'engagement des élèves, on peut leur poser des questions telles que, par exemple :

- Qu'est-ce qui fait qu'une des maisons se classe mieux que l'autre ?
- Qu'est-ce qui peut faire que la première maison ait une efficacité énergétique globale meilleure que son efficacité d'enveloppe alors que c'est le contraire pour la deuxième maison ?
- Qu'est-ce qui peut faire que la première maison produise plus de CO₂ que la deuxième maison ?

On peut par exemple faire travailler les élèves en groupes puis comparer les observations des divers groupes.

Cette situation-problème permet de lancer des débats sur plusieurs questions dans la classe.

Théorie

Indications techniques :

les kWh/(m² a) chiffrent le nombre de kilowattheures par m² et par année. Les m² concernent la surface totale des locaux chauffés. Les émissions de CO₂ se comptent en kilogrammes par an (kg/a). Les besoins en chauffages se mesurent en kWh/(m²a) ou en litres par an (l/a), les litres étant des litres de mazout.

Le premier CECB concerne une ancienne construction (1941) réalisée sans souci particulier d'efficacité énergétique. À cette époque on construisait parfois encore avec des murs de pierre très épais, mais très peu isolants. Les fenêtres étaient à vitrage simple parfois munies de doubles fenêtres que l'on installait à la saison froide. Si l'efficacité énergétique globale n'est pas catastrophique, c'est que les habitants ont installé un éclairage économe et se sont équipés d'appareils ménagers efficaces.

Le second CECB concerne une maison familiale qui a été conçue à une époque (1989) où les préoccupations écologiques commençaient à prendre de l'importance dans la société. Le propriétaire avait déjà construit selon des exigences assez élevées d'isolation thermique des murs et du toit et les vitrages de ses fenêtres étaient parmi les premiers qui comportaient un triple vitrage.

Aujourd'hui, pour qu'un permis de construire puisse être délivré, un nouveau bâtiment doit pouvoir prétendre à la classe A ou B aussi bien en ce qui concerne l'efficacité de l'enveloppe qu'en ce qui concerne l'efficacité énergétique globale. Pour un label Minergie, il faudrait installer une pompe à chaleur et/ou des capteurs solaires.

Energie - Choix d'un aspirateur (étiquette énergétique)**Consigne :**

Le document ci-joint est un comparatif de trois modèles d'aspirateurs.

Si tu devais conseiller la personne qui fait le ménage chez toi, que lui dirais-tu à propos des ces aspirateurs ?

Document(s)

Trois aspirateurs

Aspirateurs Légende étiquette



Images tirées des sites Internet <http://www.miele.ch/fr/c/aspirateurs> et <https://www.nettoshop.ch/fr/Ménage-petits-appareils/Aspirer-et-nettoyer/Aspirateur/Aspirateur-avec-sac/Electrolux-New-Ergospace-ESARKETTO-Aspirateur/p/IP060811>

Energie - Choix d'un aspirateur (étiquette énergétique)**EC4.03****Atelier énergie 13 ESoc****Phase discussion****Concepts bilan énergétique efficacité caractéristique
appareil ménager****Sujet ou sélection BDRP Energie dans le ménage*****Indications didactiques***

Il ne sera pas évident pour les élèves de décrypter le contenu des étiquettes énergie.

Le mieux est qu'ils fassent des hypothèses et que ces hypothèses soient discutées. Ce peut être en travail de groupes.

Ensuite, il y a deux possibilités pour que les élèves vérifient leurs hypothèses :

- les laisser chercher les informations sur Internet
- leur donner le deuxième document "Aspirateurs Légende étiquette "

Cette situation-problème permet de lancer des débats sur plusieurs questions dans la classe.

(Voir le document "Aspirateurs Légende étiquette")

Energie - Choix d'un réfrigérateur-congélateur (étiquette énergétique)

Consigne :

Le document ci-joint est un comparatif de trois modèles de réfrigérateurs-congélateurs.

Questions

1. Si tu devais conseiller la personne qui fait le ménage chez toi, que lui dirais-tu à propos des ces aspirateurs?
2. Le premier appareil n'est pas vendu en Suisse. Pour quelles(s) raison(s) à ton avis ?
3. Quels arguments pourraient conduire à choisir entre le deuxième et le troisième de ces réfrigérateurs-congélateurs ?

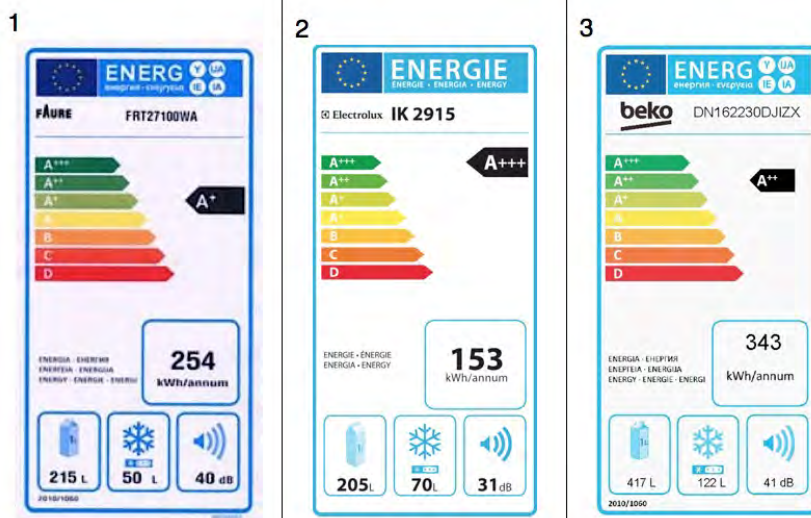
Document(s)

Trois réfrigérateurs-congél

Réfrigérateurs Légende étiquettes

Législation Classe énergétiques

Images tirées des sites Internet <http://www.miele.ch/fr/c/aspirateurs> et <https://www.nettoshop.ch/fr/Ménage-petits-appareils/Aspirer-et-nettoyer/Aspirateur/Aspirateur-avec-sac/Electrolux-New-Ergospace-ESPAKETTO-Aspirateur/p/IP060811>



Energie - Choix d'un réfrigérateur-congélateur (étiquette énergétique)**EC4.04****Atelier énergie 13 ESoc****Phase discussion****Concepts bilan énergétique efficacité caractéristique appareil ménager****Sujet ou sélection BDRP Energie dans le ménage*****Indications didactiques***

On peut s'attendre à ce que certains élèves devinent pourquoi le premier modèle de réfrigéraeur-congélateur présenté ne peut pas se vendre en Suisse.

Pour répondre aux autres question, le mieux est qu'ils fassent des hypothèses et que ces hypothèses soient discutées. Ce peut être en travail de groupes.

Ensuite, il y a deux possibilités pour que les élèves vérifient leurs hypothèses :

- les laisser chercher les informations sur Internet
- leur donner le deuxième document "Réfrigérateurs Légende étiquette"
- leur donner le troisième document "Législation Classe énergétiques"

Cette situation-problème permet de lancer des débats sur plusieurs questions dans la classe.

(Voir les documents "Réfrigérateurs Légende étiquettes" et "Législation Classe énergétiques")

Electricité - puissance de quelques appareils électriques et énergie consommée

Consigne :

Tu disposes de divers appareils électriques sur lesquels figure une indication de puissance. C'est le nombre de watts (W).

Branche le cordon sur une prise par l'intermédiaire du multimètre réseau. Vérifie si le nombre de watts est bien celui indiqué sur l'appareil. Recommence avec les autres appareils.

Que t'inspirent les résultats obtenus ?

Reprends les appareils un à un et mesure maintenant l'énergie qu'ils consomment en deux minutes précises. Utilise une montre avec les secondes ou un chronomètre.

Les énergies consommées étaient-elles prévisibles ?

Matériel à disposition

- appareils électriques portant l'indication de puissance (au moins 4)
- multimètre réseau
- montre avec secondes ou chronomètre
- panneau d'installation électrique (éventuellement)

Electricité - puissance de quelques appareils électriques et énergie consommée**ME2.07****Atelier énergie 13 ESoc**

Phase	conceptualisation
Concepts	énergie puissance temps
Sujet ou sélection BDRP	Energie dans le ménage

Indications didactiques

Le plus souvent une étiquette figure sur l'appareil électrique avec des indications de nombre de volts (V), d'ampères (A) et de watts (W) ou kilowatts (kW).

Un multimètre réseau permet de connaître, à un instant donné, le nombre de volts (pression ou tension) à la prise électrique, le nombre d'ampères (courant) qui circulent au travers de l'appareil raccordé et le nombre de watts (puissance) de cet appareil. Le multimètre donne en plus la consommation totale d'énergie en kilowattheures (kWh) pendant la durée de fonctionnement. Il y a des différences plus ou moins grandes entre la puissance indiquée sur l'appareil et celle qui est mesurées par le multimètre.

En règle générale, les appareils ménagers munis d'un corps de chauffe, tels un radiateur, un fer à repasser, une bouilloire, un réchaud électrique, un grille-pain, ... consomment nettement plus d'énergie que les appareils qui ne sont dotés que d'un moteur (mixer, hachoir, rasoir, ...).

Théorie

L'énergie se mesure en wattheures (Wh) et la puissance en wattheures par heure, c'est à dire en watts ($\text{Wh}/\text{h} = \text{W}$).

Deux causes principales expliquent les différences entre la puissance écrite sur l'appareil et la puissance mesurée.

La puissance réelle dépend de la tension électrique qui varie entre 225 volts et 235 volts. Plus la tension est élevée, plus la puissance l'est également.

Il y a des fluctuations dans la construction des appareils qui font que des appareils identiques n'ont pas tous la même puissance.

Si l'on se représente l'énergie comme la quantité d'un fluide invisible, on peut se représenter la puissance comme le débit de ce fluide.

Analogie: Si une quantité d'eau qui s'écoule d'un robinet (nombre de litres) représente l'énergie, le débit de ce robinet (nombre de litres par seconde ou par minute ou par heure) représente la puissance.

Energie - étiquette énergie pour des lave-vaisselle

Consigne :

Tu dispose d'un document comparatif de 4 lave-vaisselle qui se trouvent dans le commerce, vendus par différents magasins ou sur des sites internet.

Ce document donne, pour chaque modèle un certain nombre de données dont la classe énergétique.

Sers-toi du document "Étiquettes énergie" pour expliquer ce que signifient ces A++ +/A, ++/A et +/A

Matériel à disposition

- [poste de consultation de pages Internet \(éventuellement\)](#)

Document(s)

Comparatif lave-vaisselle

Étiquettes énergie

Energie - étiquette énergie pour des lave-vaisselle

ME2.13

Atelier énergie 13 ESoc

Phase conceptualisation

Concepts énergie temps

Sujet ou sélection BDRP Energie dans le ménage

Indications didactiques

Si la résolution de ce problème est trop difficile, on peut procéder par hypothèses successives (utiliser un tableur facilite énormément les choses!)

Energie - coût de l'énergie électrique, facture

Consigne :

Tu disposes ici de la première page d'une facture-exemple d'électricité du distributeur Groupe E SA.

C'est un décompte final pour une année de consommation (362 jours exactement) d'un consommateur fictif, monsieur Jean Exemple.

Cette facture montre comment se décompose le montant à payer:
Une part pour l'énergie, une part pour les frais de distribution, une part pour Swissgrid et une part pour des taxes.

Mais que recouvre chacune de ces 4 parts ?
Fais une petite recherche pour savoir de quoi il en retourne.

Document(s)

Facture M. Exemple du Groupe E
page 1

Facture M. Exemple Groupe E
Décomposition

Facture M. Exemple Groupe E
pages1à4 (pour la vérification)

Tarif double Groupe E
(éventuellement)

Tarifs Romande Energie
(éventuellement)

Energie - coût de l'énergie électrique, facture**ME2.08****Atelier énergie 13 ESoc****Phase conceptualisation****Concepts énergie économie****Sujet ou sélection BDRP Energie dans le ménage OSMEP****Indications didactiques**

On trouve sur les décomptes (généralement annuels) le nombre de kilowattheures (kWh) consommés. La facture se décompose en plusieurs postes. L'un de ces postes concerne l'énergie consommée. Il mentionne le prix du kWh. Les autres postes se rapportent à diverses taxes dont certaines sont des forfaits et d'autres sont proportionnelles à l'énergie consommée.

Théorie

Les distributeurs d'électricité facturent leurs prestations selon 4 postes principaux:

- 1) Énergie - Facturation des kWh consommés
- 2) Distribution - Coût d'entretien du réseau; comprend la taxe fixe pour le compteur électrique et une taxe proportionnelle à la consommation
- 3) Swissgrid - Frais facturés pour le transport de l'énergie sur les réseaux à haute tension; frais proportionnels à l'énergie consommée
- 4) Taxes fédérale(s), cantonale(s) et communale(s), frais proportionnels à l'énergie consommée. (Voir le document explicatif du Groupe E "Facture Groupe E-décompositions")

Energie - coût de l'énergie selon le type de lampe utilisée

Consigne :

Avec un prix de l'énergie électrique de 25 centimes le kilowattheure, combien économise-t-on sur une année, en s'éclairant 5 heures par jour, si on emploie une lampe économique plutôt qu'une lampe à incandescence ?

Matériel à disposition

- chronomètre
- lampe à incandescence de puissance connue (assez élevée)
- lampe économique dont le flux lumineux [lumen] est proche de celui de la lampe à incandescence et dont la puissance est connue
- compteur électrique ou multimètre réseau (éventuellement)

Document(s)

Production de lumière à partir de l'électricité (éventuellement)

Energie - coût de l'énergie selon le type de lampe utilisée**CE3.01****Atelier énergie 13 ESoc****Item Vous avez dit énergie 7.01****Phase Réinvestissement****Concepts énergie techno_lampes****Sujet ou sélection BDRP****Indications didactiques**

Telle que présentée ici, il s'agit bien d'une situation-problème de réinvestissement. On peut toutefois la considérer comme une situation de conceptualisation en laissant les élèves faire des hypothèses et vérifier ces hypothèses par des recherches d'informations.

Le problème est ici posé dans une formulation qui permet de répondre uniquement en termes d'économie sur l'énergie consommée. Toutefois, cette formulation ne ferme pas la porte à une réflexion plus poussée qui prendrait en compte le prix d'achat et la longévité des deux types de lampes. Ce problème pourra devenir par la suite une étude de cas.

Le problème peut être résolu simplement à partir des puissances indiquées, sans que l'élève fasse des mesures.

Une variante consiste à demander à l'élève de vérifier les puissances à l'aide du multimètre réseau ou d'un compteur. Une autre variante consiste à masquer les indications de puissance des lampes et de raisonner à partir de mesures (l'élève doit connaître les flux lumineux pour que la comparaison des coûts ait un sens).

Les élèves sont très étonnés de découvrir que le rendement de la lampe à incandescence n'est que de 5% : *"mais alors, y a même pas une goutte sur cinq qu'on peut mettre dans la flèche lumière à la sortie de la lampe ?"*, *"même pour la lampe économique, ça n'en fait qu'une et quatre en chaleur !"*. Ils calculent et comparent le prix de l'énergie avec les deux types d'ampoules. Les groupes qui peinent un peu dans ces calculs peuvent se faire aider par ceux qui trouvent que c'est facile.

Une économie de Fr. 36.50 par année semble dérisoire aux yeux de certains élèves et très importante à d'autres. Certains ne manquent pas de souligner que la lampe économique coûte plus cher à l'achat que la lampe ordinaire et qu'il faudrait en tenir compte pour savoir si, financièrement parlant, l'économie est réelle.

Théorie

Voir document "Tableau comparatif lampes"

Voir aussi le document plus général "Production de lumière à partir d'électricité".

Energie - prix de revient de l'énergie électrique - Facture Groupe E 32 613 327**Consigne :**

Tu disposes ici d'une facture d'électricité (N° E 32 613 327)

Sur cette facture,

- quelle est la période de facturation ?
- combien de kilowattheures (kWh) sont facturés ?
- quel est le prix total à payer pour ces kWh ?
- à combien revient le prix du kWh ?

Écris tes réponses pour chaque facture

Document(s)

Facture Groupe E 32 613 327

Facture Groupe E 32 613 327 Prix
de revient (pour la vérification)

Energie - prix de revient de l'énergie électrique - Facture Groupe E 32 613 327

ME3.08

Atelier énergie 13 ESoc

Phase réinvestissement

Concepts énergie économie

Sujet ou sélection BDRP Energie dans le ménage

Indications didactiques

On trouve sur les décomptes (généralement annuels) le nombre de kilowattheures (kWh) consommés. La facture se décompose en plusieurs postes. L'un de ces postes concerne l'énergie consommée. Il mentionne le prix du kWh. Les autres postes se rapportent à diverses taxes dont certaines sont des forfaits et d'autres sont proportionnelles à l'énergie consommée.

Théorie

Les distributeurs d'électricité facturent leurs prestations selon 4 postes principaux:

- 1) Énergie - Facturation des kWh consommés
- 2) Distribution - Coût d'entretien du réseau; comprend la taxe fixe pour le compteur électrique et une taxe proportionnelle à la consommation
- 3) Swissgrid - Frais facturés pour le transport de l'énergie sur les réseaux à haute tension; frais proportionnels à l'énergie consommée
- 4) Taxes fédérale(s), cantonale(s) et communale(s); frais proportionnels à l'énergie consommée.

(Voir le document explicatif du Groupe E "Facture Groupe E-décompositions")

Dans la facture présentée ici, le montant total, hors TVA est de CHF 1'396.88

La TVA s'applique à ce total sauf à CHF 13.11 de taxes cantonales.

La TVA est donc de 8% sur CHF 1'383.77, ce qui donne CHF 110.71.

C'est ainsi que s'explique le montant final de CHF 1'507.59

L'énergie consommée s'élève à un total de 7'283 kWh

Le prix final de revient de l'énergie électrique est donc ici de

$1'507.59 : 7'283 = 0.207$ CHF/kWh, soit de 20.7 centimes par kilowattheure.

Energie - prix de l'énergie et prix de l'eau pour un lave-vaisselle

Consigne :

Tu dispose d'un document comparatif de 4 lave-vaisselle qui se trouvent dans le commerce, vendus par différents magasins ou sur des sites internet.

Ce document donne, pour chaque modèle un certain nombre de données dont en particulier:

- le coût annuel de l'électricité et de l'eau
- la consommation annuelle d'eau
- la consommation annuelle d'électricité

Avec les indications concernant un seul lave-vaisselle, on ne peut pas savoir le prix du kWh, ni le prix du litre d'eau pris en compte.

Mais en utilisant les informations concernant deux lave-vaisselle, on peut trouver ces prix et les vérifier avec les autres lave-vaisselle.

Attention: le prix de l'eau est toujours donné en CHF par m³ c'est à dire pour 1'000 litres

Si la résolution de ce problème est trop difficile, on peut procéder par hypothèses successives (utiliser un tableur facilite énormément les choses!)

Matériel à disposition

- [poste de consultation de pages Internet \(éventuellement\)](#)

Document(s)

Comparatif lave-vaisselle

Energie - prix de l'énergie et prix de l'eau pour un lave-vaisselle

ME3.11

Atelier énergie 13 ESoc

Phase réinvestissement

Concepts énergie temps

Sujet ou sélection BDRP Energie dans le ménage OSMEP

Indications didactiques

Si la résolution de ce problème est trop difficile, on peut procéder par hypothèses successives (utiliser un tableur facilite énormément les choses!)

Energie - durée de fonctionnement avec 1 Wh pour des lampes de type différent

Consigne :

Les deux lampes à disposition éclairent à peu près autant l'une que l'autre bien qu'elles fonctionnent sur un principe différent. Mesure le temps qu'elles fonctionnent avec une énergie de 1 Wh.

Evite les brûlures avec l'ampoule ordinaire !

Matériel à disposition

- lampe halogène
- lampe économique (sensiblement même flux lumineux que la lampe halogène)
- cordons avec douille pour les ampoules (2)
- matériel pour fixer les lampes
- multimètre réseau
- montre avec secondes ou chronomètre

Energie - durée de fonctionnement avec 1 Wh pour des lampes de type différent

ME1.05

Atelier énergie 13 ESoc

Phase immersion savoir faire

Concepts puissance temps flux techno_lampes

Sujet ou sélection BDRP Energie et éclairage

Energie - rendement des lampes

Consigne :

Le rendement lumineux d'une lampe exprime sa capacité à éclairer relativement à la puissance électrique qu'elle consomme.

La capacité à éclairer est plus précisément le flux lumineux produit. Ce flux se mesure en lumens [lm].

La puissance électrique qu'elle consomme n'est rien d'autre que le nombre de joules par seconde que consomme la lampe, c'est à dire le nombre de watts.

Le rendement lumineux est le nombre de lumens pour chaque watt de puissance. On l'obtient en divisant le nombre de lumens par le nombre de watts. Ce rendement s'exprime donc en lumen par watt [lm/W]

Les lampes qui te sont mises à disposition fonctionnent grâce à des technologies différentes.

Grâce aux indications que tu trouveras sur les lampes ou sur leurs emballages, calcule le rendement lumineux de chacune d'elle. Dresse un tableau de tes résultats.

Matériel à disposition

- choix d'ampoules avec des technologies de production lumineuse différentes.
- cordons avec douilles pour les ampoules (adaptés aux ampoules proposées)
- matériel pour fixer les lampes (en complément du panneau installation)
- **panneau d'installation électrique (éventuellement)**

Document(s)

Tableau comparatif des lampes (pour la vérification - éventuellement)



Energie - rendement des lampes**TE2.03****Atelier énergie 13 ESoc****Phase conceptualisation****Concepts rendement techno_lampes****Sujet ou sélection BDRP Energie et éclairage OSMEP****Indications didactiques**

Le rendement lumineux, exprimé en lumens par watt, va croissant selon qu'il s'agit d'une 1) lampe à incandescence classique
 2) lampe à incandescence halogène
 3) lampe fluocompacte ou tube fluorescent
 4) lampe LED

Théorie**Voir document "Production de lumière à partir d'électricité"**

Le flux lumineux irradié par une source de lumière se mesure en lumens, symbole [lm]

Comme l'œil humain ne perçoit pas de la même manière la lumière selon sa couleur, on détermine le flux lumineux dit "visuel" en le pondérant par une fonction d'efficacité lumineuse spectrale.

Les sources lumineuses à spectre continu émettent une partie de leur rayonnement dans l'invisible, essentiellement dans l'infrarouge (pertes thermiques) et le rendement physique ρ est bien inférieur à 100%. D'autre part elles émettent de la lumière mal perçue par l'œil (fonction d'efficacité lumineuse K variant avec la longueur d'onde). Ces deux facteurs péjorent fortement le rendement des sources lumineuses, notamment le rendement des lampes d'éclairage électriques qui ne sont que de quelques dizaines de lumens par watt.

Il faut encore noter que pour les sources lumineuses à spectres discret, notamment les lampes à fluorescence, le rayonnement dans l'infrarouge est relativement faible, ce qui améliore leur rendement ρ .

Le rendement lumineux tient compte du rendement physique ρ et de l'efficacité lumineuse K puisqu'on le mesure en lumens par watt.

Electricité - comparaison des éclairage de deux lampes

Consigne :

Tu disposes de trois ampoules: une ampoule halogène à incandescence, une ampoule "éco" à fluorescence et une ampoule à LED. Ces trois ampoules ont la même puissance électrique (ou à peu près).

En utilisant l'écran à tache semi-transparente, compare les éclairage produits par ces trois ampoules. Pour cela, réfère toi au document "comparaison des éclairages de deux lampes"

Écris un petit compte rendu de tes résultats.

Matériel à disposition

- ampoule halogène à incandescence
- ampoule "éco" à fluorescence (sensiblement même puissance)
- ampoule à LED (sensiblement même puissance)
- cordon avec douille pour les ampoules (2)
- écran avec papier fin à tache transparente (huile ou cire)
- matériel pour fixer les lampes

Document(s)

Comparaison des éclairages de deux lampes

Electricité - comparaison des éclairage de deux lampes**TE3.01****Atelier énergie 13 ESoc****Phase réinvestissement****Concepts puissance flux techno_lampes****Sujet ou sélection BDRP Energie et éclairage OSMEP****Indications didactiques**

On trouve que pour un résultat lumineux comparable, les lampes ont des puissances assez différentes. Si on les classe dans l'ordre allant de celle qui demande le plus de puissance à celle qui demande la moins de puissance pour éclairer, on obtient ceci:

Ampoule ordinaire à incandescence (aujourd'hui interdites de vente)
 Ampoule halogène à incandescence
 Ampoule "éco" à fluorescence
 Ampoule à LED.

Cet ordre est celui qui va de lampe la moins économique à la plus économique du point de vue de la consommation électrique.

Théorie**Voir document "Production de lumière à partir d'électricité"**

Une lampe à incandescence normale fonctionne grâce à un filament de tungstène qui devient très chaud et donc lumineux. L'énergie électrique qui alimente une telle lampe ne se transforme qu'à raison de 2 à 5% en lumière. Tout le reste est de la chaleur.

Une lampe halogène à incandescence contient un gaz qui permet d'augmenter l'efficacité et la durée de vie du filament. En effet, les gaz halogènes évitent l'évaporation du tungstène du filament et permettent que la lampe fonctionne à une température plus élevée, ce qui en améliore le rendement. Pour un même flux lumineux l'économie d'énergie par rapport à une lampe à incandescence ordinaire est de l'ordre de 20% à 30%.

Une lampe à fluorescence fonctionne sur un principe différent: un gaz, excité par le passage du courant électrique, émet de la lumière ultraviolette qui se transforme en lumière visible dans une pellicule spéciale qui revêt l'intérieur de l'ampoule. Le rendement est sensiblement meilleur. Pour un même flux lumineux, l'économie d'énergie par rapport à une lampe à incandescence ordinaire est de l'ordre de 75%.

Une lampe LED fonctionne sur un principe encore différent. C'est une diode encapsulée dans un boîtier transparent. Le courant électrique (qui ne peut passer que dans un sens) rend la diode lumineuse. Le rendement est encore meilleur que pour la lampe fluorescente. Pour un même flux lumineux, l'économie d'énergie par rapport à une lampe à incandescence ordinaire est de l'ordre de 85%.

Atelier sur le thème **Approche de l'Énergie (ApEn)**

Pages suivantes :

Documents d'accompagnement

Ces documents sont classés par ordre alphabétique de leurs titres.
Ce classement est arbitraire et ne donne pas l'ordre dans lequel ils
peuvent être utilisés.

Liste des documents pour les activités ESoc

Énergie, société, choix et comportements

Nombre de pages

1	Aspirateurs Légende étiquette	1 feuille A4	1
2	Aspirateurs trois modèles	1 feuille A4	1
3	Biogaz et couplage chaleur-force	1 feuille A4 r/v	2
4	CECB 2 exemples	1 feuille A4 r/v	2
5	Comparaison des éclairagements de deux lampes	1 feuille A4 r/v	2
6	Concept pour l'établissement du bilan Société à 2000 W	1 cahier	47
7	Étiquettes énergie	1 cahier	9
8	Facture Groupe E - N° 32 613 327 - Prix de revient	1 feuille A4 r/v	2
9	Facture M. Exemple Groupe E Décomposition	1 feuille A4 r/v	2
10	La Société à 2000 W Théorie et exercice	1 cahier	4
11	Lave-vaisselle comparatif	1 feuille A4	1
12	Législation Classe énergétiques	1 feuille A4	1
13	Problème rendement cogénération	1 feuille A4	1
14	Réfrigérateurs Légende étiquettes	1 feuille A4	1
15	Réfrigérateurs-congélateur trois modèles	1 feuille A4 r/v	2
16	Tableau comparatif des lampes	1 feuille A4	1
17	Tarif double Groupe E	1 feuille A4 r/v	1
18	Thermophotographies avec observations	1 feuille A4	1

Liste des documents pour les activités **ESoc**

Énergie, société, choix et comportements

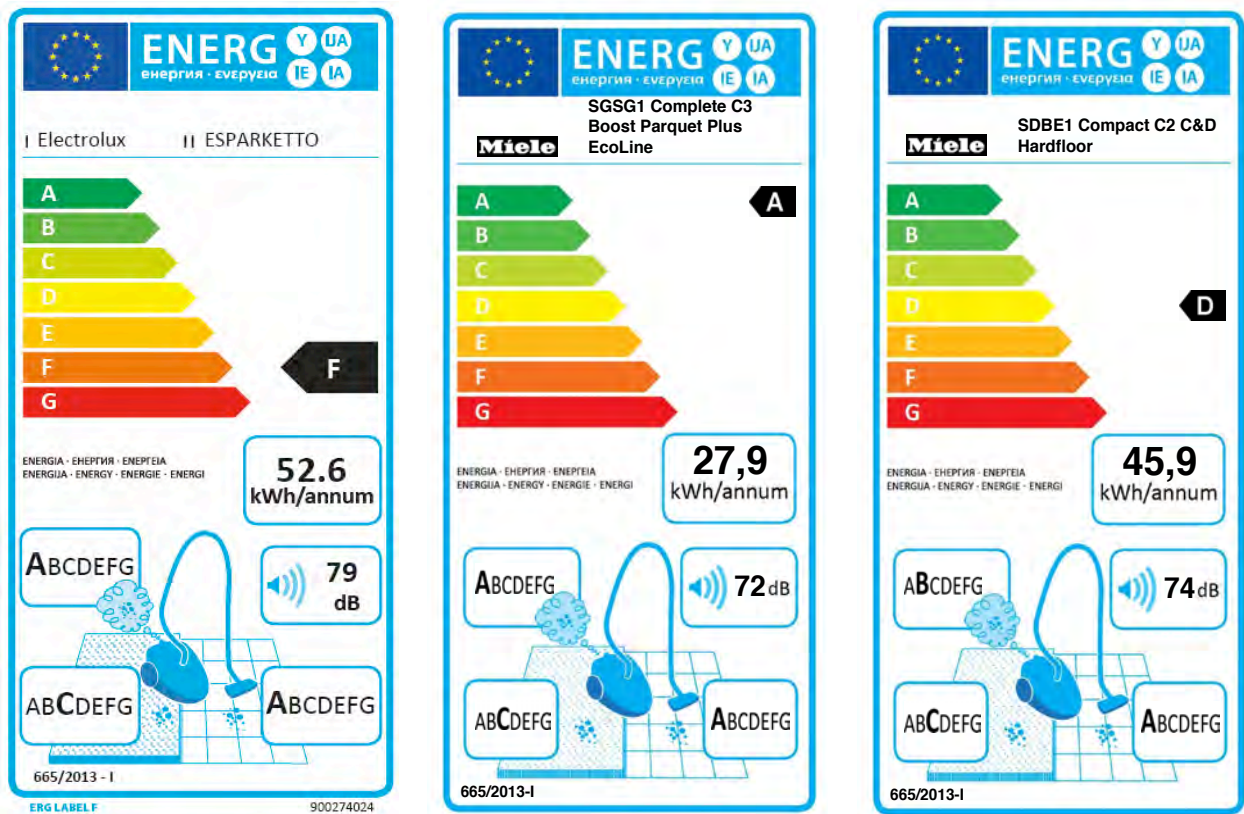
Nombre de pages

19 Thermophotographies sans observations

1 feuille A4

1

Aspirateurs – Légende pour les étiquettes énergie



Signification des indications figurant sur les étiquettes énergie des aspirateurs

CLASSE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE
C'est la note globale, sur l'habituelle échelle de A à G, A signalant les meilleurs appareils. Elle repose essentiellement sur la consommation d'énergie annuelle, l'efficacité d'aspiration comptant comme facteur de pondération.

CONSOMMATION ANNUELLE
Elle est calculée sur la base d'un peu moins d'une heure d'utilisation par semaine, dans un logement type de 87 m². A signifie que, dans ce cas, l'aspirateur consomme moins de 28 kWh/an; G qu'il se situe au-delà de 58 kWh/an.




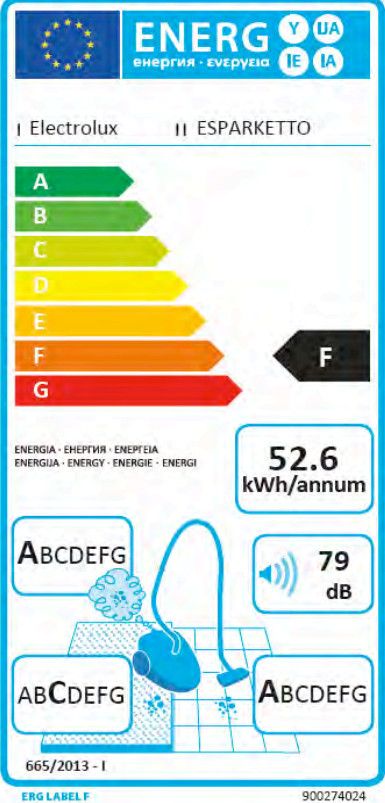
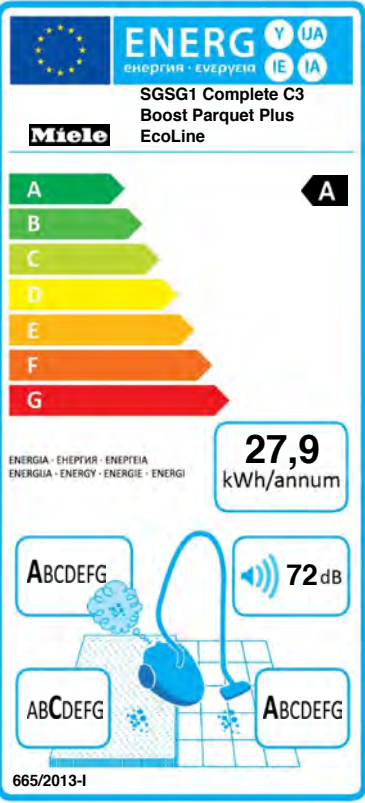
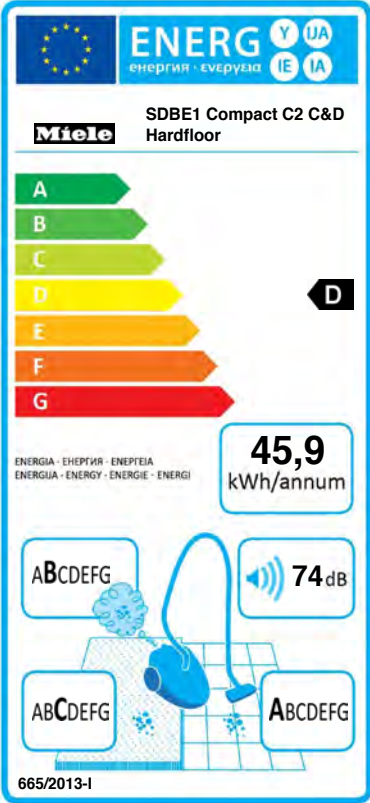
EFFICACITÉ D'ASPIRATION SUR MOQUETTE/TAPIS
La note se base sur le taux d'aspiration des poussières après cinq allers-retours. Pour avoir A, il faut aspirer 91% ou plus des poussières répandues sur le tapis. En dessous de 71%, la note est G.

EFFICACITÉ D'ASPIRATION SUR SOL DUR
L'évaluation se base sur le taux d'aspiration des poussières sur un sol comportant une fente, après cinq allers-retours, deux fois. Pour se maintenir au-dessus de G, les aspirateurs doivent avaler plus de 96% de la poussière.

NIVEAU SONORE
Il est mesuré en décibels (dB), sur tapis. Il n'existe pas de limite pour le moment, mais à partir de 2017, les aspirateurs ne devront plus dépasser 80 dB.

CAPACITÉ DE FILTRATION
C'est le rapport entre les particules aspirées et celles rejetées dans l'air par l'aspirateur réglé à son maximum. Pour obtenir A, l'émission de poussières doit être inférieure à 0,02%. Un appareil qui rejette 1% de poussières est classé G.

Trois aspirateurs à choix

		
 <p>ENERGIA - ЕНЕРГИЯ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ ENERGIJA - ENERGY - ENERGIE - ENERGI</p> <p>52,6 kWh/annum</p> <p>79 dB</p> <p>665/2013 - I</p> <p>ERG LABELF 900274024</p>	 <p>ENERGIA - ЕНЕРГИЯ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ ENERGIJA - ENERGY - ENERGIE - ENERGI</p> <p>27,9 kWh/annum</p> <p>72 dB</p> <p>665/2013-I</p>	 <p>ENERGIA - ЕНЕРГИЯ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ ENERGIJA - ENERGY - ENERGIE - ENERGI</p> <p>45,9 kWh/annum</p> <p>74 dB</p> <p>665/2013-I</p>
<p>Prix de vente : CHF 302.-</p> <p>Puissance max. : 1500 W</p>	<p>Prix de vente : CHF 446.-</p> <p>Puissance max. : 800 W</p>	<p>Prix de vente : CHF 396.-</p> <p>Puissance max. : 1200 W</p>

Comment choisir son aspirateur ?

Il y a des arguments en faveur de chacun des trois modèles sélectionnés ici. Lesquels vois-tu ?

Biogaz et couplage chaleur-force

Production d'électricité et fabrication de pellets à partir de biogaz

Cette installation de la campagne fribourgeoise produit du biogaz, essentiellement du méthane. Ce méthane est brûlé dans une chaudière couplée à une turbine qui actionne un générateur électrique. La chaleur non convertie en électricité est récupérée pour alimenter une installation de séchage de pellets. On parle de couplage chaleur-force ou de cogénération.



Les dômes abritant les cuves de fermentation



Au premier plan, l'installation de cogénération, en arrière les silos de stockage des pellets

Le texte qui suit est adapté de :

http://www.greenwatt.ch/download/Communique_de_presse_Inauguration_Energiepark_Dudingon_F.pdf

Le couplage chaleur-force

Le générateur injecte dans le réseau électrique plus de 2'200'000 kWh par année ce qui correspond à la consommation d'environ 500 ménages. La production de pellets de bois s'élève à 5000 tonnes par année ce qui correspond à 2,5 millions de litres de mazout.

Les lisiers et fumiers proviennent de 30 exploitations agricoles situées dans les environs. La production de méthane est également assurée par la digestion de déchets organiques provenant d'entreprises actives notamment dans l'industrie alimentaire. L'installation traite également des déchets verts de collectivités ou de privés.

Au terme de la méthanisation, le digestat est entièrement rendu à l'agriculture et répandu dans les champs. Cela permet de réduire les émissions d'odeurs et de fournir aux sols des engrais naturels moins agressifs et mieux équilibrés que les engrais conventionnels.

La production des granulés de bois

La centrale de production de pellets fonctionne grâce à un procédé technique exclusif. Les granulés sont produits sans aucun auxiliaire de pressage tel que colle ou amidon. Le bois, issu des forêts de la région, est déchiqueté avec son écorce puis séché par la chaleur résiduelle de l'installation de biomasse mais également par l'air chaud récupéré sous le toit, exposé plein sud, de la halle de stockage.

L'aspect climat

S'il n'avait pas été produit dans cette installation, le méthane se serait produit dans les composts, les fosses à purin, les tas de fumier et dans les champs et aurait été libéré dans l'atmosphère. Au lieu de cela, l'installation rejette du gaz carbonique CO₂ par combustion de méthane. Cela paraît contre productif, mais il faut savoir que le CO₂ est 23 fois moins nocif que le méthane en terme de réchauffement climatique (l'effet de serre produit par le méthane est 23 fois plus intense que celui que produit le CO₂).

De plus, les granulés de bois fabriqués ici, énergie indigène renouvelable, permettent l'économie de 2,5 millions de litres de mazout par an.




Égalemeⁿt de l'énergie photovoltaïque

800 m² de panneaux photovoltaïques ont été installés sur le toit du bâtiment principal. Cette surface fournit l'équivalent de 30 ménages en énergie électrique solaire, qui s'ajoutent aux 500 foyers approvisionnés par l'installation de biogaz.

Cette réalisation s'inscrit parfaitement dans la nouvelle politique énergétique de la Confédération et dans la philosophie cantonale et régionale, s'agissant des aspects énergétiques et environnementaux.

Le rendement de la machine de couplage chaleur-force

Cette plaquette signalétique est apposée sur la porte d'accès à la machinerie.

 		Avesco AG BHKW Energiesysteme Grüngenstrasse 19 CH-4416 Bubendorf		
Energiesysteme		Tel. 0848 636 636 Fax 061 935 10 99		
Typ	AGRO 370			
Auftrags Nr.	11M0399	Baujahr	2011	
Brennstoff	Biogas	Nennrehzahl	1500min-1	
Nennleistung	(ICFN)	463 kVA / 370 kW (bei cos-phi 0.8)		
Brennstoffleistung	911 kW	Nennspannung bei 50Hz	3x400 / 230 VAC	
Thermische Leistung	409 kW	Nennstrom bei 400VAC	720 A	
Masse	23500 kg	Kurzschlussstrom	1440 A	
Funkstörgrad	DIN 57 875	Steuerspannung	230 VAC / 24 VDC	

En traduisant de l'allemand quelques termes, on peut lire :

La puissance de combustion (Brennstoffleistung) est de 911 kW

La puissance électrique fournie au réseau (Nennleistung) par le générateur est de 370 kW

La puissance thermique (Thermische Leistung) fournie au réseau de chauffage est de 409 kW

La puissance totale en sortie est de 370 kW + 409 kW = 779 kW

Le rendement net des l'installation est donc de 779 kW / 911 kW = 0.855 ou 85.5%

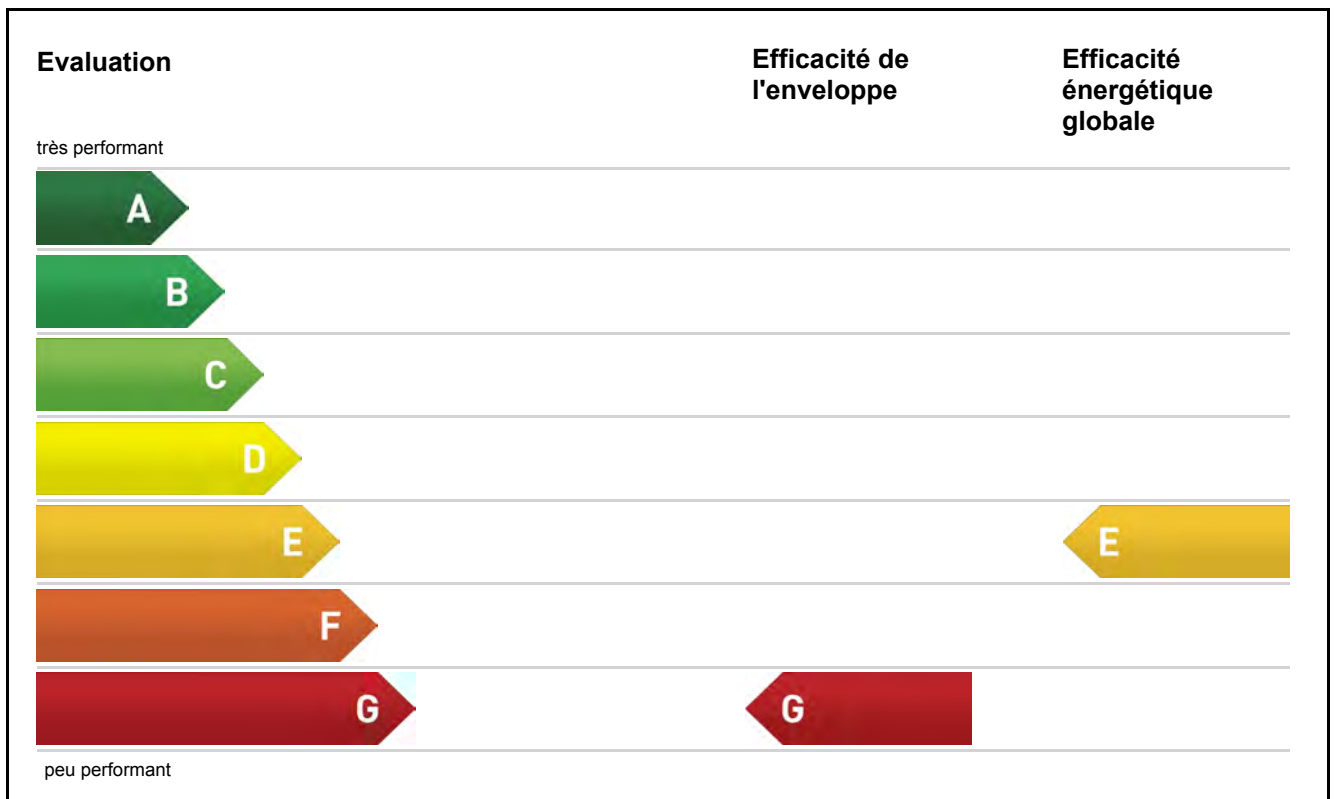
L'énergie perdue est évacuée par la cheminée et une partie est due à la présence de vapeur d'eau dans le gaz. (?)

Exemple de CECB N° 1

CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS – CECB®



Catégorie d'ouvrage:	habitat individuel	Surface chauffée: 278 m ²	
Année de construction:	1941		
Adresse:			
EGID:			




Données chiffrées (valeurs calculées, $Q_{h,eff}$)		Certification	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	239 kWh/(m ² a)	Date d'émission:	
Efficacité énergétique globale:	293 kWh/(m ² a)	Expert émettant le certificat:	
Emissions de CO ₂ :	48 kg/(m ² a)		
Consommation énergétique annuelle (consommation moyenne mesurée)			
Electricité:	3'000 kWh/a	Chaudière à mazout combinée chauffage et eau chaude	
Chauffage:	40'800 kWh/a		
Eau chaude:	7'200 kWh/a		

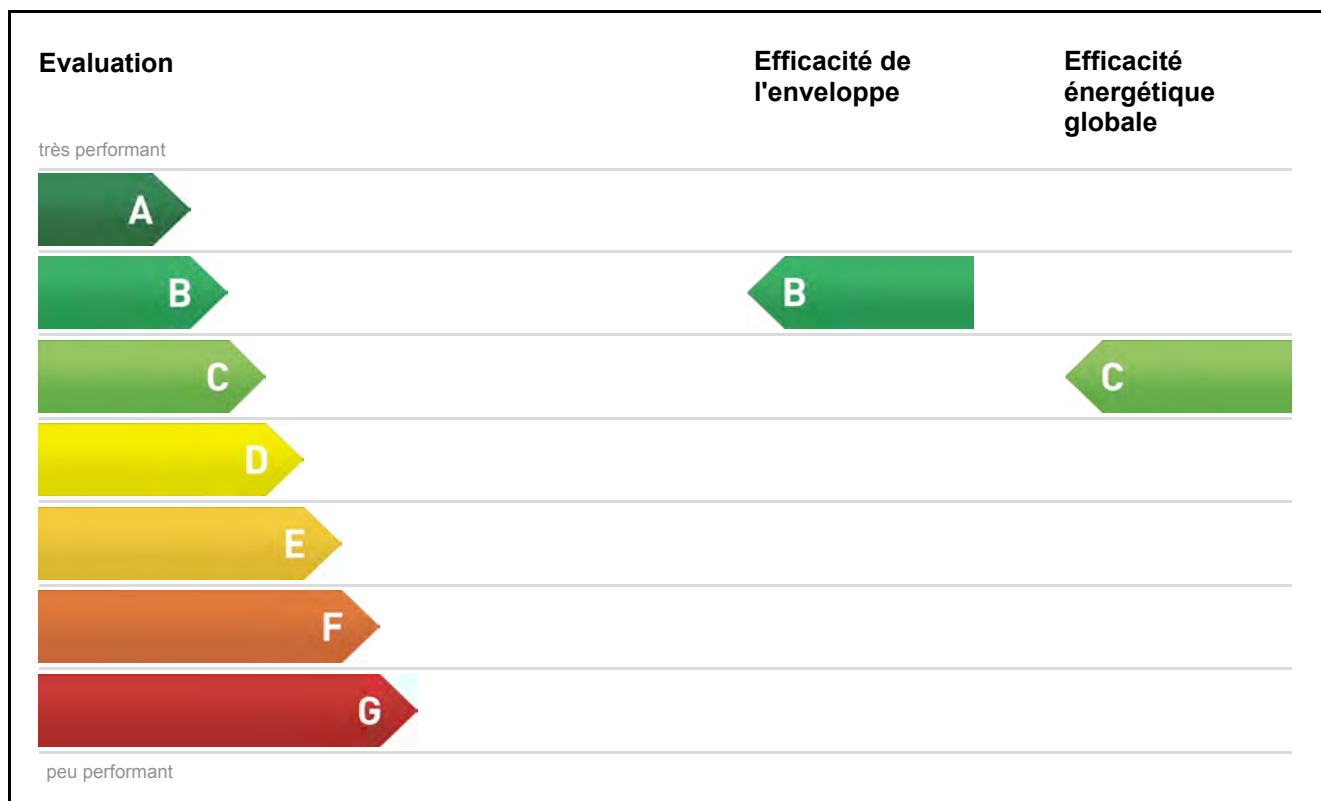


Exemple de CECB N° 2

CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS – CECB®



Catégorie d'ouvrage:	habitat individuel	Surface chauffée: 167 m2	
Année de construction:	1989		
Adresse:			
EGID:			



Données chiffrées (valeurs calculées, $Q_{h,eff}$)		Certification	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	56 kWh/(m2 a)	Date d'émission:	
Efficacité énergétique globale:	164 kWh/(m2 a)	Expert émettant le certificat:	
Emissions de CO ₂ :	30 kg/(m2 a)		
Consommation énergétique annuelle (consommation moyenne mesurée)			
Electricité:	2'800 kWh/a	Chauffe-eau électrique	
Chauffage:	1'520 l/a	Chaudière à mazout	
Eau chaude:	3'750 kWh/a		



Comparaison des éclairagements produits par deux lampes

Éléments théoriques

Intensité lumineuse

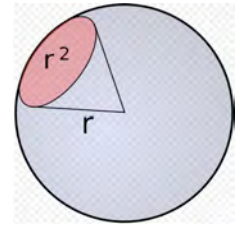
L'intensité d'une source lumineuse se mesure en candelas, symbole [cd], du mot latin qui signifie « chandelle ». La candela est l'une des sept unités fondamentale du système international d'unités (SI). Une intensité de 1 candela est approximativement l'intensité lumineuse d'une flamme de bougie.

Flux lumineux

Le flux lumineux irradié par une source de lumière se mesure en lumens, symbole [lm] (du mot latin signifiant lumière). 1 lumen est le flux émis dans un angle solide de 1 stéradian [sr] par une source lumineuse ponctuelle diffusant sa lumière de manière homogène et dont l'intensité vaut 1 candela.

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot 1 \text{ sr}$$

Un stéradian est l'angle solide d'un cône qui, ayant son sommet au centre d'une sphère de rayon r , découpe sur la surface de cette sphère une aire égale à r^2 .



Remarque : une ampoule électrique se caractérise par diverses grandeurs dont en particulier :

1. Type de culot
2. Puissance électrique en watts (W)
3. Flux lumineux en lumens (lm)
4. Température de couleur en kelvins (K)
5. Durée de vie en heure (h)
6. Classe énergétique (code par une lettre allant de A à G)

Le type de culot et la puissance électrique sont toujours indiqués sur la lampe ou sur son emballage. De plus en plus systématiquement, on trouve aussi les indications concernant le flux lumineux, la température de couleur, la durée de vie et la classe énergétique. On trouve aussi des indications concernant la forme et la transparence de l'ampoule.

Éclairement

L'éclairement est l'effet lumineux produit sur une surface exposée au rayonnement d'une source de lumière. Il se mesure en lux, symbole [lx]

Le lux est l'éclairement produit lorsqu'une surface de 1 m^2 est exposée à un flux lumineux de 1 lumen

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$$

Remarque : pour un flux lumineux donné, l'éclairement varie avec le carré de la distance séparant la source de la surface éclairée. Doubler cette distance signifie diviser par 4 l'éclairement.

(Voir méthode de comparaison des éclairagements produits par deux lampes au verso)

Méthode de comparaison des éclairagements produits par deux lampes

Une manière simple, bien qu'approximative, de comparer les éclairagements produits par deux lampes, est de placer ces lampes de part et d'autre d'un écran translucide (papier blanc ordinaire) sur lequel on a fait une tache semi-transparente avec une goutte d'huile ou de cire. En disposant les lampes à des distances de l'écran telles que les éclairagements produits sur les deux faces s'égalisent. En éloignant ou rapprochant les lampes de l'écran, on fait varier les éclairagements produits. Pour comparer ces éclairagements est pour pouvoir estimer qu'ils sont égaux, on observe la tache semi-transparente. Si l'éclairage de l'écran est plus fort d'un côté que de l'autre, cette tache apparaît plus foncée ou plus claire que le reste de l'écran. Si on a disposé les lampes de sorte que les éclairagements s'égalisent, la tache semi-transparente n'est (presque) plus visible.

Dans l'illustration ci-dessous, la lampe sphérique produit un éclairage plus fort que la lampe-flamme. La tache semi-transparente apparaît foncée du côté de la lampe sphérique et claire du côté de la lampe-flamme. En éloignant de l'écran la lampe sphérique ou rapprochant la lampe-flamme, on peut faire rendre cette tache quasiment invisible.



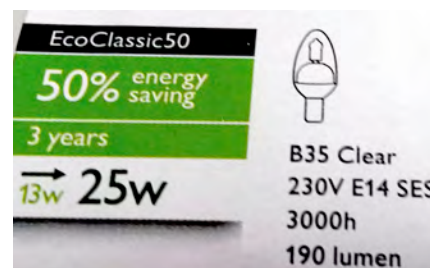
Vue de l'autre côté :



Remarque : Comme l'éclairage varie avec le carré de la distance séparant la source de la surface éclairée, si l'on doit placer une des deux lampes x fois plus loin que l'autre pour produire le même éclairage, c'est qu'elle x^2 fois plus "puissante" que l'autre : le flux lumineux qu'elle produit est x^2 fois plus intense.



330 lumen Lampe LED 4 W



Lampe halogène

Dans notre cas, le rapport des flux lumineux est de $330 \text{ lumens} / 190 \text{ lumens} = 1,74$

Les distances à l'équilibre des éclairagements devraient donc être dans le rapport $\sqrt{1,74} = 1,32$.

On devrait avoir par exemple 20 cm environ du côté de la lampe sphérique et de 15 cm environ du côté de la lampe flamme.

Expérimentalement, dans ce cas, on avait un peu plus de 20 cm d'un côté pour 15 cm de l'autre.

Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts

Septembre 2014

SuisseEnergie pour les communes | Ville de Zurich | Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA



Ce concept montre ce que le principe de la « société à 2000 watts » signifie pour les organisations impliquées dans son élaboration. Il décrit les bases méthodologiques de la société à 2000 watts et sert d'aide pour faciliter son utilisation homogène dans la pratique.

Le document méthodologique original, intitulé « Grundlagen für eine Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich » (Bébié et al. 2009) (Bases d'un concept de mise en oeuvre de la société à 2000 watts: étude de cas de la ville de Zurich, appelé « Papier Méthodologique ») a été remanié une première fois en mars 2012 (Lenzlinger et al. 2012). Le présent Concept pour l'établissement du bilan représente donc le deuxième remaniement du Papier Méthodologique; il remplace toutes les versions antérieures.

Le présent document s'adresse aux spécialistes. Une version vulgarisée plus succincte est disponible auprès du Secrétariat central Société à 2000 watts¹.

L'élaboration du document a été suivie par un groupe d'experts composé des personnes suivantes:

- Ricardo Bandli Office fédéral de l'énergie (OFEN)
- Thomas Blindenbacher Secrétariat central Société à 2000 watts
- Gaëtan Cherix Centre de recherches énergétiques et municipales (CREM)
- Andreas Eckmanns Office fédéral de l'énergie (OFEN)
- Kurt Egger SuisseEnergie pour les communes
- Rolf Frischknecht treeze Ltd.
- Heinrich Gugerli Ville de Zurich, Office des immeubles
- Christoph Hartmann ECOSPEED
- Ruedi Kriesi Kriesi Energie GmbH, représentant de Minergie
- Martin Ménard Lemon Consult GmbH, représentant de la SIA
- Katrin Pfäffli Preisig Pfäffli Architekten, représentante de la SIA
- Toni W. Püntener Ville de Zurich, Service de protection de l'environnement et de la santé
- Anna Roschewitz novatlantis, Institut Paul Scherrer
- Wolfram Scharnhorst novatlantis, Institut Paul Scherrer
- Stefan Schneider Bureau d'aménagement Jud AG
- Roland Stulz co-fondateur du Secrétariat central Société à 2000 watts
- Urs Vogel Amstein + Walthert AG

Rédaction allemande: Rolf Frischknecht, Franziska Wyss

Traduction française: ACTA Conseils Sàrl, Yverdon-les-Bains

Contact:

Secrétariat central Société à 2000 watts, 044 305 93 60

www.2000watt.ch/fr/secretariats-regionaux, antenne@2000watt.ch

1) www.2000watt.ch/fr

SOMMAIRE

1	Introduction et vue d'ensemble	1
1.1	Motivation	1
1.2	Domaines d'application	1
1.3	Notion «compatible 2000 watts»	1
1.4	Aperçu	2
2	Unités de saisie et évaluation des agents énergétiques	3
2.1	Introduction	3
2.2	Consommation d'énergie finale	3
2.3	Facteurs d'énergie primaire	4
2.4	Coefficients d'émission de gaz à effet de serre (GES)	6
2.5	Provenance des données	7
2.6	Évolution future	7
3	Suisse	8
3.1	Démarche pour l'établissement du bilan	8
3.2	Valeurs effectives et valeurs cibles pour la Suisse	10
4	Cantons, régions, communes et villes	12
4.1	Démarche pour l'établissement du bilan	12
4.2	Valeurs effectives et valeurs cibles pour les cantons, régions, communes ou villes	13
5	Individus et ménages	16
5.1	Démarche pour l'établissement du bilan	16
5.2	Valeurs effectives	17
6	Différences méthodologiques	18
7	Bâtiment	19
7.1	Démarche pour l'établissement du bilan	19
7.2	Valeurs du projet	19
7.3	Valeurs indicatives et valeurs cibles	20
7.4	Contribution des standards MINERGIE à la réalisation de la société à 2000 watts	21
8	Réhabilitation des sites	22
9	Entreprises	23
10	Thèmes à étudier plus en détail	24
10.1	Besoins en énergie primaire et émissions de GES dues à la consommation des particuliers	24
10.2	Typologie de communes	28
10.3	Facteurs d'influence à caractère sociologique	29
10.4	Disponibilité en énergie et en matériaux de construction à l'avenir	31
10.5	Mix électrique de la Suisse de demain	31
	Bibliographie	33
11	Annexes	35
11.1	Délimitation du système permettant d'établir le bilan de la fourniture d'énergie (à titre d'information)	35
11.2	Bases de calcul possibles pour les consommateurs mobiles (transports) afin d'établir le bilan de cantons, régions, communes ou villes (à titre d'information)	36
11.3	Valeur spécifique des ressources en énergie primaire (valeurs indiscutables)	39
11.4	Facteurs d'énergie primaire et coefficients d'émission de GES (valeurs indiscutables)	41

L'essentiel en bref

Motivation et objectifs

Le concept de société à 2000 watts vise à réduire en Suisse, d'ici l'an 2100, la consommation d'énergie primaire – générée par les dépenses d'énergie finale de la population – à 2000 watts par personne, et les émissions de gaz à effet de serre (GES) à 1 tonne par personne et par an (cf. **Tableau Z-1**). A l'horizon 2050, des objectifs intermédiaires ont été fixés à 3500 watts par personne pour les besoins en énergie primaire, et à 2 tonnes par personne et par an pour les émissions de GES. De ces objectifs, on peut déduire des facteurs de réduction, à concrétiser sous forme de buts à atteindre pour les cantons, les régions, les communes et les villes.

Tableau Z-1: Valeurs 2005 et valeurs cibles à atteindre pour la réalisation de la société à 2000 watts en Suisse, selon Bébié et al. (2009). Facteurs de réduction à appliquer par les cantons, les régions, les communes et les villes

Jahr	2005	2050	2100	Facteurs de réduction	
				2050	2100
Puissance moyenne de l'énergie primaire globale consommée [watts/pers.]	6300	3500	2000	1.8	3.2
A titre d'information: ¹⁾ Puissance moyenne de l'énergie primaire non renouvelable consommée [watts/pers.]	5800	2000	500	2.9	11.6
Emissions de GES [t/pers*an]	8.6	2.0	1.0	4.3	8.6

1) Pour les bâtiments, la notion déterminante est l'énergie primaire non renouvelable (cahier technique SIA 2040: "La voie SIA vers l'efficacité énergétique", CT SIA 2032: "Energie grise des bâtiments")

Domaines d'application

Le Concept pour l'établissement du bilan distingue les différents objets suivants (cf. aussi **Figure Z-1**):

- Suisse
- cantons, régions, communes et villes
- individus et ménages
- bâtiments et sites
- entreprises et exploitations agricoles

Pour les unités territoriales (**Suisse, cantons, régions, communes ou villes**), la consommation d'énergie finale est mesurée (ou estimée) à l'intérieur des limites géographiques. Sur cette base, on calcule la consommation d'énergie primaire globale ainsi que les émissions de GES (sans compter la consommation de biens ou de services effectuée hors de ce périmètre).

Pour les **individus et les ménages**, on tient compte de l'ensemble de la consommation, ce qui permet de déduire les besoins globaux en énergie primaire et les émissions de GES.

Pour les **bâtiments**, on calcule la consommation d'énergie primaire (non renouvelable) et les émissions de GES en tenant compte des éléments suivants: fabrication des matériaux de construction (qui proviennent pour une part de l'étranger), construction, exploitation et déconstruction du bâtiment, ainsi que trafic généré par les occupants du bâtiment.

Pour les **sites**, on procède de la même manière que pour les bâtiments, sauf que l'on prend en compte la consommation globale d'énergie primaire (renouvelable et non renouvelable).

Les **entreprises et exploitations agricoles**, quant à elles, ne sont pas adaptées pour établir un tel bilan.

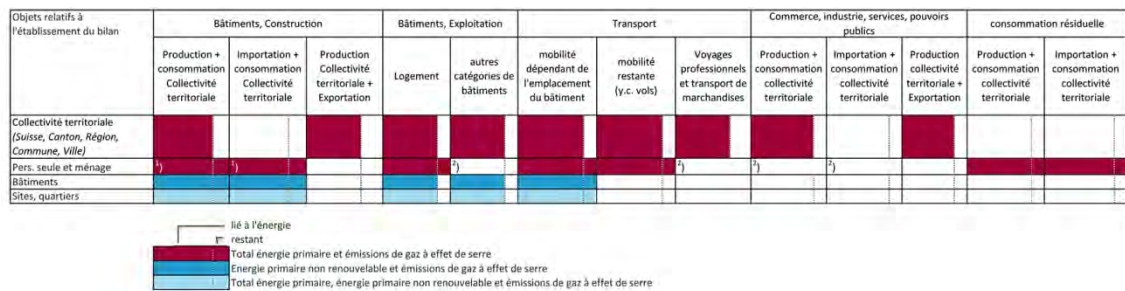


Figure Z-1: Représentation schématique des objets soumis au bilan et de la délimitation du système, utilisée dans le Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts

1 Introduction et vue d'ensemble

1.1 Motivation

Mettre en oeuvre la société à 2000 watts sous-entend d'utiliser les ressources et les agents énergétiques d'une manière durable, et de répartir équitablement ces ressources et ces énergies entre tous les habitants de la planète. Il s'agit également de réduire le niveau des émissions de GES par rapport au niveau actuel, de manière à stabiliser le climat. Pour atteindre un tel résultat, la Suisse – ainsi que les cantons, régions, communes et villes qui la constituent – devront réduire la consommation globale d'énergie primaire à 2000 watts par personne (Spreng et al. 2002). Par ailleurs, les émissions de GES devront être réduites à 1 tonne d'équivalent-CO₂ par personne et par an (Schweizerischer Bundesrat 2002).

1.2 Domaines d'application

Le présent concept distingue les domaines d'application (objets soumis au bilan) suivants:

- Suisse
- cantons, régions, communes et villes
- individus et ménages
- bâtiments et sites
- entreprises et exploitations agricoles

Les règles pour l'établissement du bilan varient d'un domaine à l'autre. On constate également que le domaine concernant les entreprises et les exploitations agricoles ne convient pas pour faire une évaluation dans la perspective de la société à 2000 watts. Pour ces raisons, les règles présidant à l'établissement du bilan seront décrites dans des chapitres distincts, par domaine d'application.

1.3 Notion «compatible 2000 watts»

Le qualificatif «compatible 2000 watts» doit être utilisé en se référant, d'une part, à la méthodologie de calcul du bilan, d'autre part, à la relation entre les valeurs effectives et les valeurs cibles.

Un **bilan** est considéré comme «compatible 2000 watts» s'il correspond aux déterminations du présent concept.

Les **valeurs effectives et les valeurs cibles** sont «compatibles 2000 watts» si elles correspondent aux valeurs moyennes fixées dans le présent document ou aux facteurs de réduction correspondants.

1.4 Aperçu

Le chapitre 2 décrit les unités de saisie et la manière d'évaluer les agents énergétiques. Les chapitres 3 à 9 présentent les règles pour établir un bilan selon le modèle de la société à 2000 watts.

Le présent concept s'applique à la Suisse entière (cf. chap. 3), mais il est fréquent de le voir utilisé sur des territoires plus restreints (cantons, régions, communes ou villes) (cf. chap. 4). Le concept peut aussi s'appliquer, sous une forme élargie, aux individus et aux ménages (cf. chap. 5).

A l'échelle des bâtiments et des sites, le concept devient plus spécifique. Il permet alors de déterminer des valeurs cibles, notamment pour la consommation d'énergie des bâtiments (cf. chap. 7 et 8).

Par contre, le présent concept ne peut pas s'appliquer aux entreprises, ni aux exploitations agricoles. Le chapitre 9 décrit des méthodes alternatives permettant aux entreprises d'évaluer tout de même leur bilan environnemental et leurs émissions de GES, et donc d'obtenir des données quantitatives à ce propos.

Le chapitre 10, quant à lui, aborde les thèmes à approfondir suivants:

- consommation d'énergie primaire et émissions de GES dues à la consommation des privés (aussi appelées « bilan occulte », cf. § 10.1),
- typologie des communes (cf. § 10.2),
- facteurs socio-politiques, notion de sobriété du mode de vie (cf. §10.3),
- représentation de la situation future en matière de disponibilité des matériaux de construction et des énergies (cf. § 10.4),
- représentation du futur mix d'électricité en Suisse (cf. § 10.5).

L'annexe (chap. 11) décrit, d'une part, la délimitation du système qui permet d'établir le bilan de la fourniture d'énergie, et d'autre part, fournit de la documentation sur les valeurs spécifiques des différentes ressources énergétiques. Ces données sont utilisées pour procéder à l'agrégation des énergies renouvelables et non renouvelables, pour obtenir la consommation d'énergie primaire.

2 Unités de saisie et évaluation des agents énergétiques

2.1 Introduction

La consommation d'énergie finale² est un des paramètres les plus importants pour déterminer les besoins en énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre (GES). La consommation d'énergie primaire et les émissions de GES dues à des processus énergétiques sont calculées à partir de la consommation d'énergie finale, en appliquant des facteurs d'énergie primaire ou des coefficients d'émission de GES.

Les concepts d'établissement du bilan pour des unités géographiques déterminées, ainsi que pour des bâtiments ou des sites, se distinguent des concepts pour des sujets économiques par leur définition différente du périmètre du système et par d'autres unités de saisie des données. Alors que, pour les unités géographiques, la seule donnée nécessaire est la consommation d'énergie finale, pour les bâtiments ou sites, ainsi que pour les sujets économiques (individus ou ménages), on utilise en plus des informations relatives aux comportements d'achat.

Dans les sous-chapitres suivants, des précisions seront apportées par rapport aux règles concernant la saisie des données et l'établissement du bilan, en vue de quantifier l'énergie primaire nécessaire pour fournir l'énergie finale, ainsi que de déterminer les émissions de GES correspondantes.

2.2 Consommation d'énergie finale

2.2.1 Principes et définitions

L'énergie finale déterminante est celle fournie au travers du périmètre du bilan au dernier consommateur de la chaîne de commercialisation, sous la forme d'un agent énergétique.

Elle comprend également l'énergie produite sur place à partir de sources renouvelables.³ Sont considérées comme énergies finales produites:

- solaire thermique: chaleur à la sortie d'un accumulateur d'eau chauffée par le soleil,
- électricité solaire: courant alternatif à la sortie de l'onduleur,
- éolien: courant alternatif à la sortie du générateur,
- chaleur de l'environnement:⁴ chaleur disponible à la sortie de la pompe à chaleur, à laquelle il faut soustraire l'électricité permettant de faire fonctionner la pompe

L'énergie contenue dans les déchets et les rejets de chaleur, qui servent à la production d'électricité ou à la distribution de chaleur à distance, ne fait pas partie du bilan d'énergie primaire (cf. § 2.3.3).

Le contenu énergétique d'un agent énergétique final (combustible ou carburant) est indiqué par son pouvoir calorifique supérieur (PCS). Par conséquent, la consommation d'énergie finale est mesurée sur la base du PCS. L'utilisation de cette unité de mesure correspond au standard international, sur lequel s'appuient à leur tour les organisations ISO, CEN, SNV et SIA.

2) Energie à disposition du consommateur pour une application. Elle comprend l'énergie fournie de l'extérieur ainsi que l'énergie produite et consommée sur place (SIA 2009).

3) Cela ne concerne pas l'établissement du bilan pour des bâtiments (cf. chap. 7).

4) Cette chaleur peut être extraite de l'air, des eaux de surface, des eaux souterraines, des eaux usées ou du sous-sol (géothermie peu profonde).

La quantité totale d'énergie finale consommée comprend celle utilisée par les consommateurs stationnaires et celle utilisée par les consommateurs mobiles.

2.2.2 Consommateurs stationnaires

Pour les consommateurs stationnaires, le périmètre de référence pour l'établissement du bilan, concernant l'énergie fournie depuis l'extérieur et l'énergie produite et distribuée sur la parcelle, est constitué par le bâtiment ou le groupe de bâtiments, y compris leurs installations extérieures, le cas échéant.

2.2.3 Consommateurs mobiles (moyens de transport et machines de chantier)

L'énergie finale utilisée par les consommateurs mobiles est mesurée au moment de son transfert d'une installation fixe (p.ex. fil caténaire, prise électrique, distributeur d'essence) à un véhicule (moyen de transport ou machine de chantier).

2.3 Facteurs d'énergie primaire

2.3.1 Principe des facteurs d'énergie primaire

L'action de fournir de l'énergie finale consomme elle-même de l'énergie. Pour amener de l'énergie jusqu'au périmètre du bilan, il est nécessaire de franchir des étapes qui, elles-mêmes, consomment de l'énergie: extraction, transformation, raffinage, transport, distribution. A cela s'ajoutent tous les processus nécessaires pour transporter l'énergie jusqu'à la frontière du système et la mettre à disposition d'un bâtiment ou d'un véhicule.

Pour chaque agent énergétique, on mesure la quantité cumulée d'énergie primaire nécessaire pour fournir une unité d'énergie finale. Cette unité peut être soit le kilo (pour le pétrole, la houille, la lignite, l'uranium, la biomasse), soit le mètre cube standard (gaz naturel), soit une unité énergétique (énergies renouvelables). Pour pouvoir additionner et évaluer ces ressources, on les pondère par leur valeur spécifique⁵.

Cette opération permet de cumuler les dépenses énergétiques ou les besoins en énergie primaire par unité d'énergie finale fournie; cette somme est désignée par le terme de «facteur d'énergie primaire».

Le facteur d'énergie primaire est donc le rapport entre la quantité d'énergie primaire nécessaire pour délivrer à un bâtiment ou à un véhicule une certaine quantité d'énergie finale, et cette même quantité d'énergie finale.

5) Les valeurs spécifiques des ressources d'énergie primaire sont indiquées aux annexes 11.3 et 11.4.

2.3.2 Distinction entre énergie primaire renouvelable et non renouvelable

On classe les différents agents énergétiques primaires de la manière suivante:

		Agents énergétiques	
Total	Non renouvelables	Energies fossiles	Gaz naturel
			Gaz de schiste
			Pétrole
			Pétrole de schiste
			Lignite
			Houille
			Tourbe
		Nucléaire	Uranium
	Renouvelables	Hydraulique	Force hydraulique
		Biomasse	Bois
			Plantes énergétiques
		Nouvelles énergies renouvelables	Energie éolienne
			Energie solaire (photovoltaïque, thermique)
Chaleur de l'environnement (air extérieur, eaux de surface, eaux souterraines, géothermie peu profonde)			
Hors périmètre du bilan (pour mémoire)	Rejets de chaleur / déchets	Valorisation des déchets (en UVTD)	
		Déchets verts (fermentés dans une usine de méthanisation)	
		Purins (fermentés dans une usine de méthanisation)	
		Boues d'épuration (fermentées dans une usine de méthanisation)	

Tableau 2-1: Agents énergétiques primaires différenciés entre non renouvelables et renouvelables, ainsi que rejets de chaleur et déchets (hors périmètre de bilan, pour mémoire)

Les énergies primaires fossiles et nucléaires sont additionnées sous la rubrique «non renouvelables». De manière analogue, on cumule sous la rubrique «renouvelables» les énergies primaires suivantes: force hydraulique, biomasse, énergie solaire, énergie éolienne, chaleur de l'environnement et géothermie peu profonde. Ensemble, les énergies non renouvelables et renouvelables constituent la totalité des énergies primaires consommées.

2.3.3 Déchets et rejets de chaleur

L'énergie contenue dans les déchets et les rejets thermiques ayant déjà été affectée au consommateur final au moment de la livraison de la marchandise (devenue déchet) ou de la fourniture de l'agent énergétique (transformé en rejet thermique), elle n'est pas comprise dans le calcul des besoins globaux en énergie primaire, et ce, afin d'éviter une comptabilité à double. Toutefois, la consommation d'énergie primaire concernant la chaleur à distance fournie par les usines d'incinération des ordures ménagères n'est pas nulle. En effet, pour construire le réseau de distribution de chaleur et pour faire fonctionner les pompes de circulation, il est nécessaire de dépenser de l'énergie primaire (non renouvelable et renouvelable), même en relativement petites quantités.

Ainsi, le contenu énergétique des rejets de chaleur et des déchets peut être rappelé pour mémoire, et classé dans la catégorie «énergie primaire, rejets de chaleur / déchets». En additionnant l'énergie primaire totale et l'énergie primaire «rejets de chaleur / déchets», on obtient le bilan énergétique complet des systèmes énergétiques.⁶

2.4 Coefficients d'émission de gaz à effet de serre (GES)

2.4.1 Principe des coefficients d'émission de GES

Le coefficient d'émission de GES est obtenu en divisant la quantité de GES émise suite à la consommation d'une certaine quantité d'énergie finale, par cette quantité d'énergie. Les autres GES (notamment le méthane, le protoxyde d'azote, divers fluorocarbones, les perfluorocarbones, l'hexafluorure de soufre, ainsi que les substances contenant des fluorochlorohydrocarbures partiellement ou complètement halogénés, mais non régulées dans le Protocole de Kyoto, comme les chlorofluorocarbones [CFC] ou les hydrochlorofluorocarbures [HCFC]), qui produisent le même effet que les gaz à effet de serre, sont indiqués comme quantité de CO₂ (« équivalents CO₂ »). Pour ce faire, on utilise les valeurs les plus récentes des potentiels de réchauffement global des GES (PRG-GWP), tels que présentés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). On obtient donc les émissions cumulées de GES générées par les processus d'approvisionnement en agents énergétiques. Elles sont exprimées en « kg d'équivalent-CO₂ par unité d'énergie fournie ». Par simplification, on utilisera par la suite la désignation « kg par unité énergétique » ou « kg/UE ».

Les émissions de GES générées par l'incinération ou la combustion sont comprises dans les coefficients d'émission de GES. On estime donc que les émissions de GES liées à la combustion des agents énergétiques fournis se produisent à l'intérieur du périmètre du bilan. Les coefficients d'émission de GES sont déterminés selon les mêmes principes que pour le calcul des facteurs d'énergie primaire.

2.4.2 Certificats de réduction d'émissions

Pour l'établissement du bilan des émissions de GES concernant les cantons, les régions, les communes ou les villes, il n'est pas admis de comptabiliser des achats ou des ventes de certificats de réduction des émissions de CO₂. Pour des raisons de transparence, il est recommandé à ces unités géographiques de publier les transactions portant sur l'achat ou la vente de tels certificats.

6) Dans les systèmes énergétiques dont les apports en énergie sont principalement basés sur les déchets ou la récupération des rejets de chaleur (électricité et chaleur fournies par une UIOM ou par une installation de production de biogaz), il peut arriver que les apports (en tant que somme des énergies primaires non renouvelables et renouvelables) soient inférieurs à l'énergie produite. Il faut additionner les postes «énergie primaire totale» et «énergie primaire, rejets de chaleur / déchets» pour que les apports en énergie soient plus élevés que l'énergie produite.

2.5 Provenance des données

Les valeurs indiquées ici pour les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES – que ce soit pour les agents énergétiques, les matériaux de construction ou les prestations de transport – sont tirées de la version la plus récente (2009/1) des recommandations de la KBOB « Données des écobilans dans la construction » (KBOB et al. 2014a)⁷ (cf. aussi annexe 11.4). Elles sont régulièrement actualisées et complétées.

2.6 Évolution future

Les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES peuvent varier considérablement, entre autre à cause des développements futurs suivants:

- modification du mix d'électricité produit et distribué en Suisse et dans les pays d'où l'électricité est importée
- modification dans les modalités de fourniture des agents énergétiques (notamment en rapport avec l'approvisionnement en pétrole ou en gaz naturel, ou avec la production de biogaz) ou changements dans la construction des installations de production d'énergie (p.ex. modules photovoltaïques)
- évolution de l'efficacité énergétique des processus de transport et des processus de fabrication de matériaux
- modification de l'infrastructure du réseau et des capacités de stockage en raison de l'augmentation de la production d'électricité par le solaire et l'éolien
- amélioration du rendement des convertisseurs d'énergie solaire et des pompes à chaleur,
- commercialisation de technologies de séquestration du CO₂

Pour évaluer si les objectifs sont atteints, il s'agit en principe de toujours utiliser les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES correspondant à la date de l'établissement du bilan. L'évolution future des facteurs d'énergie primaire et des coefficients d'émission de GES ne peut cependant être estimée qu'avec de nombreuses incertitudes. Par conséquent, les valeurs effectives sont généralement utilisées pour calculer la consommation future d'énergie primaire et les futures émissions de GES (cf. aussi sous-chap. 10.4). Une exception a toutefois été introduite pour estimer les effets des occupants de bâtiments sur la circulation automobile: on a tenu compte de moteurs ne consommant que 3 litres / 100 km.

7) www.kbob.ch et www.ecobau.ch

3 Suisse

3.1 Démarche pour l'établissement du bilan

3.1.1 Principes

Pour estimer la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES de la Suisse selon les principes de la société à 2000 watts, on tient compte de la quantité d'énergie finale distribuée à l'échelle du pays (énergie consommée par les entreprises, les pouvoirs publics, les ménages et les transports (cf. **Figure 3-1**).

Pour calculer les consommations effectives d'énergie primaire (totales et leurs parts non renouvelables) en Suisse mais aussi à l'étranger, le long de la chaîne d'opérations permettant de produire et de distribuer l'énergie consommée, on applique les facteurs d'énergie primaire aux quantités d'énergie finale consommées. De manière analogue, on calcule les émissions de GES générées en Suisse et à l'étranger en appliquant les coefficients d'émission de GES aux quantités d'énergie finale consommées.

Cette manière de procéder entraîne les conséquences suivantes (cf aussi § 3.1.3):

- Ne sont pas comptabilisées en Suisse la consommation d'énergie primaire ni les émissions de GES liées à l'importation de biens ou de services ou dues à des déplacements à l'étranger effectués par des personnes domiciliées en Suisse (p.ex. un vol entre Francfort et New-York).
- En revanche, sont comptabilisées en Suisse la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES provoquées par les entreprises ou les systèmes de production et de distribution d'énergie contribuant à la fabrication de biens ou à la fourniture de services exportés à l'étranger.

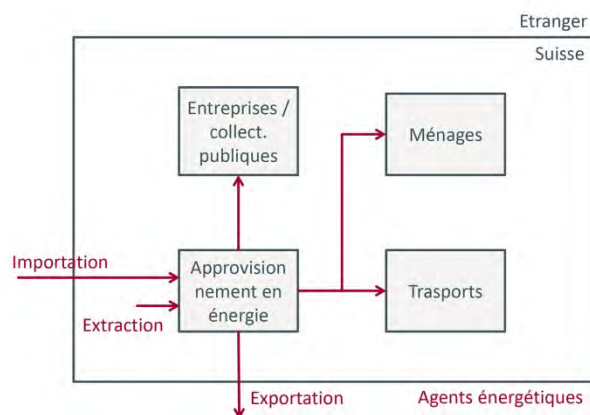


Figure 3-1: Flux d'énergie finale servant de base pour le calcul de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES de la Suisse (explications dans le texte ci-dessus)

3.1.2 Electricité et mix électrique

On pondère l'électricité fournie en fonction du mix électrique suisse, conformément aux données les plus récentes de l'OFEN sur le marquage de l'électricité (OFEN 2012). Ne font pas partie du mix de consommation suisse les produits électriques certifiés vendus sur un marché distinct. On tient compte des quantités de courant fournies mais non vérifiables, qui sont modélisées sur la base du mix électrique européen (Recommandation KBOB, version de juillet 2012: mix de l'Union pour la coordination du transport de l'électricité [UCTE]; Version 2014: mix de l'European Network of Transmission System Operators for Electricity [ENTSO-E], KBOB et al. 2014b).

3.1.3 Consommation d'énergie finale selon le principe du marché intérieur

La quantité d'énergie finale vendue en Suisse, telle que répertoriée par les statistiques énergétiques, ne correspond pas exactement à l'énergie finale effectivement consommée par les Suisses, sur leur territoire ou à l'étranger. Les raisons énumérées ci-dessous sont la cause des différences constatées ⁸:

Pour les consommateurs stationnaires:

- + consommation des habitants permanents de la Suisse lorsqu'ils sont touristes ou en déplacement professionnel à l'étranger
- consommation des touristes ou professionnels étrangers lorsqu'ils séjournent en Suisse
- consommation des frontaliers travaillant sur territoire suisse

Pour les transports (sans les transports aériens):

- + consommation des personnes résidant en Suisse, lorsqu'elles voyagent à l'étranger
- consommation des personnes résidant à l'étranger, lorsqu'elles séjournent en Suisse
- tourisme de l'essence (y c. les frontaliers et les chauffeurs de cars et de poids lourds en transit à travers la Suisse)

Pour les transports aériens:

- + vols à partir d'aéroports étrangers, effectués par des personnes résidant en Suisse
- vols à partir d'aéroports suisses, effectués par des personnes résidant à l'étranger

Comme il est quasiment impossible d'obtenir des données qui permettraient de quantifier ces différences, et que le résultat final – en totalisant des effets qui se compensent entre eux – est relativement modeste, on établit le bilan sur la seule base du marché intérieur. En d'autres termes, la quantité d'énergie finale consommée peut être tirée des statistiques énergétiques basées sur les données du marché intérieur.

8) La consommation effective d'énergie correspond à la quantité d'énergie finale, à laquelle il faut additionner (+) ou soustraire (-) les postes énumérés.

3.2 Valeurs effectives et valeurs cibles pour la Suisse

En 2005, les besoins en énergie primaire liés à la consommation d'énergie finale s'élevaient en moyenne à 6300 watts par personne, tirés pour 90 % de sources d'énergie primaire non renouvelables (soit 5800 watts/pers.). La même année, les émissions de GES dues à des processus énergétiques se montaient à 8,6 tonnes par personne et par an.

Pour l'année 2012⁹, ces valeurs ont été recalculées en se basant sur la Statistique globale suisse de l'énergie effectuée par l'OFEN (2013), sur la statistique de la population de l'OFS¹⁰, ainsi que sur les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES tirés des recommandations KBOB 2009/1 (KBOB et al. 2012). Entre 2005 et 2012, les puissances consommées par personne ont diminué de 6 %, tandis que les émissions de GES par personne ont été réduites de 10 % (cf. aussi **Tableau 3-1**).

Il est prévu d'atteindre, d'ici à 2100, les objectifs énoncés au sous-chapitre 1.1 concernant la réduction de la consommation globale d'énergie primaire au niveau de 2000 watts/personne, ainsi que la réduction des émissions de GES à 1 tonne d'équivalent-CO₂ par personne et par an. Des objectifs intermédiaires pour l'année 2050 ont également été fixés. Pour déterminer d'autres objectifs intermédiaires, il faut interpoler linéairement entre ces valeurs.

9) L'année 2012 a été caractérisée par des conditions climatiques moyennes. Cette année-là, le nombre de degrés-jour de chauffage (DJC) correspondait assez précisément à la moyenne des DJC sur la période de 1993 à 2012.

10) www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand/02.html, lecture effectuée le 10 février 2014.

Les valeurs effectives et les valeurs cibles présentées dans le **Tableau 3-1** ci-dessous concernent la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES induites par les agents énergétiques consommés sur territoire suisse.

Tableau 3-1: Valeurs effectives 2005 et 2012 et valeurs cibles de la société à 2000 watts pour la Suisse. Données basées sur Bébié et al. (2009); valeurs 2012: OFEN 2013; KBOB et al. 2012

Année	2005	2012	2050	2100
Puissance moyenne de l'énergie primaire globale consommée [watts/pers.]	6300	5900	3500	2000
A titre d'information: ¹⁾ Puissance moyenne de l'énergie primaire non renouvelable consommée par personne [watts/pers.]	5800	5300	2000	500
Emissions de GES [t/pers*an]	8.6	7.7	2.0	1.0

1) Pour les bâtiments, la notion déterminante est l'énergie primaire non renouvelable (cahier technique SIA 2040: «La voie SIA vers l'efficacité énergétique», CT SIA 2032: «Energie grise des bâtiments»)

Le niveau de 2000 watts d'énergie primaire par personne correspond à la moyenne mondiale de consommation d'énergie en 2005 (puissance moyenne continue, exprimée en termes d'énergie primaire). L'intention de réaliser une société à 2000 watts ne vise donc pas prioritairement une réduction de la consommation globale, mais plutôt une répartition plus équitable entre les habitants au niveau mondial. A contrario, l'objectif de réduire à 1 tonne par personne et par an les émissions de GES au niveau mondial (selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC]) vise à limiter à 2°C le réchauffement climatique global dû aux activités humaines¹¹. Dans ce cas également, la limite d'une tonne par personne et par an s'applique à tous les êtres humains de la planète.

Les objectifs de la société à 2000 watts définis ici devront être vérifiés et corrigés si nécessaire, après l'entrée en force de la Stratégie énergétique 2050 mise en consultation actuellement par le Conseil fédéral et soumise pour délibération au Parlement.

11) Dans le cas présent, nous ne considérons que les émissions de GES générées par des processus énergétiques, alors que le GIEC fixe cette limite pour toutes les activités humaines qui produisent des émissions de GES, notamment celles de l'agriculture (cf. aussi chap. 10).

4 Cantons, régions, communes et villes

4.1 Démarche pour l'établissement du bilan

4.1.1 Principes

En principe, pour établir le bilan des cantons, régions, communes et villes, on procède de la même manière que pour la Suisse entière. (cf. **Figure 4-1** et sous-chap. 3.1).

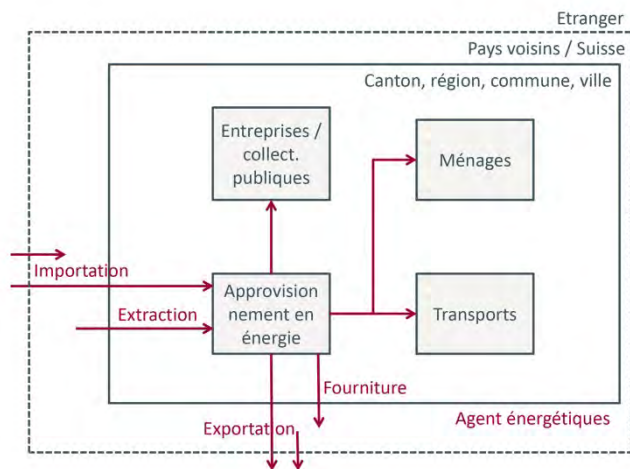


Figure 4-1: Flux d'énergie finale servant de base pour le calcul de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES pour les cantons, les régions, les communes et les villes (explications dans le texte)

4.1.2 Mix électrique

La détermination de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES se fonde sur les volumes moyens d'électricité livrés, pondérés en fonction du mix électrique, sur la base des données fournies par les entreprises d'approvisionnement en énergie dans le cadre du marquage de l'électricité.

4.1.3 Détermination de la consommation d'énergie finale induite par les transports

Dans des unités géographiques telles que des cantons, des régions, des communes ou des villes, il est nécessaire de passer par des modèles mathématiques et de formuler des hypothèses pour quantifier la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES liées aux différents moyens de transports. Pour évaluer les besoins en énergie, on s'appuie sur deux principes de base, caractérisés chacun par deux sources de données:

- T. Principe de territorialité:
 - T1 Quantités de carburant vendues par an au sein du périmètre de bilan
 - T2 Evaluation des flux de trafic sur la base de modèles au sein du périmètre de bilan
- V. Principe du pollueur-payeur:
 - V1 Mobilité moyenne par personne
 - V2 Nombre de véhicules immatriculés au sein du périmètre de bilan

Pour les sources de données T2 et V2, il est nécessaire de formuler des hypothèses sur les trajets effectivement parcourus ou sur le nombre de kilomètres effectués par an, ainsi que sur la flotte moyenne de véhicules effectivement utilisés (par rapport à l'ensemble du parc de véhicules immatriculés). D'autres précisions à ce sujet sont données à l'annexe 11.2.

La méthode pour établir le bilan de la mobilité n'est pas la même pour les unités géographiques (cantons, régions, communes, villes) que pour les bâtiments ou les sites (SIA 2011a; Kellenberger et al. 2012b).

4.2 Valeurs effectives et valeurs cibles pour les cantons, régions, communes ou villes

Il est possible que les valeurs effectives pour des cantons, des communes ou des villes soient assez différentes des moyennes nationales. En effet, ces données varient en fonction de la structure de ces entités. Les objectifs visant à la réalisation de la société à 2000 watts doivent donc tenir compte de cette réalité.

On se basera néanmoins, à titre d'orientation, sur les valeurs cibles de la Suisse, en appliquant pour les différentes unités géographiques (cantons, régions, communes ou villes) des facteurs de réduction spécifiques (cf. **Tableau 4-1**). Pour les valeurs cibles, on identifie des facteurs de réduction qui peuvent être utilisés indépendamment des valeurs effectives. Les facteurs de réduction sont déterminés en divisant la valeur effective nationale par la valeur cible nationale correspondante (pour un horizon plus ou moins lointain). Pour des communes dont les valeurs effectives sont inférieures aux valeurs nationales, on fixe des valeurs cibles plus basses que les valeurs cibles nationales, considérant que ces communes atteindront plus rapidement les objectifs fixés au niveau du pays tout entier. Le même raisonnement s'applique par analogie aux communes dont les valeurs effectives sont plus élevées que la moyenne nationale. En d'autres termes, ces cantons, régions, communes ou villes mettront plus de temps à atteindre les valeurs cibles nationales.

Tableau 4-1: Facteurs de réduction 2050 et 2100 (basés sur les valeurs effectives 2005 ou 2012). Ces valeurs sont à considérer comme indicatives pour les cantons, les régions, les communes ou les villes. Elles ont été calculées sur la base des valeurs cibles pour la société à 2000 watts à l'échelle suisse (cf. **Tableau 3-1**).

	Facteurs de réduction entre 2005 et		Facteurs de réduction entre 2012 et	
	2050	2100	2050	2100
Puissance moyenne de l'énergie primaire globale	1.8	3.2	1.7	3.0
A titre d'information: Puissance annuelle moyenne de l'énergie primaire non renouvelable	2.9	11.6	2.7	10.6
Emissions de GES par an	4.3	8.6	3.9	7.7

Les figures ci-après expliquent comment ont été déterminés, par application de facteurs de réduction nationaux, les objectifs de la société à 2000 watts pour trois communes fictives, dont la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES sont supérieures à la moyenne suisse (commune A), égales à la moyenne (commune B) et inférieures à la moyenne (commune C). (cf. **Figure 4-2** et **Figure 4-3**). Les cantons, régions, communes ou villes réduisent leur consommation d'énergie primaire par personne, ainsi que leurs émissions de GES par personne dans une proportion qui tient compte de leur contexte initial.

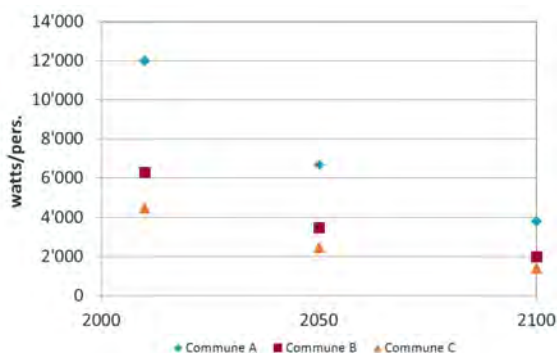


Figure 4-2: Evolution de la consommation globale d'énergie primaire par personne dans trois communes, par application de facteurs de réduction nationaux, dans trois situations initiales différentes (valeurs effectives) selon **Tableau 4-1**

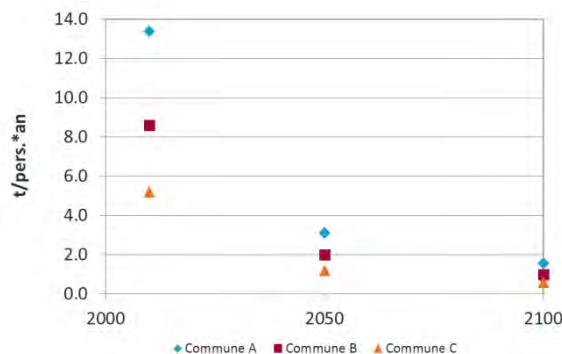


Figure 4-2: Evolution des émissions de GES par personne et par an dans trois communes, par application de facteurs de réduction nationaux, dans trois situations initiales différentes (valeurs effectives) selon **Tableau 4-1**

Pour déterminer les objectifs de réduction, on se base sur les valeurs cibles suivantes: 2000 watts d'énergie primaire par personne et 1 tonne d'émissions de GES par personne et par an. Pour déterminer les objectifs de réduction au niveau des cantons, des régions, des communes ou des villes, il est possible d'utiliser soit les valeurs cibles nationales (cf. sous-chap.: 3.2), soit des facteurs de réduction.

Les cantons, régions, communes ou villes se différencient entre elles et par rapport à la moyenne suisse, d'une part, par leurs caractéristiques propres – prestations centrales (hôpitaux, centres culturels, établissements de formation), structure économique (population active par rapport au nombre d'habitants, structure par branches, débouchés des entreprises) et nature des transports suprarégionaux – d'autre part, en fonction des prestations déjà fournies. Il n'est pas encore possible aujourd'hui de quantifier de manière fiable les adaptations à apporter aux valeurs effectives et aux valeurs cibles. Pour ce faire, il sera nécessaire de procéder à des études méthodologiques approfondies (cf. aussi sous-chap. 10.2).

Néanmoins, il faudrait pouvoir tenir compte déjà maintenant, lors de la détermination des valeurs cibles pour une commune donnée, de sa situation particulière. Il est donc possible de se distancer ponctuellement des valeurs cibles et des facteurs de réduction fournis dans le présent concept pour l'établissement du bilan, à condition de justifier ces exceptions.

Précisément en raison de ces différences structurelles et de la grande variété des prestations déjà fournies, il n'est ni intéressant ni utile de comparer entre elles les différentes unités géographiques que sont les cantons, régions, communes ou villes. Les valeurs effectives et les valeurs cibles déterminées ici sont plutôt destinées à illustrer les potentiels de réduction et à esquisser les développements à venir. Dans la pratique, plutôt que de suivre à la lettre les présentes recommandations théoriques relatives à la courbe de décroissance, les cantons, les régions, les communes et les villes doivent en priorité identifier les potentiels de réduction à leur portée et réaliser les mesures qui s'imposent.

5 Individus et ménages

5.1 Démarche pour l'établissement du bilan

5.1.1 Principes

Pour établir un bilan à propos d'unités géographiques telles que la Suisse, des cantons, des régions, des communes ou des villes, on procède par une approche descendante (dite top-down), puis on convertit les valeurs obtenues en valeurs par personne en tenant compte du nombre d'habitants. Dans le cas des individus et des ménages, on procède de manière inverse (approche ascendante, dite bottom-up), en partant des valeurs effectives privées concernant les consommations d'énergie primaire et les émissions de GES.

Pour obtenir les données privées relatives à la consommation des individus et des ménages, on procède par enquête sur des thèmes tels que l'alimentation, l'habitat, la mobilité, les infrastructures et les comportements d'achat. Ces données servent ensuite à l'établissement du bilan en matière d'énergie primaire consommée et de GES émis. Ces questions sont implémentées dans des calculateurs en ligne, tels que celui du WWF pour calculer l'empreinte écologique¹² ou celui d'ECOSPEED Private¹³ (cf. également § 10.3.2).

L'établissement du bilan pour les individus suit une méthodologie compatible avec celle de la société à 2000 watts, et intègre les données de consommation (directe ou indirecte) d'énergie finale concernant les ménages (combustibles, carburants, électricité). Ces données sont ensuite multipliées par les facteurs d'énergie primaire ou les coefficients d'émission de GES correspondants. Pour quantifier la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES dans les autres secteurs de consommation, on procède par des enquêtes appropriées ou l'on se base sur des données tirées d'écobilans (p.ex. concernant certains produits).

Les différentes possibilités de réponse dans les questionnaires permettent de distinguer la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES dans le bilan des individus. Dans les domaines de l'habitat et de la mobilité, les questions posées dans les enquêtes sont suffisamment précises pour que les réponses permettent de modéliser la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES d'une manière spécifique aux technologies concernées. A titre d'exemple, on peut citer les questions relatives à l'agent énergétique utilisé pour fournir la chaleur, ou celles relatives au genre de véhicule(s) utilisé(s) et à sa(leur) consommation de carburant.

La plupart des questions s'adressent à une personne en particulier (notamment celles concernant les habitudes alimentaires). Certaines autres questions ont trait au ménage (notamment celles relatives à la taille du logement, aux besoins de chaleur pour le chauffage ou à la consommation d'électricité). Les réponses concernant les ménages sont converties en valeurs par personne.

Il est plus facile de comparer les résultats des enquêtes avec les données disponibles à l'échelle suisse si la méthodologie est compatible avec les recensements nationaux (p.ex.: microrecensement Mobilité et transports MRMT, sondages auprès des ménages EBM).

12) www.wwf.ch/fr/agir/vivre_mieux/calculateur_d_empreinte

13) www.ecospeed.ch/welcome/fr

5.1.2 Mix électrique

Le mix électrique, établi sur la base du marquage de l'électricité, est déterminant pour calculer la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES générées par l'achat et la consommation d'électricité au niveau des individus et des ménages. L'achat de certificats de courant vert (à plus-value écologique) permet de corriger le mix électrique en augmentant la part de courant produit notamment par des usines hydroélectriques, des installations photovoltaïques ou des éoliennes.

5.2 Valeurs effectives

Grâce à une étude pilote (Jungbluth et al. 2011), il a été possible de quantifier les impacts sur l'environnement générés en Suisse par les comportements de consommation (cf. aussi sous-chap. 10.1). Cette étude a combiné des données sur la structure économique des entreprises en Suisse et à l'étranger (marché d'exportation) avec des données relatives aux écobilans de biens et de services (cf. aussi **Figure 5-1**). En ce sens, la méthodologie appliquée pour la modélisation des individus et des ménages est fort différente de celle utilisée pour la modélisation dans le cadre du concept de bilan de la société à 2000 watts, pour la Suisse et ses sous-ensembles (cf. aussi chap. 3 et **Figure 3-1**).

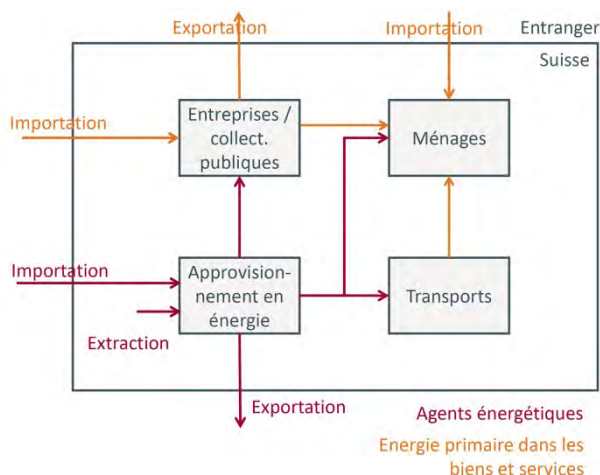


Figure 5-1: Flux d'énergie finale et d'énergie primaire générés par la consommation de biens et de services (y c. les déplacements privés des ménages), selon l'étude pilote (Jungbluth et al. 2011). La méthodologie de modélisation pour les individus et les ménages est différente de celle utilisée pour des unités géographiques telles que la Suisse, les cantons, les régions, les communes ou les villes.

Actuellement, on est en train d'analyser les impacts globaux de la production et de la consommation en Suisse sur la période de 1996 à 2011. Pour ce faire, une méthodologie simplifiée a été utilisée: Les impacts sur le territoire suisse ont été complétés par ceux générés par les relations commerciales (en additionnant les impacts dus à l'importation de biens ou de services et en soustrayant ceux provoqués par les exportations). Les résultats peuvent être mis en rapport avec le nombre de personnes habitant sur territoire suisse. Les valeurs obtenues en moyenne par personne (consommation d'énergie primaire et émissions de GES) peuvent être utilisées comme référence pour calibrer les résultats des enquêtes par questionnaire sur les mêmes questions.

6 Différences méthodologiques

La méthodologie utilisée pour établir le bilan n'est pas la même pour les ménages et les individus que pour les unités géographiques (Suisse, cantons, régions, communes ou villes). Le **Tableau 6-1** montre les différences entre ces deux méthodologies sur la base d'exemples concernant la consommation d'énergie.

Tableau 6-1: Distribution d'agents énergétiques en Suisse et à l'étranger, et modalités d'intégration de ces données dans l'établissement du bilan pour la société à 2000 watts à l'échelle de la Suisse ou à celle des ménages. La liste n'est pas exhaustive. Les valeurs (+) indiquent que les données sont prises en compte; les valeurs (-), qu'elles ne sont pas prises en compte. La colonne «Suisse» est aussi valable, par analogie, pour les cantons, régions, communes ou villes.

	Distribution d'agents énergétiques	Suisse	Ménages
Consommation d'énergie des bâtiments d'habitation, des écoles et des bâtiments administratifs en Suisse	Suisse	+	+
Energie de production vendue pour l'agriculture, l'artisanat et l'industrie (marché intérieur)	Suisse	+	+
Energie de production vendue pour l'agriculture, l'artisanat et l'industrie (marché d'exportation)	Suisse	+	-
Carburant vendu à des consommateurs résidant en Suisse	Suisse	+	+
Carburant vendu à des étrangers ¹⁴ ou à des entreprises de transport étrangères	Suisse	+	-
Carburant vendu à l'étranger à des consommateurs résidant en Suisse	Etranger	-	+
Energie de production pour fabriquer des produits semi-finis importés qui serviront à l'industrie d'exportation	Etranger	-	-
Energie de production pour fabriquer des produits de consommation importés	Etranger	-	+

A l'échelle d'une région, il n'est pas possible de tenir compte des impacts générés par des produits de consommation au-delà du périmètre de ladite région. Pour avoir une idée des ordres de grandeurs, on peut se référer aux valeurs déterminées et publiées par l'OFEV à l'échelle suisse (cf. aussi sous-chap. 10.1).

14) Sous le terme «étrangers», on entend des personnes qui ne résident pas sur territoire suisse.

7 Bâtiment

7.1 Démarche pour l'établissement du bilan

La cahier technique SIA 2040 «La voie SIA vers l'efficacité énergétique» (SIA 2011a) et la documentation correspondante SIA 0236 (SIA 2011b) décrivent comment définir le périmètre de bilan, saisir les données de consommation d'énergie et appliquer les valeurs cibles dans le secteur du bâtiment. Le document intitulé «La voie SIA vers l'efficacité énergétique» tient compte de l'énergie primaire non renouvelable et des émissions de GES. Il englobe la dépense d'énergie pour la construction (et la démolition) des bâtiments, l'exploitation de ces bâtiments, ainsi que la mobilité induite par les habitants ou les employés (y c. les élèves des écoles). Les catégories de bâtiments suivantes sont prises en considération: habitations, bâtiments de bureaux, écoles.

Pour établir le bilan à l'échelle des bâtiments, on procède comme le préconise la SIA («La voie SIA vers l'efficacité énergétique»). On se base sur des paramètres compatibles avec la démarche de la société à 2000 watts: consommation d'énergie primaire non renouvelable et émissions de GES, rapportées à la surface de référence énergétique (SRE).

Il est aussi possible de calculer, à titre d'information, la quantité globale d'énergie primaire consommée, y compris pour la production propre d'énergie à partir de sources renouvelables, à l'intérieur du périmètre de bilan (cf. aussi SIA 2011a, note de pied de page 4).

7.2 Valeurs du projet

Dans les domaines de la construction des bâtiments, de leur exploitation et de la mobilité induite par les utilisateurs, on peut s'appuyer sur des méthodes de saisie des données et des méthodes de calcul existantes. Elles sont décrites dans les documents suivants: cahiers techniques SIA 2032 (2010), SIA 2031 (2009), SIA 2039 (2011c) et SIA 2040 (SIA 2011a).

Sur les questions de mobilité, les deux méthodologies – celle pour les bâtiments selon «La voie SIA vers l'efficacité énergétique» et celle pour les unités géographiques (cantons, régions, communes ou villes) – poursuivent des objectifs différents. Par conséquent, on peut mettre en évidence trois façons différentes de considérer ces questions de mobilité.

Premièrement, pour les bâtiments, la SIA ne tient compte que de la mobilité quotidienne générée par les déplacements des utilisateurs du site, alors que, pour les cantons, régions, communes ou villes, on évalue la mobilité globale induite, en tenant compte du principe de territorialité ou du principe du «pollueur-payeur» (cf. aussi annexe 11.2).

Deuxièmement, le bilan énergétique des bâtiments selon la SIA s'oriente sur des valeurs cibles à l'horizon 2050, en anticipant des véhicules qui, à cette époque, ne consommeront plus que 3 litres de carburant aux 100 km¹⁵ ou utiliseront une technologie de propulsion équivalente, alors que, pour établir le bilan de la consommation des unités géographiques, on se base sur le parc automobile réel d'aujourd'hui.

Troisièmement, la SIA tient aussi compte, dans l'évaluation de la mobilité, de l'énergie nécessaire à la construction des infrastructures et à la fabrication des véhicules, alors que, pour les unités géographiques, on ne prend en considération que l'énergie consommée pour l'exploitation. Par conséquent, la somme de l'énergie consommée pour la mobilité induite par les utilisateurs de tous les bâtiments d'une commune ne se recoupe pas avec celle calculée à partir des flux de trafic observés dans les limites de cette même commune.

15) Pour atteindre les valeurs cibles diminuées relatives à l'énergie primaire et aux GES concernant le parc automobile 2050, il est aussi possible d'anticiper une réduction du volume de trafic, couplée à une réduction de la part de voitures de tourisme dans la répartition modale et à une composition différente du parc automobile (SIA 2011c).

7.3 Valeurs indicatives et valeurs cibles

Pour calculer les valeurs cibles au sens de «La voie SIA vers l'efficacité énergétique», on se base sur les valeurs effectives de l'année de référence (2005). Ces dernières sont tirées des statistiques énergétiques et caractérisent l'énergie d'exploitation et l'énergie nécessaire pour la mobilité induite. Cette démarche est décrite dans l'ouvrage suivant: «SIA Effizienzpfad: Bestimmung der Ziel- und Richtwerte mit dem Top-Down Approach» (SIA 2012) (voie SIA vers l'efficacité énergétique: détermination des valeurs cibles et des valeurs indicatives par une approche descendante). Au chapitre de la mobilité, on soustrait un certain volume de trafic, qui représente les déplacements non quotidiens (déplacements d'un ou plusieurs jours hors de la région de domicile, avec nuitées passées à l'extérieur). En revanche, il n'est pas possible de se baser sur les statistiques énergétiques pour déterminer les valeurs effectives de consommation d'énergie pour construire un bâtiment. En effet, d'une part, la proportion de matériaux de construction ou de matières premières importés n'est pas connue. D'autre part, les statistiques énergétiques ne saisissent pas séparément les données relatives à l'industrie du bâtiment. Pour quantifier les critères relatifs à la construction des bâtiments, on procède par une estimation de la consommation d'énergie qui a été nécessaire pour construire le parc immobilier actuel, ainsi que des émissions de GES générées par ces processus.

Pour déterminer les valeurs cibles intermédiaires à l'horizon 2050, on part de l'idée que, dès aujourd'hui, tous les bâtiments à construire respecteront les valeurs cibles correspondantes fixées par la SIA («La voie SIA vers l'efficacité énergétique»), et que, d'ici là, tous les bâtiments existants auront été assainis sur le plan énergétique en respectant les valeurs cibles fixées pour les rénovations.

Les valeurs cibles préconisées par la SIA s'obtiennent en appliquant le même facteur de réduction que pour l'ensemble de la Suisse aux valeurs effectives totales cumulant les étapes de la construction et de l'exploitation des bâtiments, ainsi que celles de la mobilité induite par les usagers (cf. Tableau 7 dans le CT SIA 2040). Ce faisant, on part de l'hypothèse que, d'ici 2050, le même facteur de réduction s'appliquera aux autres secteurs de consommation apparentés mais non saisis: autres bâtiments, industrie, transport de marchandises, déplacements non quotidiens. Au final, les valeurs concernant les individus seront transformées en surfaces standard par personne et converties en valeurs par surface de référence énergétique.

Pour établir la répartition des valeurs cibles sur les valeurs indicatives concernant la construction et l'exploitation des bâtiments, ainsi que la mobilité induite par les usagers, on se base sur des études de faisabilité, elles-mêmes fondées sur des études de cas.

A l'avenir, la SIA a prévu d'étendre sa réflexion quant à l'efficacité énergétique à d'autres catégories de bâtiments.

7.4 Contribution des standards MINERGIE à la réalisation de la société à 2000 watts

Les standards MINERGIE¹⁶ fournissent une contribution essentielle à la mise en oeuvre concrète de la société à 2000 watts dans le cadre de projets de construction. Il est possible d'illustrer cette affirmation en se référant au Standard Bâtiment de l'association Cité de l'énergie (SuisseEnergie pour les communes & délégués à l'énergie des grandes villes (ERFA) 2010). Les standards MINERGIE, MINERGIE-P et MINERGIE-A permettent d'évaluer, au moyen de l'indice de dépense énergétique, les questions de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de ventilation et de production de froid. Pour ce faire, on applique les facteurs de pondération nationaux en lieu et place des facteurs d'énergie primaire et des coefficients d'émission de GES correspondant à «La voie SIA vers l'efficacité énergétique». Pour l'éclairage, il faut respecter des exigences particulières. Parfois, cette règle s'applique aussi à des installations d'exploitation et à d'autres applications, dont la saisie en cours de planification de la construction est liée à de nombreuses incertitudes. Pour évaluer la dépense d'énergie grise dans le cadre de la construction des bâtiments selon les standards MINERGIE-ECO et MINERGIE-A, on se base sur le même bilan énergétique des bâtiments que celui présenté dans les CT SIA 2032 et 2040 («La voie SIA vers l'efficacité énergétique»). Dans le cadre MINERGIE, il n'est pas possible, pour l'étape de la construction, de procéder à des compensations entre énergie d'exploitation et énergie grise. S'agissant des questions de mobilité, le standard MINERGIE ne pose pas d'exigences spécifiques jusqu'à présent.

La majeure partie des nouvelles constructions et des bâtiments transformés, s'ils respectent les valeurs cibles préconisées par la SIA, remplissent en principe au moins les exigences du standard MINERGIE (chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation). Par contre, une évaluation supplémentaire selon le CT SIA 2040 est nécessaire pour s'assurer qu'un bâtiment certifié MINERGIE-ECO ou MINERGIE-A respecte également les valeurs cibles préconisées par la SIA dans sa voie vers l'efficacité énergétique. Pour effectuer ce contrôle, il est possible de récupérer directement une partie des données disponibles dans le certificat MINERGIE (énergie primaire pour la construction du bâtiment, énergie finale pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la ventilation).

16) www.minergie.ch

8 Réhabilitation des sites

La méthodologie utilisée pour réaliser le bilan d'un quartier est la même que celle préconisée pour la réhabilitation des sites industriels (Kellenberger et al. 2012a, b), elle-même inspirée par la méthodologie mise au point par la SIA dans le CT SIA 2040 («La voie SIA vers l'efficacité énergétique»). Le périmètre du bilan englobe tout un quartier au lieu d'un seul bâtiment. Les valeurs de projet, ainsi que les valeurs indicatives et les valeurs cibles sont l'addition des dites valeurs de tous les bâtiments présents sur le site. On n'observe donc guère de différence avec la méthodologie SIA (CT 2040) – si ce n'est le volume de données nécessaires. Cependant, la méthodologie applicable pour les sites présente les différences suivantes, par rapport à celle pour les bâtiments:

En plus des catégories habituelles de bâtiments (habitations, bâtiments de bureaux, écoles), elle comprend les autres affectations suivantes: hôtels, commerces (magasins d'alimentation, magasins spécialisés, centres commerciaux), ainsi que parkings (garages souterrains, silos à voitures). Excepté pour l'étape de la construction, qui se traite de manière identique, ces nouvelles affectations nécessitent des modalités différentes pour la détermination des valeurs de projet et des valeurs indicatives. Il est également nécessaire de faire de nombreuses nouvelles hypothèses quant aux affectations standard.

Comme pour les cantons, régions, communes ou villes, les critères pris en compte comprennent, d'une part, la consommation d'énergie primaire non renouvelable et les émissions de GES, d'autre part, la consommation globale d'énergie primaire, y c. la production propre d'énergie au sein du périmètre de bilan, à partir de sources renouvelables.

9 Entreprises

Les entreprises produisent des biens et des services. Il peut s'agir de produits de consommation ou de prestations en amont de la chaîne de production. Les biens et services produits en Suisse sont destinés à être vendus à des clients en Suisse ou à l'étranger. Le chiffre d'affaires d'une entreprise, de même que ses champs d'activités peuvent augmenter, soit par croissance naturelle, soit par des acquisitions. Inversement, une entreprise peut réduire son activité – parfois jusqu'à zéro – au sein d'un périmètre donné (pays ou région) par des opérations de désinvestissement ou de délocalisation de production.

Toutes ces possibilités rendent très complexe la prise en compte des entreprises dans la méthodologie d'établissement du bilan pour la société à 2000 watts. Ainsi, il n'est pas possible d'appliquer tels quels à une entreprise individuelle les facteurs de réduction déterminés à l'échelle suisse.

Par ailleurs, les entreprises peuvent utiliser des instruments reconnus, tels que la Global Reporting Initiative (GRI)¹⁷ ou le Carbon Disclosure Project (CDP)¹⁸ pour surveiller et améliorer en permanence leur propre efficacité en termes de dépenses énergétiques et de protection de l'environnement.

Pour toutes les raisons énoncées ci-dessus, on renonce ici à fixer des règles spécifiques pour établir le bilan des entreprises, et à déterminer des valeurs indicatives ou des valeurs cibles. Cependant, dans le cadre de différentes initiatives cantonales ou communales visant à la réalisation de la société à 2000 watts, les entreprises sont vivement encouragées à utiliser des instruments tels que la GRI ou le CDP. Une telle démarche leur permet de disposer d'un outil pour contribuer activement et d'une manière mesurable à réduire la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES.

17) www.globalreporting.org/Pages/default.aspx, consultation du 27 juin 2013

18) www.cdproject.net/en-US/Pages/HomePage.aspx, consultation du 27 juin 2013

10 Thèmes à étudier plus en détail

10.1 Besoins en énergie primaire et émissions de GES dues à la consommation des particuliers

10.1.1 Production de biens et de services

L'énergie est nécessaire à la fabrication de marchandises et à la fourniture de services. On utilise le terme «énergie grise» pour définir la quantité d'énergie primaire dépensée pour effectuer ces opérations; par analogie, on appelle «émissions grises de GES» les émissions générées par ces mêmes opérations¹⁹. Il faut également ajouter d'autres sources dues à des processus de fabrication, notamment les émissions de méthane produites par les ruminants au cours de leur digestion. De telles émissions doivent aussi être prises en considération dans un bilan global.

10.1.2 Valeurs effectives dues à la consommation globale en Suisse

Pour se faire une idée complète des dépenses d'énergie primaire en Suisse, il faut additionner tous les agents énergétiques consommés par les habitants du pays, aux quantités d'énergie primaire nécessaires à la fabrication de toutes les marchandises et à la fourniture de tous les services consommés par ces mêmes habitants. Quant aux émissions de GES correspondantes, elles comprennent également celles provoquées par les êtres humains lors de processus non énergétiques. On entend par exemple ici les émissions générées dans l'agriculture ou les émissions de certains processus industriels, tels que la fabrication de ciment.

D'après les indications fournies dans le rapport «Gesamt-Umweltbelastung durch Konsum und Produktion der Schweiz» (Jungbluth et al. 2012), la consommation globale pondérée d'énergie primaire en Suisse, en 2005, était de 8300 watts/personne et de 7000 watts/personne pour l'énergie primaire non renouvelable. Quant aux émissions de GES correspondantes, elles étaient de 12,8 tonnes par personne et par année.

Tableau 10-1: valeurs effectives 2005 concernant la demande d'énergie finale pondérée et la consommation globale pondérée

		Consommation d'énergie finale pondérée	Consommation globale pondérée
Puissance moyenne de l'énergie primaire globale	watts par personne	6300	8300
A titre d'information: Puissance annuelle moyenne de l'énergie primaire non renouvelable	watts par personne	5800	7000
Emissions de GES par an	tonnes par personne	8.6	12.8

19) Pour plus de détails sur les matériaux de construction, les éléments de construction et les bâtiments, on se référera au CT SIA 2032 **Energie grise des bâtiments.**

10.1.3 Valeurs cibles pour la consommation globale des personnes

Comme pour des collectivités telles que les cantons, les régions, les communes ou les villes, on a fixé à 2000 watts d'énergie primaire et à 1 tonne de GES par an les valeurs cibles pour les personnes. Remarquons toutefois que ces valeurs cibles sont censées être atteintes à un horizon plus éloigné: 2150 (cf. **Figure 10-1**). Pour les collectivités, on additionne des «compléments de consommation», qui interviennent à l'horizon intermédiaire 2050 et à l'horizon final 2100.

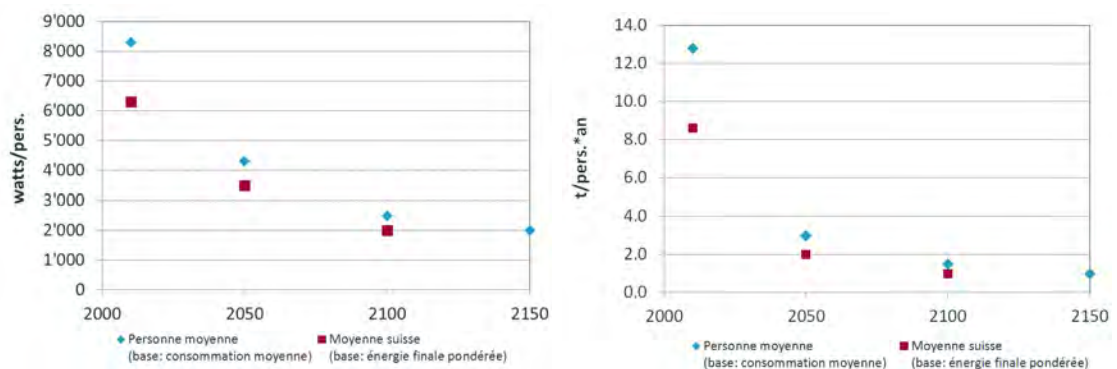


Figure 10-1: Objectifs de réduction au cours du temps de la consommation d'énergie primaire globale (à gauche) et des émissions de GES (à droite). Ces valeurs ont été déterminées sur la base de la consommation moyenne pondérée d'une personne standard habitant sur territoire suisse. Les valeurs moyennes pour la Suisse, indiquées à titre de repères, ont été déterminées sur la base de la consommation d'énergie finale pondérée.

10.1.4 Comparaison des résultats entre les bilans pour la consommation globale et pour la consommation d'énergie finale

On constate des différences entre le bilan d'énergie primaire pour la consommation globale en Suisse et le même bilan d'énergie primaire calculé selon la méthodologie de la société à 2000 watts (cf. chap. 3). Ces différences proviennent des trois éléments suivants:

- En plus: dépenses d'énergie primaire pour des marchandises ou services importés et consommés en Suisse.
- En plus: dépenses d'énergie primaire pour des prestations fournies en amont de la fabrication de marchandises importées et de la fourniture de services importés, destinés au marché suisse.
- En moins: dépenses d'énergie primaire liées à la consommation d'énergie pour fabriquer des marchandises ou fournir des services destinés à l'exportation.

Par analogie, le même raisonnement s'applique aux émissions de GES générées par la consommation globale de la Suisse. Il faut aussi leur ajouter les émissions générées en Suisse par des processus non énergétiques permettant de fabriquer des produits qui seront écoulés sur le marché intérieur suisse.

On constate donc une différence entre les valeurs calculées sur la base des comportements de consommation et les valeurs calculées selon la démarche de la société à 2000 watts (cf. **Tableau 10-1** et **Figure 10-2**, colonne de gauche). Cette différence est aussi appelée «bilan occulte». Pour l'essentiel, elle résulte de la prise en compte de l'énergie finale et des GES relatifs aux produits importés et consommés en Suisse, valeurs auxquelles il faut soustraire celles concernant les produits fabriqués en Suisse et destinés à l'exportation.

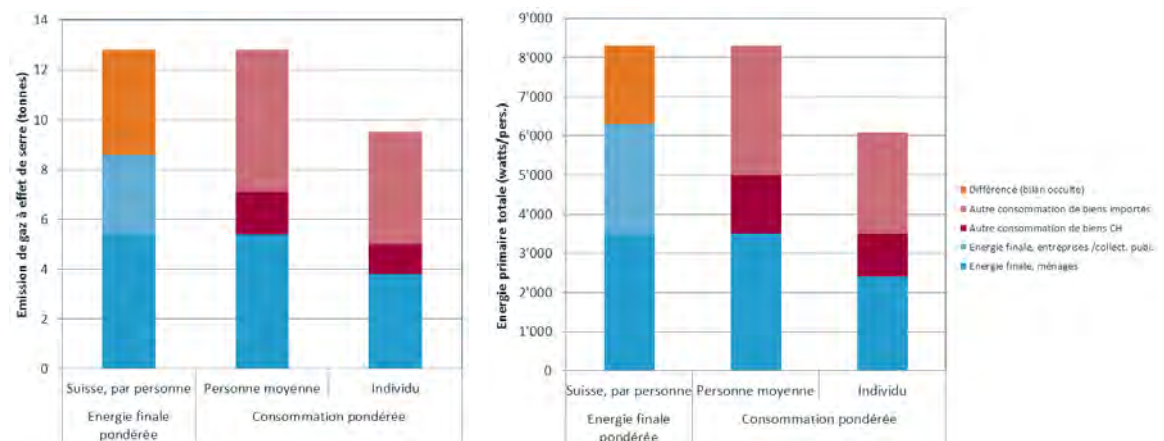


Figure 10-2: Comparaison entre trois méthodes pour établir le bilan de la consommation moyenne d'énergie primaire (à gauche) et des émissions de GES (à droite). La colonne de gauche présente le bilan pour un individu résidant en Suisse, en se basant sur la consommation d'énergie finale en Suisse. La colonne du milieu présente le bilan pour une personne moyenne vivant en Suisse, en se basant sur la consommation globale mesurée à l'aide de questionnaires adressés à des personnes et à des ménages. La colonne de droite présente le bilan pour une personne vivant en Suisse, dont la consommation est inférieure à la moyenne, en se basant sur la consommation globale mesurée à l'aide de questionnaires adressés à des personnes et à des ménages.

La somme des quantités d'énergie primaire consommées par une personne moyenne, et quantifiées sur la base de questionnaires (**Figure 10-2**, colonne médiane) est du même ordre de grandeur que les valeurs moyennes obtenues au moyen d'une analyse de la consommation à l'échelle de la Suisse (**Figure 10-2** colonne de gauche). On remarque toutefois que, dans le cadre des bilans portant sur des personnes, la part d'énergie primaire liée à la consommation d'énergie finale est nettement moins élevée que dans le bilan à l'échelle de la Suisse. En conséquence, la part d'énergie primaire liée à la consommation de biens est plus élevée dans le bilan des personnes que dans celui de la Suisse.

Dans le bilan de la Suisse (et par analogie celui des cantons, régions, communes ou villes) établi selon la méthodologie de la société à 2000 watts, les consommations d'énergie finale des entreprises sont saisies directement; elles sont donc représentées en bleu clair dans la colonne de gauche. Mais les biens produits par l'industrie seront finalement consommés en Suisse ou exportés à l'étranger. Dans la colonne du milieu (analyse de la consommation des personnes), une partie des contributions de l'industrie suisse (une certaine proportion de la surface bleu clair) deviendra une partie de la rubrique «autre consommation de biens» des personnes vivant en Suisse (donc, une partie de la surface rouge).

La colonne de droite dans la **Figure 10-2** est présentée à titre d'exemple. La personne concernée se caractérise par une consommation inférieure à la moyenne – tant pour l'énergie primaire liée à la consommation d'énergie finale que pour celle liée à la consommation de biens.

10.1.5 Comparaison des résultats entre l'analyse de la consommation globale et le bilan des bâtiments (selon la méthodologie de la SIA «La voie vers l'efficacité énergétique»)

La **Figure 10-3** représente, à titre d'exemple, pour les émissions de GES, d'une part, les valeurs effectives et les valeurs cibles 2050 pour des personnes, calculées selon le concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts (cf. chap. 5), d'autre part, les valeurs effectives et les valeurs indicatives pour le domaine «Habitations» selon «La voie SIA vers l'efficacité énergétique». Pour le domaine de l'habitat (construction + exploitation), les valeurs effectives obtenues par les deux méthodes correspondent bien. Dans le domaine de la mobilité, la méthode de la SIA tient compte des émissions de GES générées par les déplacements quotidiens des utilisateurs de bâtiments. Ces déplacements quotidiens sont responsables de 40 % environ de la totalité des GES émis par les ménages ou les personnes lors de leurs déplacements (comparaison des valeurs effectives).

Selon «La voie SIA vers l'efficacité énergétique», la valeur cible intermédiaire 2050 pour les émissions de GES dues aux bâtiments d'habitation se situe à 960 kg/personne et par an, ce qui représente 48 % de la totalité des GES émis par les personnes.

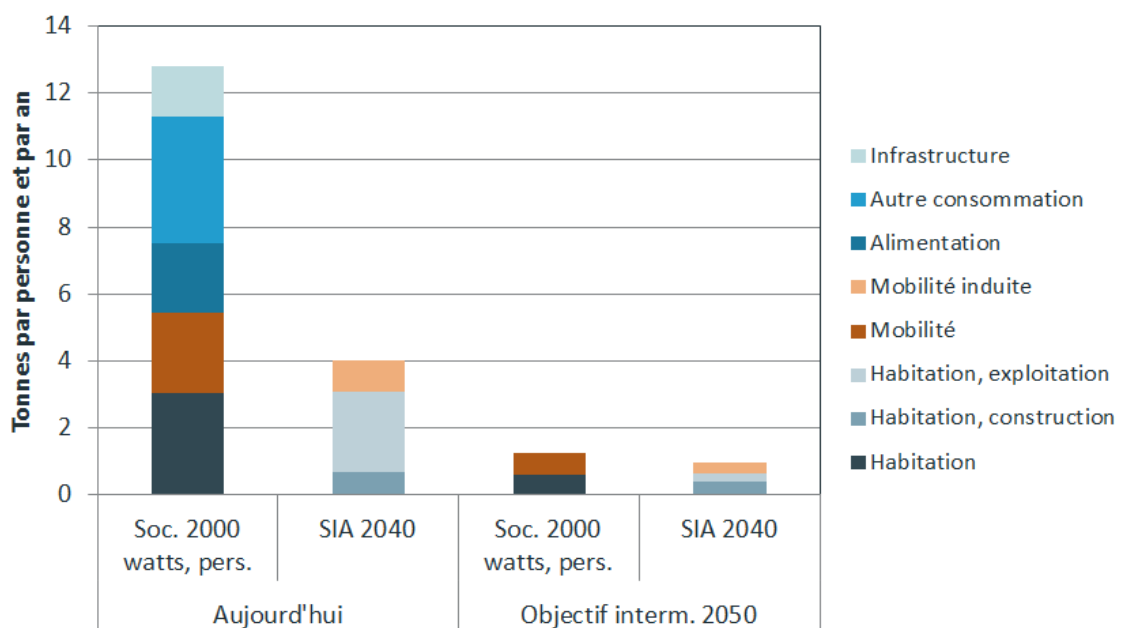


Figure 10-3: Valeurs effectives et valeurs cibles 2050 concernant les émissions de GES selon le concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts (habitations, personnes); valeurs effectives et valeurs indicatives pour le domaine de l'habitation, converties en quantités par personne, selon la méthodologie de la SIA (SIA 2011a).

10.1.6 Evaluation basée sur la consommation globale

Pour des unités géographiques bien délimitées, telles que des cantons, des régions, des communes ou des villes, il est pratiquement impossible d'établir un bilan sur des données qui reflèteraient la consommation globale – entendue comme consommation d'énergie finale + consommation de biens et services. En effet, les données concernant les biens et services ne sont pas disponibles, et il serait beaucoup trop coûteux de les collecter. Aucune statistique annuelle (controlling) n'est envisageable à l'échelle régionale ou communale, et ce, pour les raisons suivantes: d'une part, il n'est pas réaliste de saisir les flux de biens et de marchandises qui traversent dans les deux sens les limites d'une région ou d'une commune, tant ils sont innombrables; d'autre part, il serait très hasardeux de formuler des hypothèses fiables sur les comportements de consommation habituels des habitants d'une région, qui peuvent être très différents de ceux d'un Suisse moyen. C'est la raison pour laquelle on se contente des données disponibles concernant l'énergie finale pour évaluer le bilan de territoires bien délimités. C'est une méthode pragmatique et plausible.

Ainsi, pour les unités géographiques comme pour les bâtiments, on analyse la consommation d'énergie finale, à laquelle on applique des facteurs d'énergie primaire et des coefficients d'émission de GES. A l'échelle de la Suisse entière, il est possible d'établir un bilan de la dépense d'énergie primaire et des émissions de GES résultant de la consommation globale. Ce calcul est appelé «bilan occulte». Il permet d'identifier les causes des changements observés au niveau de la consommation d'énergie finale en Suisse (consommation d'énergie primaire et émissions de GES). Ces causes peuvent être l'arrivée de nouvelles entreprises ou la délocalisation d'entreprises, des changements de comportements de consommation de la population résidant en Suisse ou des modifications de flux de biens et de services consommés.

En revanche, pour les individus et les ménages, il est possible d'établir le bilan effectif de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES générés par les actes de consommation de biens. En effet, il est possible de se faire une idée précise des modes de vie et des comportements de consommation des individus, en collectant des informations par enquêtes et en utilisant des instruments d'analyse adéquats.

10.2 Typologie de communes

La structure économique varie beaucoup d'une région, commune ou ville à l'autre. Ainsi, dans des cantons de montagne, pour des communes comme Davos, le tourisme est une composante importante de l'économie locale. Par comparaison, dans des cantons de plaine, comme Bâle-Campagne, des communes comme Ettingen ne présentent qu'un tissu économique rudimentaire. Dans d'autres communes, de grands groupes se sont installés, dont une part importante de la production est destinée à l'exportation (comme Maxon Motors à Sachseln ou Nespresso à Avenches). De grandes villes comme Zurich, Bâle ou Genève offrent d'importantes prestations centrales au sein de leur région métropolitaine.

Comme indiqué au sous-chapitre 4.2, il est recommandé aux communes de fixer leurs objectifs à l'aide des facteurs de réduction, sans tenir compte de leur structure économique actuelle. Mais il peut arriver qu'une telle simplification dans le calcul des valeurs cibles soit tout à fait déplacée. Cela peut être, par exemple, le cas d'une commune qui n'héberge aucune entreprise artisanale ou industrielle significative, ou celui d'une commune qui a déjà pris, par le passé, des mesures importantes pour réduire ses dépenses d'énergie.

C'est la raison pour laquelle il serait nécessaire de classer les cantons, régions, communes ou villes dans une grille typologique, qui permettrait de définir des valeurs cibles mieux adaptées à la structure socioéconomique des collectivités concernées. Il reste encore à dresser une telle typologie et à définir les valeurs cibles spécifiques. Peut-être sera-t-il indiqué de reprendre les typologies des communes établies par l'Office fédéral de la statistique (OFS): régions de la politique régionale, régions d'analyse, typologies territoriales).²⁰ D'un autre côté, il s'agira de développer des méthodes capables d'illustrer les prestations que les communes ont déjà fournies en amont dans le but de réduire leur consommation d'énergie primaire et leurs émissions de GES.

20) www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/infotehk/nomenklaturen/blank/blank/raum_glied/01.html, consultation le 14 novembre 2013.

10.3 Facteurs d'influence à caractère sociologique

10.3.1 Amélioration de l'efficacité et augmentation de la consommation

Il sera très difficile d'atteindre les objectifs de la société à 2000 watts en se fondant uniquement sur des critères techniques: amélioration des performances énergétiques et substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables. Il est vrai que les performances énergétiques des bâtiments, des véhicules et des processus de fabrication s'améliorent constamment. Mais cette amélioration est presque réduite à néant par l'augmentation de la consommation. Ainsi, dans le domaine du logement, si l'on en croit le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» énoncé dans les Perspectives énergétiques 2050, la surface de référence énergétique par personne passera de 60 m² (actuellement) à 73 m² (Prognos 2012, **Tableau 7-1**). Des augmentations similaires sont attendues dans le domaine des prestations de transport et dans celui de la consommation de biens et de services. Par conséquent, il sera nécessaire de faire baisser la demande en produits consommant de l'énergie, et donc, de prendre des mesures incitatives dans ce but. Ces questions sont regroupées sous le thème de la sobriété du mode de vie, c'est-à-dire de l'amélioration de la qualité de vie par l'autolimitation volontaire, la baisse individuelle de consommation et l'affranchissement du superflu (cf. aussi Pfäffli 2012).

Par exemple, la SIA a dû faire les hypothèses suivantes dans sa réflexion sur la voie vers l'amélioration énergétique, réflexion basée sur les techniques disponibles aujourd'hui:

- La demande de surface par personne pour le logement, les bureaux et les écoles reste constante, ce qui nécessite une rupture par rapport à la tendance actuelle.
- En 2050, les voitures consommeront en moyenne 3 litres de carburant par 100 km²¹.
- Les distances parcourues quotidiennement, notamment en voiture, cessent d'augmenter.
- Tous les nouveaux bâtiments respectent les valeurs cibles établies dans le CT SIA 2040 «La voie SIA vers l'efficacité énergétique», ce qui exige d'améliorer considérablement la pratique actuelle en matière de performances énergétiques des bâtiments.
- D'ici à 2050, tous les bâtiments existants auront été rénovés en respectant les valeurs cibles établies pour les transformations de bâtiments. Cela exige de multiplier par 4 le taux de rénovation du parc immobilier ainsi que d'améliorer de manière significative la qualité énergétique des opérations de rénovation.
- Etant donné qu'il ne sera pas possible de respecter dans tous les cas les hypothèses ci-dessus – notamment pour les bâtiments protégés à titre de conservation du patrimoine architectural –, il faudra aussi réduire de manière significative les émissions de GES et la quantité d'énergie primaire consommée pour produire le mix suisse d'électricité (cf. aussi sous-chap. 10.5).

A l'avenir, ces questions devront faire l'objet d'une réflexion approfondie et les hypothèses à leur propos devront être vérifiées.

21) Pour atteindre les valeurs cibles diminuées relatives à l'énergie primaire et aux GES concernant le parc automobile 2050, il est aussi possible d'anticiper une réduction du volume de trafic, couplée à une réduction de la part de voitures de tourisme dans la répartition modale et à une composition différente du parc automobile (SIA 2011c).

10.3.2 Moyens de soutien aux ménages et aux individus

Les individus et les ménages désirant aménager leur vie de manière à tendre vers la société à 2000 watts doivent répondre à diverses questions portant, d'une part, sur leur mode de vie, d'autre part, sur les limites du système.

Voici une sélection de questions portant sur le mode de vie compatible avec la société à 2000 watts:

- Quelle est la quantité de viande ou de produits laitiers qu'il est raisonnable de consommer? Puis-je réduire cette quantité?
- Quelle est la quantité d'énergie primaire contenue dans les produits de l'électronique de loisirs, de fleurs coupées importées ou de vêtements fabriqués à l'étranger que je consomme, et quelles sont les émissions de GES ainsi générées?
- Quelle est la surface raisonnable de mon logement en m² chauffés? Cette limite est-elle liée au standard énergétique du bâtiment?
- Combien de kilomètres puis-je me permettre de parcourir en avion chaque année?
- Comment puis-je réduire au maximum mes dépenses d'énergie primaire et mes émissions de GES tout en satisfaisant mes besoins de mobilité dans mes activités quotidiennes?

Au niveau technique, les questions suivantes doivent être posées quant à la délimitation du système:

- Est-ce que la surface habitable des logements ou appartements de vacances doit être imputée sur le compte de bilan des personnes? Faut-il faire une distinction entre locataires et propriétaires de logements de vacances?
- Suis-je autorisé à diviser les quantités d'énergie consommées dans un appartement par le nombre de personnes qui y vivent?
- Si un ménage possède plusieurs voitures, comment faut-il répartir les kilomètres parcourus entre les personnes qui le composent?
- Est-ce que les déplacements professionnels effectués en voiture d'entreprise, en train ou en avion doivent être portés au compte de bilan des individus?²²

Ce genre de questions relatives au bilan des individus en matière de consommation d'énergie et d'émissions de GES sont traitées par différents instruments disponibles en ligne, notamment le calculateur de l'empreinte écologique du WWF²³ ou le calculateur ECOSPEED Private²⁴.

22) Ici, la réponse est claire: c'est non. En effet, les déplacements professionnels sont comptabilisés au bilan de l'entreprise concernée

23) www.wwf.ch/fr/agir/vivre_mieux/calculateur_d empreinte

24) www.ecospeed.ch/welcome/fr

10.4 Disponibilité en énergie et en matériaux de construction à l'avenir

Le présent concept pour l'établissement du bilan en vue de réaliser la société à 2000 watts ainsi que les cahiers techniques SIA 2032, 2039 et 2040 (SIA 2010, 2011a, c) sont fondés sur les données actuellement disponibles dans le cadre des écobilans. Tant le concept «société à 2000 watts» que la SIA («La voie SIA vers l'efficacité énergétique») anticipent l'avenir en présentant soit des valeurs probables, soit des valeurs cibles de consommation d'énergie pour la construction et l'exploitation des bâtiments et pour la mobilité induite par les utilisateurs de ces bâtiments. D'après la SIA, il s'agit de faire baisser significativement la consommation d'énergie pour l'exploitation des bâtiments, ainsi que pour la mobilité induite.

Ce sont les données actuelles collectées dans le cadre des écobilans qui permettent aujourd'hui de décrire la situation future en matière de fourniture d'agents énergétiques (combustibles, carburants, électricité), de fabrication de matériaux ou de produits de construction, et de fourniture de prestations de transport. Ce raisonnement donne une place bien plus importante à l'étape de construction d'un bâtiment au cours de son cycle de vie. Bien entendu, il est probable que les processus de fabrication des matériaux de construction subiront, à l'avenir, de profonds changements en matière d'efficacité énergétique et de performances environnementales.

C'est la raison pour laquelle il faudra vérifier, à moyen terme, s'il ne serait pas plus opportun d'utiliser, pour établir le bilan, des valeurs futures présumées, et ce, tant pour la fabrication de produits ou matériaux de construction que pour les prestations de transport. A ce propos, il est possible de tenir compte des incertitudes quant aux futurs développements en modélisant différents scénarios.

10.5 Mix électrique de la Suisse de demain

En 2011, la Suisse a décidé de sortir de la filière nucléaire. Il s'est donc avéré nécessaire de discuter de différentes variantes d'approvisionnement en énergie et en électricité en se basant sur des stratégies de développement «vertes» et durables. C'est dans un tel contexte que le Conseil fédéral a publié sa Stratégie énergétique 2050, illustrant, par trois scénarios distincts, les situations prévisibles à l'avenir en matière d'énergie.

Ces trois scénarios s'intitulent «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA), «Nouvelle politique énergétique» (NPE) et «Mesures politiques» (PCF). Ils se différencient les uns des autres par les conditions générales d'ordre politique, par la modification de la demande d'électricité, par les différents volumes de production et par l'évolution des technologies de production d'électricité.

Les auteurs Wyss & Frischknecht (2013) ont quantifié les impacts sur l'environnement, en 2050, de trois mix suisses d'électricité correspondant à chacun des trois scénarios de la Stratégie énergétique 2050. L'unité de référence qu'ils ont choisie est le mégajoule (MJ) d'électricité dans le réseau à basse tension fournissant l'électricité aux consommateurs suisses.

Le **Tableau 10-2** présente les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES du mix électrique suisse en 2050 en fonction des trois scénarios énoncés ci-dessus. La partie inférieure du Tableau prend en compte également le marché européen de l'électricité basé sur un mix européen d'électricité, tandis que la partie supérieure n'en tient pas compte. Lorsqu'ils déterminent leurs objectifs intermédiaires, les cantons, régions, communes ou villes peuvent utiliser ces valeurs dans des analyses de sensibilité, ce qui leur permet d'évaluer les prévisions de consommation d'électricité.

Tableau 10-2: Facteurs d'énergie primaire et coefficients d'émission de GES des mix électriques 2050 selon les scénarios de la Stratégie énergétique 2050. Partie supérieure: sans marché de l'électricité; partie inférieure: avec marché européen de l'électricité. Unité de référence: 1 MJ d'électricité en basse tension (Wyss & Frischknecht 2013)

PPA: Poursuite de la politique énergétique actuelle **NPE:** Nouvelle politique énergétique **PCF:** Mesures politiques

Scénarios	Energie primaire totale	Energie primaire, non renouvelable (fossile et nucléaire)	Energie primaire renouvelable	Emissions de GES g/MJ
PPA, variante C	1.67	0.96	0.72	59.2
NPE, variantes C+E	1.38	0.28	1.09	21.2
PCF, variante E	1.40	0.29	1.11	16.9
PPA, avec marché de l'électricité variante C	2.20	1.61	0.59	93.7
NPE, avec marché de l'électricité variantes C+E	1.58	0.41	1.18	27.5
PCF, avec marché de l'électricité variante E	1.92	1.06	0.86	21.8

Bibliographie

- Bébié et al. 2009
Bébié B., Lenzlinger M., Frischknecht R., Hartmann C. and Hammer S. (2009) Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich. Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden, Novatlantis, Zürich, retrieved from: www.2000watt.ch/data/downloads/methodikpapier_der_2000_watt_gesellschaft.pdf
- BFE 2012
BFE (2012) Umfrage Stromkennzeichnung 2009. Bundesamt für Energie, Bern, CH.
- OFEN 2013
OFEN (2013) Statistique globale suisse de l'énergie 2012. Office fédéral de l'énergie (OFEN), Berne.
- OFS/ARE 2012
OFS/ARE (2012) La mobilité en Suisse: résultats du microrecensement mobilité et transports 2010. Office fédéral de la statistique, Office fédéral du développement territorial, Neuchâtel, Berne, retrieved from: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/news/publikationen.Document.155070.pdf.
- Suisse Energie pour les communes & les Délégués à l'énergie des grandes villes
Standard Bâtiments 2011 – Energie et environnement des constructions publiques. SuisseEnergie pour les communes, Berne.
- Frischknecht et al. 2011
Frischknecht R., Stucki M. and Itten R. (2011) Primärenergiefaktoren von Transportsystemen, Version 2.2. im Auftrag des Bundesamtes für Energie BfE, ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/publications/energy/.
- Jungbluth et al. 2011
Jungbluth N., Nathani C., Stucki M. and Leuenberger M. (2011) Environmental impacts of Swiss consumption and production: a combination of input-output analysis with life cycle assessment. Environmental studies no. 1111. ESU-services Ltd. & Rütter + Partner, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/ioa/ or www.umwelt-schweiz.ch.
- Jungbluth et al. 2012
Jungbluth N., Itten R. and Stucki M. (2012) Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU, Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/lifestyle/.
- KBOB et al. 2012
KBOB, eco-bau et IPB (2012) Données des écobilans dans la construction, état de juillet 2012. Coordination des services fédéraux de la construction et de l'immobilier p.a. OFCL Office fédéral des constructions et de la logistique, retrieved from: www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=fr
- KBOB et al. 2014a
KBOB, eco-bau and IPB (2014a) ecoinvent Datenbestand v2.2+; Grundlage für die KBOB-Empfehlung 2009/1:2014: Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand April 2014. Koordinationkonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, retrieved from: www.lc-inventories.ch.
- KBOB et al. 2014b
KBOB, eco-bau et IPB (2014b) Recommandation KBOB 2009/1:2014: Données des écobilans dans la construction, état d'avril 2014. Coordination des services fédéraux de la construction et de l'immobilier p.a. OFCL Office fédéral des constructions et de la logistique, retrieved from: www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=fr
- Kellenberger et al. 2012a
Kellenberger D., Ménard M., Schneider S., Org M., Victor K. and Lenel S. (2012a) Réhabiliter les friches industrielles pour réaliser la société à 2000 watts. Guide et exemples. Office fédéral de l'énergie et Ville de Zurich, retrieved from: www.2000watt.ch.
- Kellenberger et al. 2012b
Kellenberger D., Ménard M., Schneider S., Org M., Victor K. and Lenel S. (2012b) AREALENTWICKLUNG FÜR DIE 2000-WATT-GESELLSCHAFT. SI/500524-01. Bundesamt für Energie, retrieved from: www.bfe.admin.ch.
- Lenzlinger et al. 2012
Lenzlinger M., Bébié B., Dietrich P., Eckmanns A., Egger K., Frischknecht R., Gaetan C., Gugerli H., Hartmann C., Lenzlinger M., Schneider S., Stulz R. and Vogel U. (2012) Société à 2000 watts. Concept pour l'établissement d'un bilan. Ville de Zurich, Office fédéral de l'énergie, SuisseEnergie pour les communes, novatlantis, Zurich.
- Pfäffli 2012
Pfäffli K. (2012) Grundlagen für einen Suffizienzpfad Energie. Das Beispiel Wohnen. Amt für Hochbauten Stadt Zürich, Zürich.
- Prognos 2012
Prognos (2012) Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050; Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 - 2050. Bundesamt für Energie, BFE, Bern.

Schweizerischer Bundesrat 2002	Schweizerischer Bundesrat (2002) Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002. IDARio, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.
SIA 2009	SIA (2009) Cahier technique 2031: Certificat énergétique des bâtiments selon SN EN 15217 et SN EN 15603. Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), Zurich.
SIA 2010	SIA (2010) Cahier technique 2032: L'énergie grise des bâtiments. Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), Zurich.
SIA 2011a	SIA (2011a) Cahier technique 2040: La voie SIA vers l'efficacité énergétique. Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), Zurich.
SIA 2011b	SIA (2011b) Documentation D 0236: La voie SIA vers l'efficacité énergétique, compléments et exemples relatifs au cahier technique SIA 2040. Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), Zurich.
SIA 2011c	SIA (2011c) Cahier technique 2039: Mobilité – Consommation énergétique des bâtiments en fonction de leur localisation. Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), Zurich.
SIA 2012	SIA (2012) SIA Effizienzpfad - Bestimmung der Ziel- und Richtwerte mit dem Top-Down Approach. SIA, retrieved from: www.energytools.ch/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=11&view=viewdownload&catid=5&cid=25&lang=de .
Spreng et al. 2002	Spreng D., Scheller A., Schmieder B. and Taormina N. (2002) Das Energieverbrauchs-fenster, das kein Fenster ist. ETH Zürich, EPFL, PSI, Zürich.
Wyss & Frischknecht 2013	Wyss F. and Frischknecht R. (2013) Life Cycle Assessment of Electricity Mixes according to the Energy Strategy 2050. Fachstelle nachhaltiges Bauen, Amt für Hochbauten, Stadt Zürich, Zürich.

11 Annexes

11.1 Délimitation du système permettant d'établir le bilan de la fourniture d'énergie (à titre d'information)

Agents énergétiques	Valeur spécifique de l'énergie primaire	Unité de référence de l'énergie finale	Processus pris en considération dans le facteur d'énergie primaire
Energies fossiles	Pouvoir calorifique sur les lieux de stockage	Pouvoir calorifique des matières fournies (mazout, gaz naturel, etc.)	Pertes lors de l'extraction, du raffinage et du transport Construction des installations nécessaires Energie consacrée à l'extraction, au raffinage et au transport
Nucléaire	Energie de l'uranium fissile pouvant être produite dans des réacteurs à eau légère, diminuée des parties non désintégrées dans l'uranium appauvri et dans les assemblages combustibles brûlés	Electricité fournie	Pertes dans les turbines, le générateur et le réseau de distribution Construction des ouvrages souterrains, des usines d'enrichissement d'uranium, des centrales nucléaires et du réseau de distribution d'électricité Energie nécessaire pour l'extraction de l'uranium et son enrichissement, énergie pour la fabrication des assemblages combustibles
Hydraulique	Energie potentielle de l'eau accumulée: énergie de rotation sur la turbine	Electricité fournie	Pertes dans les conduites, les turbines et le générateur, ainsi que pertes dans le réseau de distribution Construction des centrales hydroélectriques et du réseau de distribution
Biomasse	Pouvoir calorifique sur le lieu de récolte	Pouvoir calorifique de la biomasse fournie	Pertes lors de la préparation de la biomasse Fabrication des machines nécessaires pour cultiver, récolter, traiter et transporter la biomasse Energie nécessaire pour cultiver, récolter, traiter et transporter la biomasse
Solaire (capteurs thermiques)	Chaleur à la sortie des capteurs (rayonnement solaire capté)	Chaleur à la sortie d'un accumulateur d'eau chauffée par le soleil ¹⁾	Pertes dans le circuit solaire et dans l'accumulateur Fabrication des capteurs, du circuit solaire et de l'accumulateur Electricité nécessaire pour faire fonctionner la pompe du circuit solaire
Solaire (photovoltaïque)	Courant continu à la sortie des panneaux photovoltaïques (rayonnement solaire capté)	Courant alternatif à la sortie de l'onduleur ¹⁾	Pertes dans le circuit à courant continu et dans l'onduleur Fabrication des panneaux, du circuit à courant continu et de l'onduleur
Energie éolienne	Energie mécanique sur le rotor de l'hélice (énergie cinétique induite par le vent)	Courant alternatif à la sortie du générateur ¹⁾	Pertes dans les engrenages et dans le générateur Fabrication de l'éolienne (structure, rotor, générateur)
Chaleur de l'environnement (géothermie)	Chaleur (contenue dans la saumure, l'eau chaude, l'eau bouillante, la vapeur) à la sortie de la sonde	Chaleur à la sortie de la pompe à chaleur ¹⁾	Pertes sur la pompe à chaleur Construction de l'installation et fabrication des sondes et de la pompe à chaleur Electricité nécessaire pour faire fonctionner la pompe des sondes et la pompe à chaleur
		Electricité à la sortie de la centrale	Pertes lors de la production et de la distribution d'électricité Construction de l'installation et fabrication des sondes et de la centrale
Chaleur de l'environnement (PAC air/eau)	Chaleur à la sortie de l'échangeur de chaleur à air ou à eau Chaleur à l'entrée de la pompe à chaleur	Chaleur à la sortie de la pompe à chaleur ¹⁾	Pertes de la pompe à chaleur Fabrication de la pompe à chaleur Electricité servant à faire fonctionner la pompe
	1) Au cas où le point de soutirage se situe à l'extérieur du périmètre du bâtiment::	chaleur ou électricité effectivement fournie	En sus: pertes le long des conduites de transport Construction des conduites de transport Pour la chaleur: électricité pour faire tourner les pompes de circulation

11.2 Bases de calcul possibles pour les consommateurs mobiles (transports) afin d'établir le bilan de cantons, régions, communes ou villes (à titre d'information)

11.2.1 Saisie de la consommation d'énergie

La consommation d'énergie primaire et les émissions de GES générées par les transports résultent de l'addition des quatre composantes suivantes:

1. Circulation automobile: privée et publique
(bus diesel) et transport de marchandises par la route, cf. **Tableau 11-1** et **Tableau 11-2**
2. Transports publics par rail sur le réseau local (y c. les trolleybus)
3. Transport ferroviaire de marchandises et transport ferroviaire de personnes longue distance, cf. **Tableau 11-3**
4. Transports aériens, cf. **Tableau 11-3**

Pour déterminer la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES des **transports routiers**, on peut suivre deux principes, disposant chacun de deux variantes:

- T Principe de territorialité:
- T1 Quantités de carburant vendues par an au sein du périmètre choisi
 - T2 Evaluation des flux de trafic sur la base de modèles au sein du périmètre choisi
- V Principe du pollueur-payeur:
- V1 Mobilité moyenne par personne
 - V2 Nombre de véhicules immatriculés au sein du périmètre de bilan

Principe de territorialité: on impute au territoire concerné toute l'énergie consommée par tous les véhicules circulant sur ce territoire (y c. le trafic de transit). Le volume de trafic est estimé soit sur la base de la vente de carburant (T1), soit avec l'aide de modèles de trafic (T2) à l'intérieur du périmètre choisi de bilan. Les prestations de transport calculées (pour les personnes et les marchandises) sont converties en consommation d'énergie primaire et en émissions de GES en appliquant respectivement les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES (KBOB et al. 2012; Frischknecht et al. 2011)²⁵ Ce mode de calcul convient pour les transports publics routiers, le trafic privé et les transports de marchandises.

Principe du pollueur-payeur: une des possibilités d'évaluer la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES est d'appliquer des indices à la mobilité moyenne des personnes (V1). La consommation d'énergie primaire due au trafic routier correspond à 1220 watts (dont 1190 watts d'énergie non renouvelable), tandis que les émissions de GES correspondantes s'élèvent à 2,64 tonnes par personne et par an²⁶. La consommation d'énergie par personne varie selon le type de commune. On tient compte de ce fait en corrigeant les valeurs moyennes suisses relatives à l'utilisation des véhicules privés sur la base des données issues du microrecensement 2010 sur les transports (cf. **Tableau 11-1**)^{27,28}.

25) mobitool, Mobilité durable pour les entreprises, SBB/swisscom/BKW/Öbu, soutenu par SuisseEnergie, www.mobitool.ch

26) Ces valeurs sont basées sur les statistiques énergétiques 2005 relatives à la consommation de carburant, c'est-à-dire: 152 790 PJ d'essence et 73 270 PJ de diesel, ainsi que sur les recommandations 2009/1 de la KBOB concernant les facteurs d'énergie primaire et les coefficients de GES de l'essence et du diesel; enfin sur une population suisse de 7'460'000 personnes et un parc automobile de 3 860'000 véhicules. Ces déductions permettent d'obtenir une estimation grossière.

27) Stefan Schneider, Planungsbüro Jud, communication personnelle du 15 novembre 2013: Fichier de données de base «Distance journalière par personne selon le moyen de transport et le but du déplacement (en km)» extrait de OFS/ARE (2012), (consultation le 15 novembre 2013)

28) Si l'on inclut tous les moyens de transport, il en résulte des facteurs correctifs très peu différents.

Tableau 11-1: Prise en compte des comportements de mobilité qui varient en fonction du type de commune, et qui influent sur la consommation d'énergie primaire par personne et sur les émissions de GES par personne et par an²⁶.

Type de commune	Facteur correctif ¹⁾ 27,28	Par personne		
		Energie primaire totale	Energie primaire non renouvelable	Emissions de GES
		watts	watts	t par an
Moyenne CH	100 %	1220	1190	2.64
Communes d'agglomération et villes isolées	70 %	854	833	1.85
Autres communes d'agglomération	104 %	1269	1238	2.75
Communes rurales	126 %	1537	1499	3.33

¹⁾ par rapport à la moyenne CH

L'autre possibilité d'estimer la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES est de passer par le nombre de véhicules immatriculés (V2). En moyenne, la consommation due au trafic routier en Suisse est de 2350 watts (dont 2300 watts d'énergie non renouvelable), tandis que les émissions de GES avoisinent 5,1 tonnes par véhicule immatriculé et par an (en comptant presque 4 millions de véhicules) (cf. **Tableau 11-2**).

Tableau 11-2: Consommation d'énergie primaire et émissions de GES du trafic routier, par véhicule immatriculé et par an (voitures de tourisme)²⁹.

	Par véhicule immatriculé (voitures de tourisme)		
	Energie primaire totale	Energie primaire non renouvelable	Emissions de GES
	watts	watts	t par an
Moyenne CH	2350	2300	5.10

Dans les quatre cas ci-dessus, on évalue la dépense d'énergie des **transports publics par rail sur le réseau local** (y c. les trolleybus) sur la base de la consommation effective d'électricité enregistrée par les entreprises de transport à l'intérieur du périmètre de bilan.

Pour le **transport ferroviaire de personnes longue distance** et pour le **transport ferroviaire de marchandises**, ainsi que pour les **transports aériens**, on applique des suppléments uniformes sur tout le territoire suisse (cf. **Tableau 11-3**). Si nécessaire, il est possible d'actualiser de manière simple les valeurs concernant les transports aériens, en se basant sur les données relatives à la vente de kérosène (statistique globale de l'énergie de l'OFEN), sur le nombre d'habitants en Suisse (OFS) et sur les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES recommandés par la KBOB (2009/1).

29) Ces valeurs résultent de l'exploitation des données du microrecensement Transports 2005 concernant les déplacements de personnes dans le trafic individuel motorisé

Tableau 11-3: Suppléments pour les transports aériens, ainsi que pour le transport ferroviaire de personnes longue distance et le transport ferroviaire de marchandises ²⁹

	Energie primaire Watts par pers.	Emissions de GES Tonnes par pers. et par an
Transports aériens	260	0.55
Transport ferroviaire de personnes longue distance et transport ferroviaire de marchandises	140	0.07

11.2.2 Exemple de calcul selon le principe du pollueur-payeur

L'exemple ci-dessous permet de comprendre la manière dont on peut estimer la consommation d'énergie primaire de la mobilité en suivant le principe du pollueur-payeur. Le raisonnement vaut également pour l'estimation des émissions de GES. Pour ce faire, le **Tableau 11-4** présente les caractéristiques d'une commune fictive du type «Communes d'agglomération et villes isolées».

Tableau 11-4: Caractéristiques de la commune fictive

	Unités	Commune fictive
Type de commune		Commune d'agglomération et ville isolée
Nombre d'habitants	Personnes	100'000
Nombre de véhicules immatriculés	Véhicules	55'000
Consommation d'électricité pour les transports ferroviaires et les trolleybus dans le réseau local	MWh	6000

On calcule la consommation d'énergie primaire des deux composants «trafic routier» et «transports ferroviaires et trolleybus sur le réseau local» sur la base du type de commune (ici: Communes d'agglomération et villes isolées) ou sur la base de valeurs de consommation directement mesurables. Pour les autres composants (transport ferroviaire longue distance et transport ferroviaire de marchandises, ainsi que transports aériens), on fixe des valeurs forfaitaires.

Tableau 11-5: Consommation totale d'énergie primaire due à la mobilité dans la commune fictive

Energie primaire totale	Unités	V1 (personnes)	V2 (véhicules immatriculés)
Trafic routier	watts/personne	854 ¹⁾	1'293 ²⁾
Transports ferroviaires (réseau local) et trolleybus	watts/personne	21 ³⁾	21 ³⁾
Transport ferroviaire longue distance et transport ferroviaire de marchandises	watts/personne	140	140
Transports aériens	watts/personne	260	260
Total	watts/personne	1275	1714

1) Selon **Tableau 11-1**

2) Nombre de véhicules immatriculés (55 000) multiplié par la consommation annuelle d'énergie primaire par véhicule (2350 watts), le tout divisé par le nombre d'habitants (100 000)..

3) Consommation annuelle d'électricité (6000 MWh) multipliée par le facteur d'énergie primaire du mix d'électricité suisse (3.05 kWh/kWh), le tout divisé par le nombre d'heures par an (8760 h), encore divisé par le nombre d'habitants (100 000), puis multiplié par 1 000 000.

11.2.3 Résumé

Les quatre principes décrits ci-dessus sont basés sur des hypothèses simplifiées et représentent donc des estimations grossières. Ils sont étayés par des données disparates. Par conséquent, dans un territoire donné, on choisira de préférence le principe pour lequel on dispose des sources de données statistiques les plus fournies.

En Suisse, la mobilité est la source d'une part importante de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES. C'est pourquoi il vaut la peine, dans les territoires d'une certaine taille, de procéder à des analyses détaillées des comportements de mobilité, à condition toutefois de disposer de ressources suffisantes.

11.3 Valeur spécifique des ressources en énergie primaire (valeurs indiscutables)

Les deux thèses ci-dessous forment la base de l'évaluation des ressources en énergie primaire:

- Qu'elles soient renouvelables ou non, les ressources d'énergie primaire ont une valeur spécifique.
- Cette valeur est définie comme la quantité maximale d'énergie qu'il est possible de tirer d'une ressource énergétique avec les technologies actuelles.

Ainsi, le Tableau ci-dessous présente les propriétés physiques définissant les valeurs spécifiques de quelques ressources d'énergie primaire.

On renonce à fixer une valeur spécifique pour les déperditions de chaleur dans l'environnement (rejets de chaleur des installations de production d'électricité, rejets de chaleur des installations de chauffage ou de réfrigération).

Tableau 11-6: Valeurs spécifiques des agents énergétiques primaires

Ressources d'énergie primaire	Propriétés physiques	Unité de référence	Valeur spécifique MJ
Non renouvelables			
- Pétrole dans la géosphère	Pouvoir calorifique	kg	45.8
- Gaz naturel dans la géosphère	Pouvoir calorifique	Nm ³	40.3
- Houille dans la géosphère	Pouvoir calorifique	kg	19.9
- Lignite dans la géosphère	Pouvoir calorifique	kg	9.9
- Uranium dans la géosphère	Energie de l'uranium fissile pouvant être produite dans des réacteurs à eau légère, diminuée des parties non désintégrées dans l'uranium appauvri et dans les assemblages combustibles brûlés.	kg	560'000
- Tourbe en place dans sa tourbière	Pouvoir calorifique	kg	9.9
- Bois provenant de coupes rases dans les forêts primaires	Pouvoir calorifique sur le lieu d'abattage	kg	15 – 20
Renouvelables			
- Energie hydraulique	Energie potentielle de l'eau accumulée: énergie de rotation sur la turbine	MJ	1
- Bois/biomasse (à l'exception des coupes rases dans les forêts primaires)	Pouvoir calorifique sur le lieu d'abattage	kg	15 – 20
- Energie solaire (photovoltaïque)	Rayonnement solaire collecté: courant continu à la sortie des panneaux photovoltaïques	MJ	1
- Energie solaire (thermique)	Rayonnement solaire collecté: chaleur à la sortie des capteurs solaires thermiques	MJ	1
- Energie éolienne	Energie cinétique induite par le vent: énergie mécanique sur le rotor de l'hélice	MJ	1
- Chaleur de l'environnement (géothermie peu profonde)	Chaleur (contenue dans la saumure, l'eau chaude, la vapeur) à la sortie de la sonde	MJ	1
- Chaleur de l'environnement (eau)	Chaleur à l'entrée de la pompe à chaleur	MJ	1
- Chaleur de l'environnement (air)	Chaleur à la sortie de l'échangeur de chaleur air-eau ou air-air	MJ	1

11.4 Facteurs d'énergie primaire et coefficients d'émission de GES (valeurs indiscutables)

11.4.1 Sources de données déterminantes

La plateforme «Données des écobilans dans la construction» tient à jour une liste de facteurs d'énergie primaire, de coefficients d'émission de GES et d'unités de charge écologique (UCE) de matériaux de construction, de composants d'installations techniques, d'agents énergétiques et de prestations de transport. La liste actuelle des facteurs d'énergie primaire et des coefficients d'émission de GES peut être téléchargée au format pdf ou en tant que fichier Excel pour le calcul, aux adresses suivantes:

- www.kbob.ch > Publications > Recommandation construction durable
- www.eco-bau.ch > Données des écobilans > Informations pour les utilisateurs > Principes des données

11.4.2 Exploiter les données tirées de la recommandation KBOB 2009/1

La recommandation KBOB 2009/1 «Données des écobilans dans la construction» contient des fichiers de données relatives à la fourniture d'énergie finale, exprimée en MJ³⁰ (catégories 41, 42, 45 et 46) ou à la fourniture de chaleur utile (catégories 43 et 44) (disponible seulement en allemand).

Pour établir le bilan de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES des installations de chauffage, il est possible de procéder de deux manières différentes, qui sont expliquées ci-après à l'exemple d'une pompe à chaleur.

Bilan sur la base de l'énergie utile (bases de données 44.001 à 44.003): Le point de départ du calcul du bilan est la consommation d'énergie utile à l'échelle d'un bien-fonds, ou de la somme des biens-fonds d'un canton, d'une région, d'une commune ou d'une ville. Cette consommation d'énergie utile est mise en corrélation avec les facteurs d'énergie finale ou les coefficients d'émission de GES tirés des bases de données «Chaleur utile» citées plus haut. Ces données tiennent déjà compte de l'énergie qui a été nécessaire pour construire la pompe à chaleur, y compris l'échangeur de chaleur (air-eau, eau-eau ou sonde géothermique). Si le calcul est basé sur la consommation d'électricité, il s'agit de multiplier les facteurs d'énergie primaire ou les coefficients d'émission de GES par le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur.

Bilan sur la base de l'énergie finale (base de données 45.020): Le point de départ du calcul du bilan est la consommation d'électricité d'un immeuble chauffé au moyen d'une pompe à chaleur. Cette consommation est mise en corrélation avec les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES relatifs à la production d'électricité. Grâce aux données de la catégorie 31 (installations de chauffage), il est possible de modéliser, au moment de la construction du bâtiment, les processus de fabrication (et d'élimination) de l'installation de pompe à chaleur. Cette méthodologie correspond à la démarche recommandée par la SIA dans son cahier technique 2040.

Il faut cependant observer une différence par rapport à l'énergie primaire. En effet, lors du calcul du bilan par le biais de l'énergie finale, on ne tient pas compte des énergies renouvelables produites sur place.

30) Est valable pour les combustibles, la chaleur à distance et l'électricité. Pour les combustibles, la quantité d'énergie fournie, indiquée en MJ, se réfère au pouvoir calorifique supérieur (PCS).

S'agissant des énergies renouvelables produites sur place, on peut utiliser les formules ci-après³¹:

- Pompes à chaleur: $PEF_{\text{renouvelable, sur place}} = 1 - 1/AZ$
- Electricité d'origine solaire: $PEF_{\text{renouvelable, sur place}} = 1/0.935$
- Capteurs plans, EFH, WW: $PEF_{\text{renouvelable, sur place}} = 1/0.779$
- Capteurs plans, EFH, RH & WW: $PEF_{\text{renouvelable, sur place}} = 1/0.635$
- Capteurs plans, MFH, WW: $PEF_{\text{renouvelable, sur place}} = 1/0.883$
- Capteurs à tubes sous vide, MFH, WW & RH: $PEF_{\text{renouvelable, sur place}} = 1/0.662$

31) EFH: villa individuelle; AZ: coefficient de performance (COP); MFH: immeuble collectif; RH: chauffage des locaux; WW: eau chaude sanitaire

Les étiquettes énergie

Document tiré de
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Étiquette-énergie>

Étiquette-énergie

L'**étiquette-énergie** est une fiche destinée au consommateur qui résume les caractéristiques d'un produit, en particulier ses performances énergétiques, afin de faciliter le choix entre différents modèles.

L'efficacité énergétique de l'appareil est évaluée en termes de *classes d'efficacité énergétique* notées de A+++ à D ou G. La classe A+++ est celle au rendement optimal, G la moins efficace. Cependant toutes les catégories d'appareil ne comportent pas encore les classes A+ à A+++.

Introduit en 1992 pour la plupart des appareils électroménagers, le principe a depuis été étendu à d'autres domaines comme l'automobile et l'immobilier pour permettre au consommateur de comparer plus facilement les performances environnementales d'un produit et l'inciter à se tourner vers les moins énergivores.

Sommaire

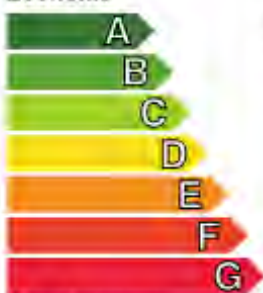


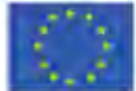
- 1 Contexte juridique
- 2 Appareils électroménagers
 - 2.1 Étiquette
 - 2.2 Réfrigérateurs, congélateurs et appareils combinés
 - 2.3 Lave-linge, sèche-linge et appareils combinés
 - 2.4 Lave-vaisselle
 - 2.4.1 Fiabilité des classes de lavage et de séchage
 - 2.5 Fours électriques
- 3 Climatiseurs
- 4 Lampes électriques domestiques
- 5 Voitures
- 6 Biens immobiliers
- 7 Notes et références
- 8 Voir aussi
 - 8.1 Articles connexes
 - 8.2 Liens externes
 - 8.2.1 Projets libres externes traitant du même thème
 - 8.2.2 Autres liens

Contexte juridique

À la suite de la directive 92/75/CEE du Conseil du 22 septembre 1992, la plupart des appareils électroménagers, les ampoules électriques doivent avoir une étiquette-énergie.

Les modalités par type d'appareil sont décrites dans un ensemble de directives de la Commission :

- 1 Réfrigérateurs, congélateurs et appareils combinés: 94/2/CE, 2003/66/CE,
- 1 Lave-linge, sèche-linge et appareils combinés : 95/12/CE, 95/13/CE, 96/60/CE, 96/89/CE,
- 1 Lave-vaisselle domestiques : 97/17/CE, 1999/9/CE,

Énergie		Lave-linge
Fabricant		
Modèle		
Économe		
Peu économe		
Consommation d'énergie kWh/cycle	0,05	
<small>sur la base du résultat obtenu pour le cycle blanc 60°C dans des conditions d'usage normales.</small>		
<small>La consommation réelle dépend des conditions d'utilisation de l'appareil.</small>		
Efficacité de lavage	A B C D E F G	A B C D E F G
<small>A : plus élevé G : plus faible</small>		
Efficacité d'essorage	A B C D E F G	A B C D E F G
<small>A : plus élevé G : plus faible</small>		
Vitesse d'essorage (tr/mn)	1400	
Capacité (blanc) kg	5,0	
Consommation d'eau L	55	
Bruit (dB(A) ré 1 pW)	Lavage	5,2
	Essorage	7,0
<small>Une fiche d'information détaillée figure dans le prospectus.</small>		
		
<small>Version 1.4.1.0.0 Directive 92/75/CEE relative à l'énergie des machines</small>		

Exemple d'étiquette-énergie (lave-linge)

- ⌋ Fours domestiques : 2002/40/CE.
- ⌋ Climatiseurs domestiques : 2002/31/CE,
- ⌋ Ampoules électriques : 98/11/CE.

Dans le cadre de la directive EUP (Energy Using Products), la Commission Européenne a décidé la mise en place à partir de 2011 d'une nouvelle étiquette énergie. Celle-ci sera commune aux 27 pays de l'Union Européenne, plus lisible grâce à l'utilisation de logos facilement identifiables et introduisant les classes A+, A++ et A+++.

L'article 9, paragraphes 1 et 2, de la directive 2010/30/UE9 sur l'étiquetage énergétique devait être modifié par une future directive (en projet¹)

Appareils électroménagers

Étiquette

Les étiquettes-énergie comprennent au moins quatre parties :

- ⌋ Les références de l'appareil : dans cette partie figurent les références précises de l'appareil, du modèle et du fabricant.
- ⌋ La classe énergétique : un code couleur associé à une lettre (de A++ à G) qui donne une idée de la consommation d'énergie d'un appareil électroménager.
- ⌋ Consommation, efficacité, capacité, etc : cette partie regroupe divers informations suivant le type d'appareil.
- ⌋ Le bruit : le bruit émis par l'appareil est inscrit en décibels.

Réfrigérateurs, congélateurs et appareils combinés

Voici l'échelle des indices d'efficacité énergétique, cet indice est calculé pour chaque appareil à partir de sa consommation et du volume des compartiments, tout en prenant en compte le type d'appareil. Cet indice n'est donc pas exprimé en kWh.

A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
<30	<42	<55	<75	<90	<100	<110	<125	>125

De plus on retrouve sur l'étiquette :

- ⌋ la consommation d'énergie en kWh/an,
- ⌋ la capacité de denrées fraîches en litres pour les réfrigérateurs et appareils combinés,
- ⌋ la capacité de denrées congelées en litres pour les congélateurs et appareils combinés.

Pour cette catégorie (et cette catégorie seulement), il existe également un label Energy+, pour les appareils encore plus économes que les appareils de catégorie A, les catégories A+ et A++ : l'indice de référence est différent dans ce cas-là.

Lave-linge, sèche-linge et appareils combinés



---Section périmée, la norme² est désormais passée sur une *consommation d'énergie annuelle pondérée* et une *consommation d'eau annuelle pondérée* qui combine sur 220 cycles une utilisation **coton standard** à 60°C en pleine et 1/2 charge et 40°C en demi charge. La pondération s'effectue en 3/7 pour 60°C en pleine charge, 2/7 pour 60°C en 1/2 charge et 2/7 pour 40°C en 1/2 charge. De nombreux autres paramètres entrent en jeu. ---

Pour le lavage l'échelle d'efficacité énergétique est calculée pour une lessive sur le cycle « blanc » à 60 °C et ramenée à 1 kg de linge. L'unité est donc kWh/kg de linge.

A	B	C	D	E	F	G
<0,19	<0,23	<0,27	<0,31	<0,35	<0,39	>0,39

Pour le séchage l'échelle d'efficacité énergétique est calculée pour le séchage sur le cycle « blanc sec » et ramenée à 1 kg de linge. L'unité est donc kWh/kg de linge.

Type de séchoir	A	B	C	D	E	F	G
À condensation	<0,55	<0,64	<0,73	<0,82	<0,91	<1,00	>1,00
À extraction/évacuation	<0,51	<0,59	<0,67	<0,75	<0,83	<0,91	>0,91

De plus on retrouve sur l'étiquette :

- ▮ la consommation d'énergie en kWh/cycle,
- ▮ l'efficacité de lavage classée de A à G,
- ▮ l'efficacité d'essorage classée de A à G,
- ▮ la vitesse d'essorage en tr/min,
- ▮ la capacité du tambour en kg,
- ▮ la consommation d'eau en ℓ ,
- ▮ le type de séchage (condensation ou évacuation) pour les sèche-linge et appareils combinés,
- ▮ le bruit pour le lavage en dB(A),

Au-dessus de la *classe A*, les fabricants ont commencé à adopter comme nouvelle classe d'usage dite *classe A+* bien qu'aucune réglementation n'encadre cet usage. Cela correspond la plupart du temps à des appareils très efficaces, avec un écart de plus de 10-15 % avec les appareils de *classe A* (on y trouve entre autres, des appareils à échangeur de chaleur).

Pour les lave-linge, on rencontre également souvent la classification abrégée *X/Y/Z* :

- ▮ *X* représente alors la classe d'efficacité énergétique décrite ci-dessus.
- ▮ *Y* représente alors la classe d'efficacité de lavage.
- ▮ *Z* représente alors la classe d'efficacité d'essorage.

Lave-vaisselle

L'efficacité énergétique est calculée pour 12 couverts, c'est donc sa consommation pour laver ces 12 couverts. Cet indice est donc exprimé en kWh pour 12 couverts.

A	B	C	D	E	F	G
<1,06	<1,25	<1,45	<1,65	<1,85	<2,05	>2,05

De plus on retrouve sur l'étiquette :

- ▮ la consommation d'énergie en kWh/cycle,
- ▮ l'efficacité de lavage classé de A à G,
- ▮ l'efficacité de séchage classé de A à G,

- ▮ le nombre de couverts,
- ▮ la consommation d'eau en l/cycle.

Fiabilité des classes de lavage et de séchage

Une étude comparative de laboratoires de tests attribuant les classes d'efficacité aux lave-vaisselles a été effectuée en 2009 afin d'évaluer la répétabilité et la reproductibilité de la dernière version de la norme de test EN 50242, datant de mars 2008. D'après cette étude, les résultats des tests varient entre les laboratoires de la valeur d'une classe pour la consommation d'énergie et de trois classes pour l'efficacité de lavage et celle de séchage³.

Fours électriques

On retrouve sur l'étiquette :

- ▮ l'efficacité classée de A à G,
- ▮ la consommation d'énergie (four conventionnel) en kWh,
- ▮ la consommation d'énergie (four à air pulsé) en kWh,
- ▮ le volume de l'appareil en ℓ ,
- ▮ le type (petit/moyen/grand).

L'efficacité énergétique est ici le rapport entre l'électricité absorbée et la chaleur obtenue. Elle augmente donc quand la valeur du rendement diminue. On peut noter que les échelles d'efficacité glissent en fonction du type de four.

Type de four	A	B	C	D	E	F	G
Petits (de 12 à 35 ℓ)	<0,60	<0,80	< 1,00	<1,20	<1,40	<1,60	>1,60
Moyens (de 35 à 65 ℓ)	<0,80	< 1,00	<1,20	<1,40	<1,60	<1,80	>1,80
Grands (65 ℓ et plus)	< 1,00	<1,20	<1,40	<1,60	<1,80	<2,00	>2,00

Les classes énergétiques des fours sont définies par l'annexe IV de la Directive 2002/40/CE⁴.

Climatiseurs

L'efficacité énergétique est ici le rapport entre le refroidissement obtenu et l'électricité consommée. Elle croît donc avec la valeur du rendement. On peut noter que les échelles d'efficacité glissent en fonction du type de climatiseur.

Type de climatiseur	A	B	C	D	E	F	G
Appareils refroidis à l'air	<i>Split / multi-split / split mobiles</i>	>3,20	>3,00	>2,80	> 2,60	>2,40	>2,20 <2,20
	Monoblocs à double conduit (<i>pour fenêtre ou mur</i>)	>3,00	>2,80	> 2,60	>2,40	>2,20	>2,00 <2,00
	Monoblocs à simple conduit (<i>mobiles</i>)	> 2,60	>2,40	>2,20	>2,00	>1,80	>1,60 <1,60
Appareils refroidis à l'eau	<i>Split</i>	>3,60	>3,30	>3,10	>2,80	>2,50	>2,20 <2,20
	Monoblocs	>4,40	>4,10	>3,80	>3,50	>3,20	>2,90 <2,90

Pour les climatiseurs en mode chauffage, les valeurs sont alors des coefficients de performance d'harmonisation :

Type de climatiseur		A	B	C	D	E	F	G
Appareils à l'air	<i>Split</i>	>3,60	>3,40	>3,20	>2,80	>2,60	>2,40	<2,40
	Monobloc double conduit	>3,40	>3,20	>3,00	>2,60	>2,40	>2,20	<2,20
	Monobloc simple conduit	>3,00	>2,80	>2,60	>2,40	>2,10	>1,80	<1,80
Appareils à l'eau	<i>Split</i>	>4,00	>3,70	>3,40	>3,10	>2,80	>2,50	<2,50
	Monobloc	>4,70	>4,40	>4,10	>3,80	>3,50	>3,20	<3,20

Sur chaque étiquette on trouve :

- ▮ la catégorie d'efficacité énergétique (de A à G),
- ▮ la consommation électrique (en kWh),
- ▮ la puissance frigorifique (en kW),
- ▮ le type de refroidissement (à eau, à air...),
- ▮ les indicateurs de chauffe (si l'appareil est pourvu d'une fonction de réchauffement),
- ▮ le bruit (facultatif).

Les classes énergétiques des climatiseurs sont définies par l'annexe IV de la Directive 2002/31/CE⁵.

Lampes électriques domestiques

Sur chaque étiquette on trouve :

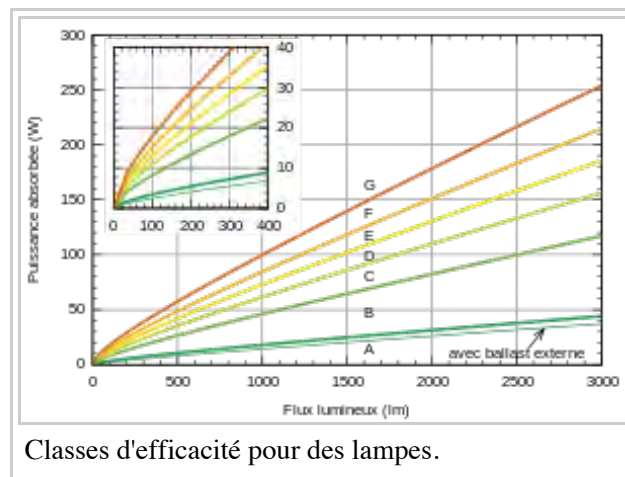
- ▮ la catégorie d'efficacité énergétique (de A à G),
- ▮ le flux lumineux de la lampe en lumen (émission lumineuse),
- ▮ la puissance électrique absorbée par la lampe en watt (consommation d'électricité),
- ▮ Durée de vie moyenne en heure.

Elle permet de dégager les classes suivantes :

A	B	C	D	E	F	G
(*) <60 %	<80 %	<95 %	<110 %	<130 %	<130 %	>130 %

(*) La classe A suit une règle similaire mais plus sévère. Si la lampe n'y est pas admissible, alors elle sera au mieux de classe B.

La classe d'efficacité est un indice comparant la consommation de la lampe à une puissance de référence fonction simple du flux lumineux exprimé en lumens (linéaire brisée). Les classes énergétiques des lampes domestiques sont définies par l'annexe IV de la Directive 98/11/CE⁶.



Voitures

Pour les voitures, ce n'est plus l'efficacité énergétique qui est indiquée dans l'échelle mais le niveau de rejet de CO₂ exprimé en *grammes par kilomètre parcouru*. L'objectif est d'orienter prioritairement les consommateurs vers les voitures les moins émettrices de gaz à effet de serre et de CO₂ en particulier, et de supprimer progressivement, faute de demande, les véhicules les plus émetteurs.

A	B	C	D	E	F	G
<100	<120	<140	<160	<200	<250	>250

Les autres informations répertoriées sur l'étiquette-énergie sont suivant les pays :

- ▮ la marque,
- ▮ le modèle,
- ▮ la version,
- ▮ l'énergie,
- ▮ le type de transmission,
- ▮ le poids,
- ▮ les différentes consommations de carburant,
 - la consommation mixte,
 - la consommation urbaine,
 - la consommation extra-urbaine,
- ▮ le CO₂ rejeté en g/km.

En France, depuis le 1^{er} juillet 2006, les voitures dont les émissions de CO₂ sont supérieures à 200 g/km subissent une taxe additionnelle de 2 €/g jusqu'à 250 g/km sur leur carte grise⁷. Au-delà, le tarif passe à 4 €/g de CO₂.

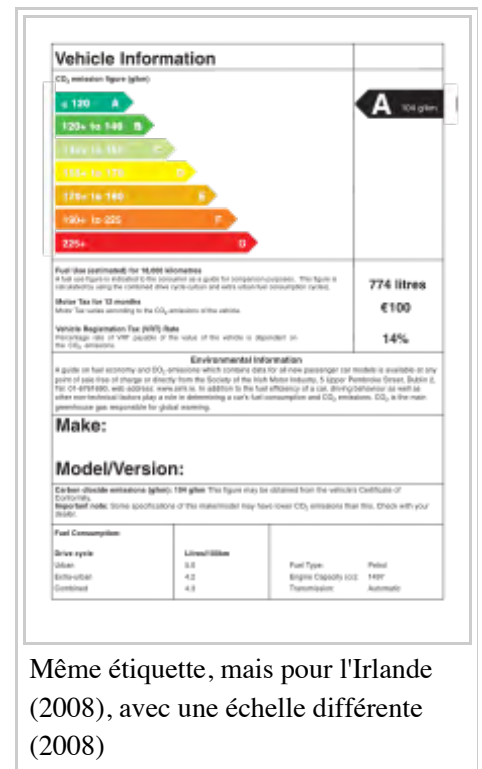
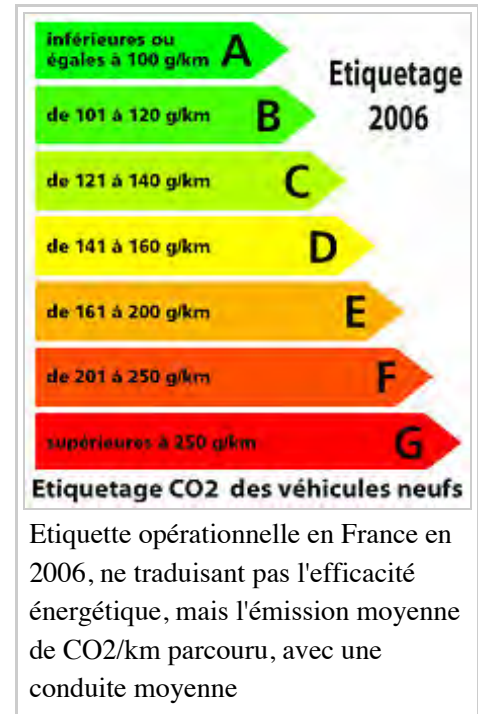
Toujours dans le cadre de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, en 2008, un système de bonus/malus écologique a été instauré en France, ce qui lui a permis de s'installer à la 2^e place derrière le Portugal avec une moyenne annuelle à 140 g/km de CO₂ (resp. 138), s'alignant sur l'objectif d'émissions en Europe, la moyenne européenne s'établissant à 154 g/km de CO₂. Un nouvel objectif à 120 g/km de CO₂ est visé pour 2012-2015, la cible à long terme étant de 95 g/km de CO₂ d'ici 2020⁸.

Biens immobiliers

Article détaillé : Diagnostic de performance énergétique.

Notes et références

- Bruxelles, le 22.6.2011 COM(2011) 370 final 2011/0172 (COD) Proposition de Directive du Parlement européen et du Conseil relative à l'efficacité énergétique et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE (http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/2011_directive/com_2011_0370_fr.pdf)
- Règlement délégué (UE) no 1061/2010 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32010R1061:FR:NOT>)
- [PDF] Dipl.oec.troph. Anna Brückner, Prof. Dr. Rainer Stamminger, Report on the Dishwasher Round Robin Test 2009 (http://www.landtechnik.uni-bonn.de/ifl_research/ht_34/Report_Dishwasher_RRT2009_1.pdf), Institut für Landtechnik - Universität Bonn, 2009 (consulté le 3 mars 2011), p. 49
- Directive 2002/40/CE de la Commission du 8 mai 2002 portant modalités d'application de la directive 92/75/CEE du Conseil en ce qui concerne l'indication de la consommation d'énergie des fours électriques à usage domestique (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:128:0045:0056:FR:PDF>)
- Directive 2002/31/CE de la Commission du 22 mars 2002 portant modalités d'application de la directive 92/75/CEE du Conseil en ce qui concerne l'indication de la consommation d'énergie des climatiseurs à usage domestique (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?>)



uri=CONSLEG:2002L0031:20040501:FR:PDF)

6. Directive 98/11/CE de la Commission du 27 janvier 1998 portant modalités d'application de la directive 92/75/CEE du Conseil en ce qui concerne l'indication de la consommation d'énergie des lampes domestiques (http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/oj/1998/l_071/l_07119980310fr00010008.pdf)
7. Calcul de la surtaxe carte grise (<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=13712&m=3&catid=17154>)
8. *Véhicules particuliers en France - 2009*, (<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?sort=-1&cid=96&m=3&id=52819&ref=&nocache=yes&p1=111>) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, avril 2009 - 21x29,7 - 44p.

Voir aussi

Articles connexes

- | Étiquetage environnemental
- | Économie d'énergie
- | Négawatt
- | Certificat d'économie d'énergie
- | Energy Cities
- | Efficacité énergétique
- | Espace info énergie
- | Bonus-malus écologique

Liens externes

Projets libres externes traitant du même thème

- | Labels de l'électroménager et du matériel informatique (EKOPEDIA) (http://fr.ekopedia.org/Labels_de_1%27%C3%A9lectrom%C3%A9nager_et_du_mat%C3%A9riel_informatique)

Autres liens

- | L'étiquette-énergie (<http://ecocitoyens.ademe.fr/mes-achats/bien-acheter/electromenager>) sur le site de l'ADEME
- | La nouvelle étiquette-énergie européenne (<http://www.newenergylabel.com>)
- | **(fr)** **(en)** **(de)** **(it)** Office fédéral de l'énergie OFEN - L'étiquetteEnergie en Suisse (<http://www.bfe.admin.ch/energieetikette/index.html?lang=fr>)
- | **(fr)** **(en)** Campagne européenne Display pour l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments municipaux (<http://www.display-campaign.org/>)
- | **(fr)** **(en)** Energie-Cités, l'association d'autorités locales européennes pour une politique énergétique locale durable (<http://www.energie-cites.eu>)
- | **(fr)** Logiciel pour la création et l'insertion d'étiquettes énergétiques dans un document (<http://support.fisa.fr/telechargement/234>)

Ce document provient de « <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Étiquette-énergie&oldid=100737812> ».

Dernière modification de cette page le 30 janvier 2014 à 12:05.

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons paternité partage à l'identique ; d'autres

conditions peuvent s'appliquer. Voyez les conditions d'utilisation pour plus de détails, ainsi que les crédits graphiques. En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment citer les auteurs et mentionner la licence.

Wikipedia® est une marque déposée de la Wikimedia Foundation, Inc., organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.

Facture Groupe E - Prix de revient

Votre contact

Groupe E SA
 Service Clients
 Case postale
 3280 Morat
 T 0844 20 40 60
 du lundi au vendredi de 7h30 à 17h30
 www.groupe-e.ch



Votre référence client

160 217 / 2 062 886

Votre lieu de consommation

route de
 Période: 369 jours
 Total en kWh: 7'283
 Votre produit: 1to1 energy easy comfort

Votre facture de décompte

Numéro de facture: 32 613 327
 Note de crédit du: 14.04.2012
 Numéro de TVA: CHE-108.954.582 TVA

Montant total CHF 1'507.59
Acomptes facturés CHF -1'518.00
Montant à créditer CHF -10.40

Décomposition de votre facture (hors TVA)

	Energie	CHF 618.94
	Distribution	CHF 564.31
	Swissgrid	CHF 115.31
	Taxes	CHF 98.32

Ce montant sera reporté sur votre prochaine facture, sauf avis contraire de votre part.

Groupe E vous remercie de votre confiance

▼▼▼▼ Vor der Einzahlung abzutrennen / A détacher avant le versement / Da staccare prima del versamento ▼▼▼▼

Empfangsschein / Récépissé / Ricevuta	Einzahlung Giro	Versement Virement	Versamento Girata
Einzahlung für / Versement pour / Versamento per Groupe E SA Case postale 480 1701 Fribourg	Einzahlung für / Versement pour / Versamento per Groupe E SA Case postale 480 1701 Fribourg	Keine Mitteilungen anbringen Pas de communication Non aggiungere comunicazioni	
Konto / Compte / Conto: XXXXXXXXXXXX CHF	Konto / Compte / Conto: XXXXXXXXXXXX CHF	Referenz-Nr./N de référence/N di riferimento: XX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX	
0 . 00	0 . 00	Einbezahlt von / Versé par / Versato da Monsieur Jean-Claude Noverraz route de la Coudre 33 1613 Maraçon	
609		Monsieur Jean-Claude Noverraz route de la Coudre 33 1613 Maraçon	

XX

Die Annahmestelle
 L'office de dépôt
 L'ufficio d'accettazione

Situation-problème ME 3.08

Facture d'électricité N° 32 613 327 du Groupe E – Prix de revient

Les distributeurs d'électricité facturent leurs prestations selon 4 postes principaux :

1. Énergie - Facturation des kWh consommés
2. Distribution - Coût d'entretien du réseau; comprend la taxe fixe pour le compteur électrique et une taxe proportionnelle à la consommation
3. Swissgrid - Frais facturés pour le transport de l'énergie sur les réseaux à haute tension; frais proportionnels à l'énergie consommée
4. Taxes fédérale(s), cantonale(s) et communale(s); frais proportionnels à l'énergie consommée.

L'extrait de facture du Groupe E est un décompte annuel concernant une maison familiale.

La facturation se fait selon un régime à deux tarifs: un tarif valable pour les heures où le fournisseur d'électricité doit faire face à une forte demande (haut tarif) et un tarif plus bas aux heures où la demande est plus faible (bas tarif).

Le total de la facture (énergie + distribution + Swissgrid + taxes) est de CHF 1'396.88
C'est le montant hors TVA.

La TVA de 8% s'applique sur ce montant sauf sur les CHF 13.11 de taxe cantonale, c'est à dire sur un montant de sur ce montant se monte à CHF 110.7016

Le prix total à payer est donc de CHF 1'507.59

L'énergie consommée durant les heures de haut tarif et durant les heures de bas tarif s'élève à un total de 7'283 kWh

Le prix final de revient de l'énergie électrique est donc ici de

$1'507.59 : 7'283 = 0.207$ CHF/kWh, soit de **20.7 centimes par kilowattheure**

Facture Groupe E - Prix de revient

Facture Groupe E Monsieur Exemple Décomposition

Monsieur
Jean Exemple
Route de Morat 135
1763 Granges-Paccot

Votre Contact

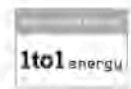
Groupe E SA
Service Clients
Case postale
3280 Morat
T. 0844 20 40 60
du lundi au vendredi de 07h30 à 17h30
www.groupe-e.ch

Votre référence client









(X) xxx xxx / x xxx xxx

Votre lieu de consommation

Route de Morat 135, 1763 Granges-Paccot
Période: 28.08.2012 au 24.08.2013
Total en kWh: 2'996
Votre produit: 1to1 energy easy light



Décomposition de votre facture (hors TVA)

		Energie	CHF 301.49
		Distribution	CHF 342.76
		Swissgrid	CHF 28.77
		Taxes	CHF 13.48

Votre facture

Numéro de facture: 123 456 789
Date de la facture: 13.09.2013
Numéro de TVA: CHE-108.954.582 TVA
Payable jusqu'au: 12.10.2013

Montant total CHF **741.42**
Acomptes facturés CHF - 374.00
Différence d'arrondi CHF - 0.02

Montant à payer CHF **367.40**

Groupe E vous remercie de votre confiance

Groupe E SA
Case postale 480

1701 Fribourg

01-64537-1

367 40

Groupe E SA
Case postale 480

1701 Fribourg

01-64537-1

367 40

Facture M. Exemple du Groupe E - Décomposition

Les distributeurs d'électricité facturent leurs prestations selon 4 postes principaux:

1. Énergie - Facturation des kWh consommés
2. Distribution - Coût d'entretien du réseau; comprend la taxe fixe pour le compteur électrique et une taxe proportionnelle à la consommation
3. Swissgrid - Frais facturés pour le transport de l'énergie sur les réseaux à haute tension, frais proportionnels à l'énergie consommée
4. Taxes fédérale(s), cantonale(s) et communale(s); frais proportionnels à l'énergie consommée.

Ce tableau explicatif figure sur les factures de décomptes du Groupe E :



L'énergie est le produit qui vous est livré par le réseau de distribution d'électricité. Grâce à ses 11 centrales hydroélectriques, 8 barrages et 3 centrales thermiques, Groupe E produit directement une grande partie de votre électricité. Vous pouvez choisir l'origine de votre électricité grâce à notre courant vert (www.groupe-e.ch). L'électricité est facturée en centimes par kWh.



La distribution correspond au transport régional de votre énergie jusqu'à votre domicile. Groupe E gère, entretient et développe son propre réseau de distribution dans les cantons de Fribourg, Neuchâtel et une partie du canton de Vaud (câbles, conduites, etc). La distribution est facturée en centimes par kWh et comprend un montant de base.



Swissgrid, la société nationale du transport à très haute tension, gère l'acheminement de votre énergie au niveau national. Son réseau est souvent comparé à de grandes autoroutes de l'électricité. Cette partie est facturée en centimes par kWh par Groupe E puis entièrement reversée à Swissgrid.



Ensemble des taxes prélevées sur l'énergie par Groupe E puis reversées en totalité à la Confédération, aux cantons et aux communes. Le nombre de taxes peut varier selon les régions. La liste complète est disponible sur www.groupe-e.ch.

Prix du kWh dans la facture-exemple du Groupe E

Dans la facture présentée ici, le montant total, hors TVA est de CHF 686.50

La TVA de 8% s'applique à ce total ce qui donne CHF 54.92

C'est ainsi que s'explique le montant final de CHF 741.42

L'énergie consommée durant les heures de haut tarif et durant les heures de bas tarif s'élève à un total de 2'996 kWh

Le prix final de revient de l'énergie électrique est donc ici de

$686.50 : 2'996 = 0.229 \text{ CHF/kWh}$, soit pratiquement de 23 centimes par kilowattheure.

Approche de l'énergie selon le PER

La société à 2000 Watts

Concept largement diffusé, « la Société à 2000 W » n'est de loin pas compris par tous, y compris par ceux qui s'en réclament.

Ce document devrait apporter un peu de clarté à ce propos.

La dernière page propose un petit exercice pour voir si l'on est devenu expert en la matière.

Documents associés à disposition dans la BDRP

- Énergie puissance – Modélisation
- Courant alternatif, centrales et lignes électriques

Société à 2000 Watts

Définition:

L'idée de la société à 2000 Watts a été lancée en 1998, à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich en réponse aux préoccupations environnementales et géopolitiques (déséquilibres dans la répartition des ressources).

La société à 2000 Watts suppose qu'en **moyenne et en permanence**, chaque citoyen consomme de l'énergie selon un débit de **2'000 joules par secondes ou de 2 kilowattheures par heure**. On parle donc d'un **débit énergétique** ou d'une **puissance** de **2000 watts moyens et permanents**.

Pour donner du sens à ces 2000 watts, voici quelques points de repères :

- La puissance que nécessite le métabolisme d'un être humain sédentaire est de l'ordre de 100 watts. Pendant un effort, cette puissance peut monter à 250 watts, mais comme c'est durant de courts instants, la puissance moyenne reste peu supérieure à 100 watts. L'énergie métabolique a sa source dans les aliments consommés.

Dans le ménage

- Un frigo, consomme de l'ordre de 220 kilowattheures par année. Pour 4 personnes dans le ménage, c'est 55 kilowattheures par année et par personne. En divisant ces 55 kilowattheures par le nombre d'heures que comporte une année ($365 \times 24 = 8'760$ h), on obtient une puissance moyenne continue de 6 watts par personne.
- Pour le congélateur, on obtient de l'ordre de 10 watts par personne. Pour l'éclairage, 5 à 10 watts. Un potager électrique, s'il fonctionne tous les jours durant 30 minutes dans un ménage de 3 personnes, conduira à une puissance de 15 watts par personne. Et puis il y a le lave-vaisselle, le lave linge, le fer à repasser, l'aspirateur, les robots de cuisine, la TV, les ordinateurs, les chargeurs de batterie, etc. C'est chaque fois de 5 à 20 watts par personne en moyenne et en permanence.

Mais en additionnant tout ça, on n'arrive de loin pas aux 2'000 watts.

C'est que la grosse part de l'énergie consommée par chacun de nous l'est pour le chauffage et pour les transports. Voyons cela :

Pour le chauffage

Aujourd'hui, on compte que le chauffage d'une maison datant de 1970-1980, nécessite une énergie de 200 kilowattheures par année et par mètre carré. Pour un appartement standard de 100 m², cela fait donc 20'000 kilowattheures par année. Si 4 personnes vivent dans cet appartement, la consommation est donc de 5'000 kilowattheures par personne et par an. Cela donne une puissance moyenne continue de 570 watts par personne. Pour 3 personnes, cela fait 760 watts chacune.

Remarquons ici que les exigences, pour les constructions actuelles, sont beaucoup plus élevées. La puissance par personne, pour une construction aux normes Minergie© n'est plus que de quelques dizaines de watts.

Pour la mobilité

Prenons une automobile courante consommant 8 litres aux 100 km et roulant 20'000 km par année. La consommation de cette automobile est donc de 1'600 litres d'essence. Comme un litre d'essence représente une consommation d'énergie de 11 kilowattheures, cela fait 17'600 kilowattheures par année. En divisant ces 17'600 kilowattheures par le nombre d'heures que comporte l'année, on obtient une puissance moyenne continue de 2'000 watts pour cette automobile. Si la voiture est majoritairement conduite par une personne qui voyage seule, on constate que rien que pour ses déplacements, cette personne atteint déjà la limite des 2'000 watts. Dans une hypothèse plus réaliste, si en moyenne, deux personnes roulent ensemble, c'est une puissance moyenne continue de 1000 watts par personnes qui est requise pour les déplacements en automobile. À cela, il faut ajouter la puissance moyenne continue liée à l'usage des transports publics.

Le fonctionnement industriel et économique

À ces puissances moyennes continues, de nature domestique et personnelle, il faut ajouter ce qui provient de l'activité économique. Chacun, qu'il soit écolier, étudiant, ouvrier, agriculteur, employé, cadre, fonctionnaire, chercheur, artiste, etc. fait fonctionner une économie qui a besoin d'énergie. Cette énergie, prise annuellement et divisée par le nombre d'heure que comprend l'année, donne une puissance moyenne continue qui s'ajoute à celle que nous venons d'évoquer.

Situation actuelle et origine du choix des 2'000 watts

Actuellement, en Europe occidentale (et en Suisse), selon diverses sources les besoins de chaque individu sont de l'ordre de 6'000 watts (puissance moyenne continue). Pour les États-Unis, on articule le chiffre de 12'000 watts. Dans les pays dits en développement, cette puissance est bien inférieure à 2'000 watts et la moyenne mondiale semble se situer autour des 2'000 watts. L'idée de la société à 2'000 watts vient de là : il s'agirait de maintenir cette moyenne mondiale en diminuant drastiquement la consommation des pays riches tout en permettant aux pays qui sont en dessous de cette valeur de s'en rapprocher.

On voit, selon ces chiffres, qu'en Europe occidentale et donc en Suisse, nous devrions chacun (mais c'est une moyenne), diviser notre consommation par trois !

Discussion à propos de chiffres

Si on prend la consommation finale de 882'280 térajoules = 245'077 millions de kWh pour l'année 2012 en Suisse, donnée par l'Office fédéral de la statistique (OFES), et qu'on divise cette énergie par le nombre d'habitant (8 millions en arrondi), on arrive à 30'634 kWh par habitant et par année ce qui donne une puissance moyenne continue de 3'500 W. C'est donc nettement moins que les 6'000 watts généralement admis. L'explication tient dans le fait que les concepteurs de la Société à 2000 watts prennent en compte non pas l'énergie finale, mais ce qu'ils appellent l'énergie primaire. Cette dernière inclut des énergies non prises en compte par l'OFES, comme les énergies grises entrant dans les produits de consommation, y compris celles qui ont été nécessaires à l'étranger pour les produits importés.

Exercice : où se cache l'erreur ?

Les extraits reproduits ci-dessous sont tirés d'un journal diffusé par l'organisme **Suisse énergie**, sous le titre « Edition spéciale », destiné aux propriétaires fonciers. Ces extraits sont tirés de la page 25 du journal daté d'octobre 2013,

L'auteur de l'article fait une erreur qui laisse songeur sur sa compréhension de ce que signifie « société à 2000 watts »

Cette erreur apparaît trois fois dans les extraits que voici :

Sous-titre de l'article :

LA SOCIÉTÉ À 2000 WATTS *La consommation d'énergie doit baisser à 2000 watts par personne et par an. Mais que signifie-t-il dans la vie quotidienne ? Fred Frohofer le sait d'expérience, et il en tire un bilan positif.*

Extrait du bas de page :

Le modèle de l'avenir

Avec sa philosophie, Fred Frohofer s'infègre parfaitement à l'image de la société à 2000 watts, le modèle politico-énergétique développé par les chercheurs de l'EPF de Zurich. Celui-ci démontre qu'outre une exploitation plus efficace et plus durable des matières premières, des sources d'énergie et du sol, il est impératif d'adopter une pensée et un mode de vie plus sobres pour pouvoir stopper à long terme l'érosion galopante de nos ressources. **L'objectif: réduire à 2000 watts la consommation moyenne par personne et par an qui, en Suisse, s'élève actuellement à 6300 watts.** Et ce, grâce entre autres à quelques petits changements individuels de comportement et de conscience (voir encadré).

Qu'il soit temps de faire évoluer notre mode de pensée, les politiques et les citoyens le savent depuis longtemps déjà. C'est pourquoi la Confédération, de nombreux Cantons et les Cités de l'énergie, qui ont initié et concrétisé une politique énergétique durable, ont ancré leurs lignes directrices dans le modèle des 2000 watts. En 2008, la grande majorité des Zurichois, par exemple, se sont aussi prononcés en sa faveur. Mais la plupart des gens se demandent encore comment fonctionne dans la réalité un mode de vie économe en énergie, et ce qu'il apporte vraiment par rapport à la consommation énergétique mondiale.



La société à 2000 watts

Une exploitation raisonnée et durable des ressources

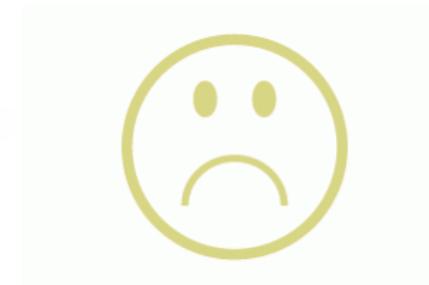
Dans le cadre du programme Novatlantis de l'EPF Zurich, les chercheurs ont développé le modèle de la société à 2000 watts, qui démontre que les besoins énergétiques par personne et par an doivent être réduits des deux tiers à long terme. C'est là le seul moyen de préserver les ressources de la Terre, de freiner les émissions de CO₂ et d'obtenir un rendement énergétique globalement équitable. Les chercheurs en profitent pour citer les moyens d'action que chacun d'entre nous possède. Au lieu de nous dire «à moi seul, je ne peux rien y faire», nous pouvons nous-mêmes réduire notre bilan énergétique de 60% - surtout par l'habitat, la mobilité, l'alimentation et la consommation. Conduire de manière économe, utiliser le vélo sur de courtes distances et prendre moins l'avion permet déjà d'économiser 1250 watts par an. Pour en savoir plus: www.2000watt.ch

Fred Frohofer est pourtant persuadé que chaque effort - si infime soit-il - en vaut la peine. Cela fait déjà plus de trente ans qu'il est guidé par une conscience écologique. «Je remarque sans cesse de nouvelles absurdités qui épuisent les ressources», dit-il. «Prendre l'avion pour aller

à Munich, par exemple, est tout à fait inutile.» Et de fait, la mobilité est l'un des gouffres énergétiques: **selon le «Livre blanc de la société à 2000 watts», il suffirait de renoncer à la voiture et à quelques vols en avion pour réduire de 30% le bilan énergétique.** Mais



Comparatif lave-vaisselle



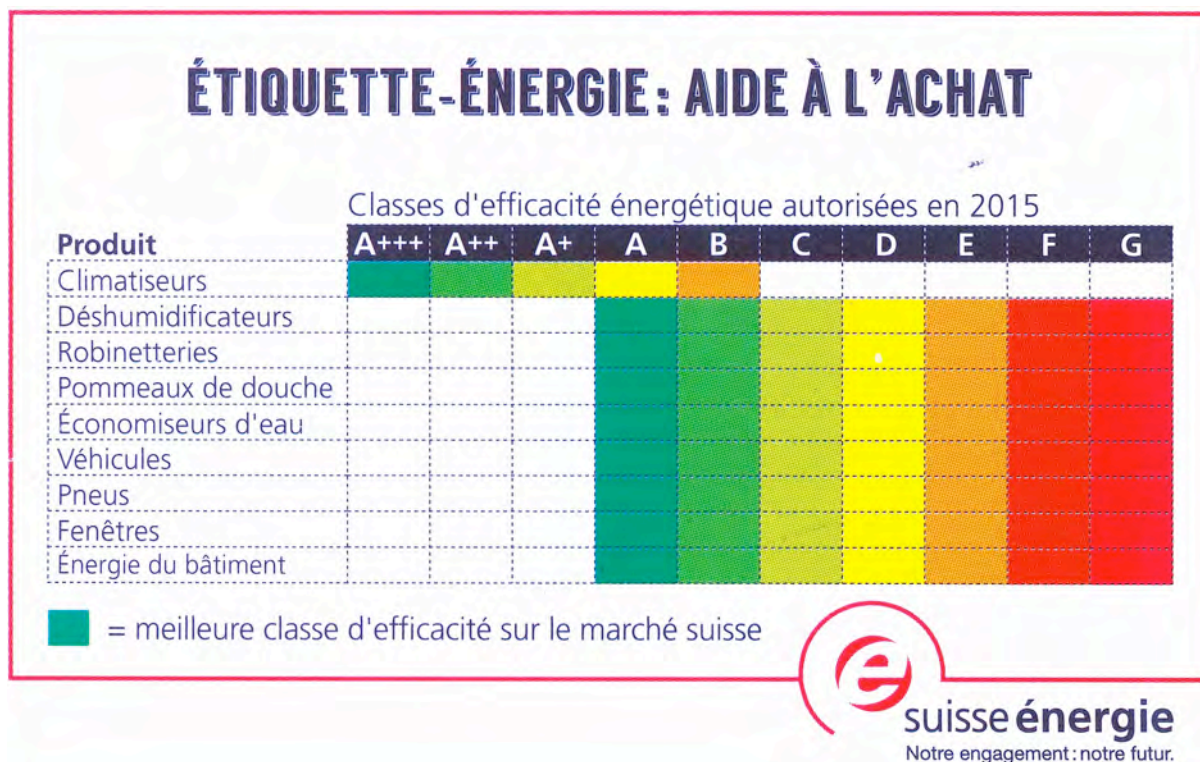
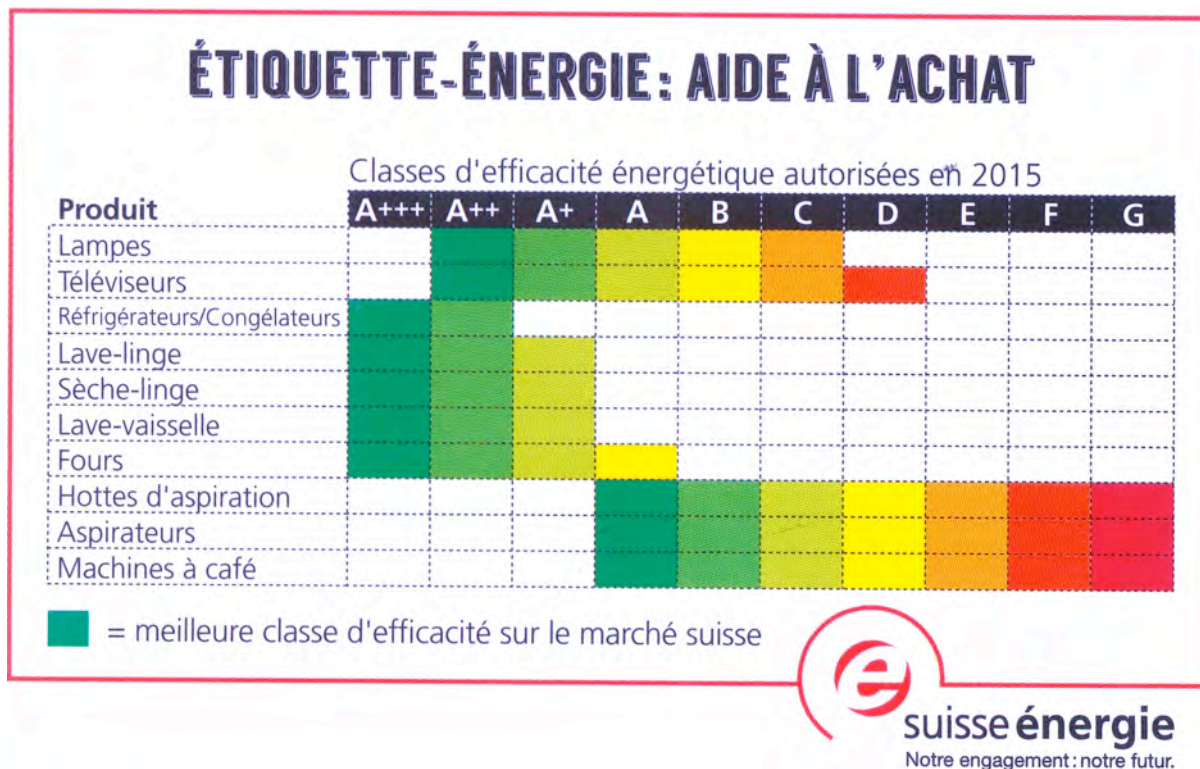
	Miele	Bosch	Siemens	Modèle non efficent
Marque	Miele	Bosch	Siemens	
Modèle	G 16300-60 SC	SMS58N52EU SMS54M22EU	SN25N289EU	
Prix d'achat (fr.)	2'195	2'135	2'135	2'055
Coûts de l'électricité et de l'eau (en fr. pour 15 ans)	874	887	966	1'084
Capacité de couverts	14	13	14	13
Hauteur (cm)	85	85	85	81.5
Largeur (cm)	60	60	60	57.3
Profondeur (cm)	60	60	60	60
Eau (litres/ cycle de lavage)	9.7	6	10	
Eau (litres par an)	2716	1680	2800	3360
Raccordement à l'eau chaude	ja	oui	oui	oui
Niveau sonore (dB (A))	44	44	44	48
Classification	A+++/A	A+++/A	A++/A	A+/A
Energie (kWh/ cycle de lavage)	0.84	0.92	0.93	
Energie (kWh par an)	237	262	266	294

Imprimer cette page




Étiquettes énergie – Législation suisse

Documents édité par Suisse énergie

Ces tableaux indiquent les classes d'efficacité énergétique autorisées en Suisse à partir de 2015. Cette liste évolue avec le temps. En 2015, certains produits n'existaient pas en classes A+, A++, A+++ tandis que d'autres produits ne se trouvent sur le marché qu'en classes A+, A++, A+++



Problème rendement cogénération (couplage chaleur-force)

 		Avesco AG BHKW Energiesysteme Grüngenstrasse 19 CH-4416 Bubendorf		
Energiesysteme		Tel. 0848 636 636 Fax 061 935 10 99		
Typ	AGRO 370			
Auftrags Nr.	11M0399	Baujahr	2011	
Brennstoff	Biogas	Nenn Drehzahl	1500min-1	
Nennleistung	(ICFN)	463 kVA / 370 kW (bei cos-phi 0.8)		
Brennstoffleistung	911 kW	Nennspannung bei 50Hz	3x400 / 230 VAC	
Thermische Leistung	409 kW	Nennstrom bei 400VAC	720 A	
Masse	23500 kg	Kurzschlussstrom	1440 A	
Funktörgrad	DIN 57 875	Steuerspannung	230 VAC / 24 VDC	

Cette plaquette signalétique est apposée sur la porte d'accès d'un cogénérateur fonctionnant au gaz méthane produit dans une installation de biogaz de la campagne fribourgeoise.

La puissance de combustion (Brennstoffleistung) est de 911 kW

La puissance électrique fournie au réseau (Nennleistung) par le générateur est de 370 kW

La puissance thermique (Thermische Leistung) fournie au réseau de chauffage est de 409 kW

La puissance totale en sortie est de $370 \text{ kW} + 409 \text{ kW} = 779 \text{ kW}$

Le rendement net des l'installation est donc de $779 \text{ kW} / 911 \text{ kW} = 0.855$ ou 85.5%

L'énergie perdue est évacuée par la cheminée et une partie est due à la présence de vapeur d'eau dans le gaz. (?)

Réfrigérateurs et congélateurs – Légende pour les étiquettes énergie

1



2



3



http://newsroom.electrolux.com/ch-de/wp-content/common/photos_switzerland/ik2905-10_klein.jpg

Décryptage des étiquettes énergie de réfrigérateurs et congélateurs



1. Nom ou marque du fabricant
2. Désignation du type de produit
3. Classe d'efficacité énergétique
4. Consommation d'énergie en kWh/an (sur la base des résultats du contrôle normatif). La consommation effective d'énergie dépend de l'usage de l'appareil.
5. Capacité utile totale de tous les compartiments de réfrigération (compartiments non signalés par des étoiles)
6. Capacité utile totale de tous les compartiments de congélation (compartiments signalés par des étoiles)
7. Niveau sonore en dB (puissance sonore)
8. Désignation de la réglementation

Ce qu'on appelle l'indice d'efficacité énergétique est la valeur décisive pour l'attribution dans une classe d'efficacité énergétique. Il est basé sur une méthode de calculs relativement complexe. Cet indice prend en compte différentes valeurs, comme la consommation d'énergie, le volume utile des différents compartiments de stockage et leurs températures les plus basses, ainsi que quelques coefficients de correction. En Suisse, à partir du 1er janvier 2015, tout réfrigérateur doit au minimum se conformer à la classe d'efficacité A++

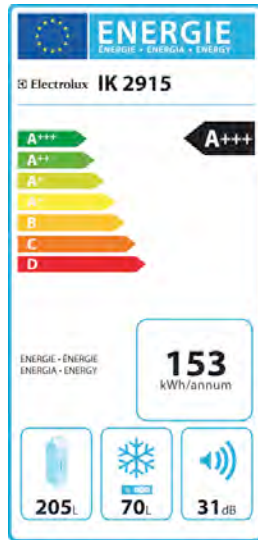
Trois réfrigérateurs-congérateurs à comparer

1



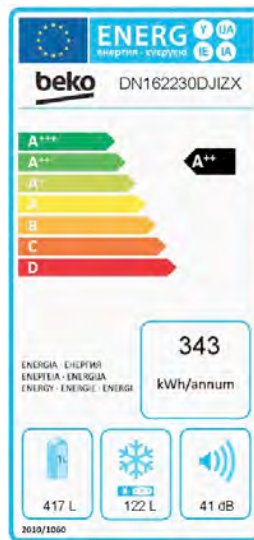
Prix de vente :
€ 429.-

2



Prix de vente :
CHF 1659.-

3



Prix de vente :
CHF 1449.-



http://newsroom.electrolux.com/ch-de/wp-content/common/photos_switzerland/ik2905-10_klein.jpg

Ces trois étiquettes concernent chacune un modèle de réfrigérateur-congérateur ressemblant à l'illustration de droite.

1. Le premier appareil n'est pas vendu en Suisse. Pour quelles(s) raison(s) à ton avis ?
2. Quels arguments pourraient conduire à choisir entre le deuxième et le troisième de ces réfrigérateurs-congérateurs ?


 <p>The image shows a standard European energy label for a refrigerator. At the top left is the EU flag and the word 'ENERG' in large letters, with 'енергия · ενεργεια' below it. To the right are icons for 'Y UA' and 'IE IA'. Below this, there are two columns of numbers: 'I 1' and 'II 2'. A vertical bar on the left shows energy efficiency classes from A+++ (green) to D (red). A black arrow labeled '3' points to the A++ class. A box labeled '4' contains 'XYZ kWh/annum'. At the bottom, three boxes labeled '5', '6', and '7' contain icons for a refrigerator, a snowflake, and a speaker, with labels 'XYZ L', 'YZ L', and 'YZ dB' respectively. A small box at the bottom left contains '2010/XYZ' and a circled '8'.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nom ou marque du fabricant 2. Désignation du type de produit 3. Classe d'efficacité énergétique 4. Consommation d'énergie en kWh/an (sur la base des résultats du contrôle normatif). La consommation effective d'énergie dépend de l'usage de l'appareil. 5. Capacité utile totale de tous les compartiments de réfrigération (compartiments non signalés par des étoiles) 6. Capacité utile totale de tous les compartiments de congélation (compartiments signalés par des étoiles) 7. Niveau sonore en dB (puissance sonore) 8. Désignation de la réglementation <p>Ce qu'on appelle l'indice d'efficacité énergétique est la valeur décisive pour l'attribution dans une classe d'efficacité énergétique. Il est basé sur une méthode de calculs relativement complexe. Cet indice prend en compte différentes valeurs, comme la consommation d'énergie, le volume utile des différents compartiments de stockage et leurs températures les plus basses, ainsi que quelques coefficients de correction. En Suisse, à partir du 1er janvier 2011, tout réfrigérateur doit au minimum se conformer à la classe d'efficacité A+ de l'ancien modèle.</p>
---	---

Tableau comparatif des quatre types de production de lumière à partir d'électricité

Type Carac- téristique	Incandescence classique (N'est plus en vente !)	Incandescence halogène	Fluorescence (tubes et lampes fluocompactes)	LED (modèles pour l'éclairage)
Rendement lumineux en lumen/watt	10 – 15 lm/W	20 – 25 lm/W	60 – 70 lm/W	50 – 90 lm/W
Rendement approx. en watt lumière/ watt électricité	5%	8%	16%	23%
Classe d'efficacité	G F E	D C B	B A	A
Durée de vie approximative	1'000 h	2'000 h	8'000 h	30'000 h
Nature du spectre lumineux	Spectre continu, mais limité dans le bleu (pas de lumière blanche possible)	Spectre continu. La température plus élevée que dans la lampe classique permet une lumière plus blanche.	Spectre discontinu. Le mélange de quelques couleurs de rayonnement (grâce au choix de la composition chimique de la pellicule fluorescente) permet de produire de la lumière dont l'apparence va du blanc chaud rosé au blanc froid bleuté.	Spectre continu, mais avec une pointe dans le bleu. Comme pour les lampes à fluorescence, on peut obtenir de la lumière blanche plus ou moins "chaude".
Température de couleur en kelvins	Jusqu'à 2'700 K	Jusqu'à 3'000 K	De 2'500 K à 6'500 K	De 2'500 K à 6'500 K
Avantages	Les ampoules étaient peu coûteuses à produire et donc bon marché à l'achat.	Rendement lumineux supérieur d'environ 30% sur la lampe à incandescence classique.	Rendement lumineux 5 fois supérieur à la lampe à incandescence classique et 4 fois supérieur à lampe à incandescence halogène. Longue durée de vie.	Rendement lumineux 6 fois supérieur à la lampe à incandescence classique et 4,5 fois supérieur à lampe à incandescence halogène. Très longue durée de vie. Pas de problème de rayonnement.
Inconvénients	Température élevée de l'ampoule (danger de brûlure et d'incendie). Sensible aux allumages répétés. Durée de vie courte.	Température élevée de l'ampoule (danger de brûlure et d'incendie). Sensible aux allumages répétés.	Présence de mercure (intoxication et pollution). Rayonnement électromagnétique (danger potentiel pour la santé).	Intensité lumineuse ponctuelle élevée qui peut provoquer des lésions de la rétine. La pointe spectrale dans le bleu pourrait favoriser ces lésions. Coût d'achat plus élevé que toutes les autres lampes.

Toutes ces lampes existent avec des culots à vis E27 et E14 ainsi qu'avec des culots à baïonnette.



Votre partenaire énergie

Votre partenaire énergie vous fournit de l'électricité 24h/24 et vous conseille de manière compétente et fiable pour toutes les questions relatives à l'énergie.

Groupe E SA, Service Clients, Case Postale, 3280 Morat
Téléphone 0844 20 40 60, Fax 0844 20 40 62
www.groupe-e.ch



Votre courant

1to1 energy, c'est le nom du courant fourni par votre fournisseur régional d'énergie. En collaboration avec près de 140 partenaires de 15 cantons et du Liechtenstein, il propose à plus d'un million de personnes des produits innovants, notamment du courant vert, ainsi que des offres visant une utilisation rationnelle de l'énergie. Plus d'informations sur : www.1to1energy.ch

Votre partenaire énergie



1to1 energy easy: l'électricité à bas tarif pour les ménages et l'artisanat

1to1 energy

Votre courant

Je suis la reine de la nuit. La plus brillante de toutes, une vraie lumière. Mes conseils sont éclairés et mes idées lumineuses. En toute modestie.



1to1 energy easy:
un tarif de nuit avantageux

1to1 energy easy est le produit d'électricité avec bas tarif pour les particuliers et les petites entreprises.

A qui s'adresse 1to1 energy easy?

1to1 energy easy représente la solution idéale pour les clients dont la consommation électrique est importante durant la nuit et dont la consommation annuelle n'excède pas 100 000 kWh et qui n'ont pas de dispositif de mesure de la puissance.

Quels sont les avantages de 1to1 energy easy?

- **Un tarif de nuit avantageux**, de 21h à 7h (bas tarif).
- **Différentes combinaisons possibles**: vous pouvez associer 1to1 energy easy à d'autres produits, par exemple au courant vert 1to1 energy, afin de trouver la formule la plus adaptée à vos besoins.

Quels sont les éléments de prix de 1to1 energy easy?

Le prix se décompose comme suit:

- prix de la fourniture d'énergie
- prix pour l'utilisation du réseau
- prix pour swissgrid
- taxes et redevances

Facturation

Plusieurs factures sont établies dans l'année (y compris les factures d'acompte). Le règlement peut être effectué au moyen d'un bulletin de versement, par recouvrement direct (auprès des banques) ou via Debit Direct (auprès de PostFinance).

Les conditions générales, les règlements et les dispositions de Groupe E s'appliquent.

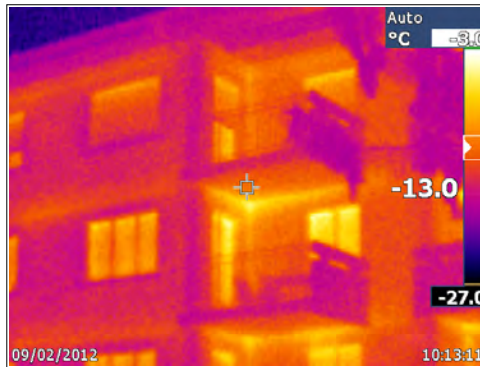
Éléments de prix	Montant de base (CHF/an)		Prix (ct./kWh)			
	Hors TVA	TVA incluse	Haut tarif (7-21h)		Bas tarif (21-7h)	
			Hors TVA	TVA incluse	Hors TVA	TVA incluse
Fourniture d'énergie	-	-	10.10	10.91	6.60	7.13
Utilisation du réseau	92.40	99.79	9.19	9.93	3.94	4.26
swissgrid	-	-	1.31	1.41	1.31	1.41
Redevances communales	En fonction du canton et de la commune du site de consommation, d'autres taxes, redevances et émoluments communaux, cantonaux ou fédéraux sont perçus par Groupe E pour le compte des autorités compétentes. Les montants ou taux en vigueur sont disponibles sur www.groupe-e.ch					

Les prix (valables dès le 1^{er} janvier 2014), TVA de 8% incluse, sont arrondis selon les règles commerciales.

Vous trouverez plus d'informations sur www.groupe-e.ch ou sur www.1to1energy.ch

Photographies et thermophotographies correspondantes d'un petit immeuble locatif

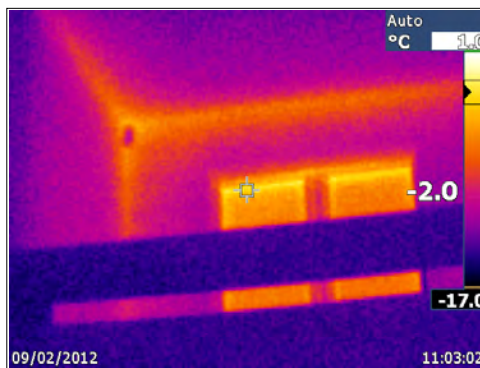
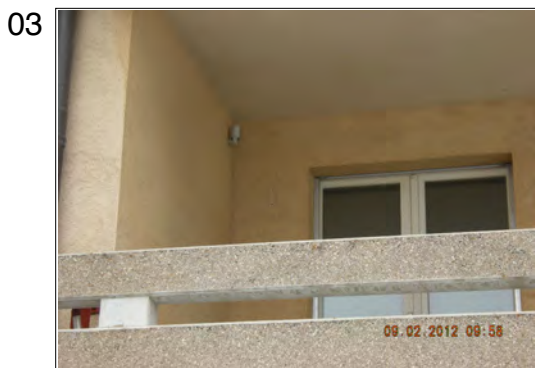
Observations



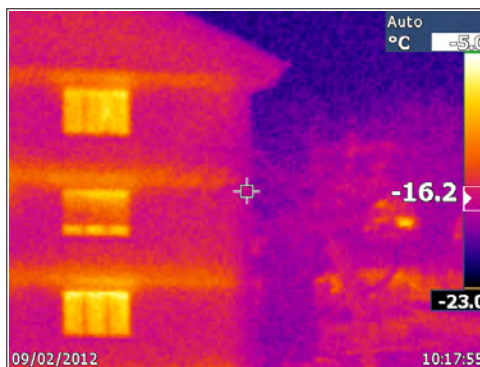
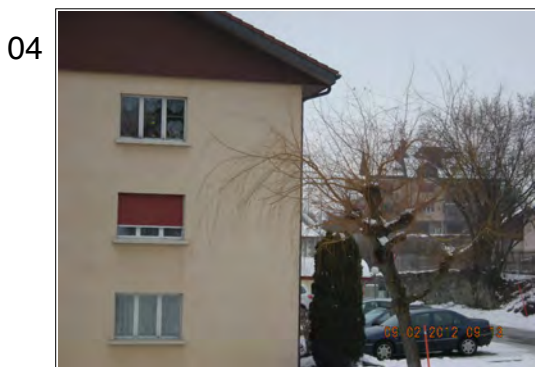
Les taches claires (donc relativement chaude) sous les dalles de balcon témoignent de pertes de chaleur. Ce sont ce qu'on appelle des ponts de froid ou ponts thermiques. Les fenêtres occasionnent beaucoup de pertes (couleur très claire = température relativement élevée).



Le mur (brun sur la photographie) est plus mince que la mur de façade, si bien qu'il occasionne plus de pertes de chaleur que ce dernier. Comme la fenêtre de balcon, la porte du garage est une source importante de perte de chaleur.

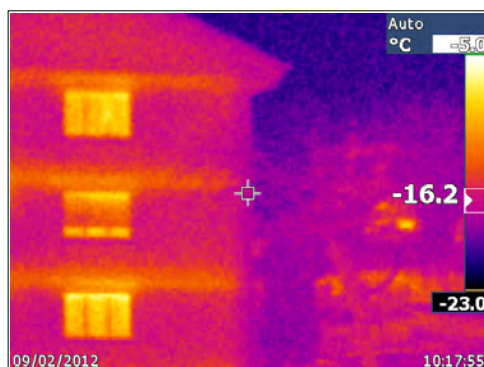
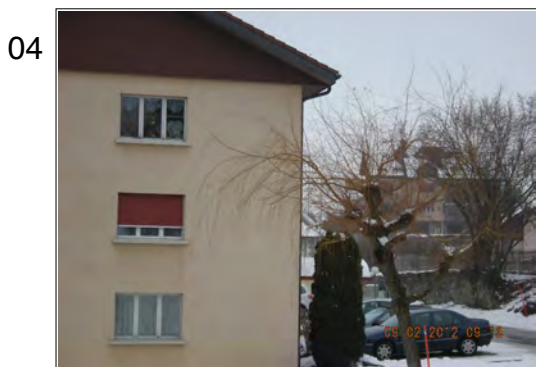
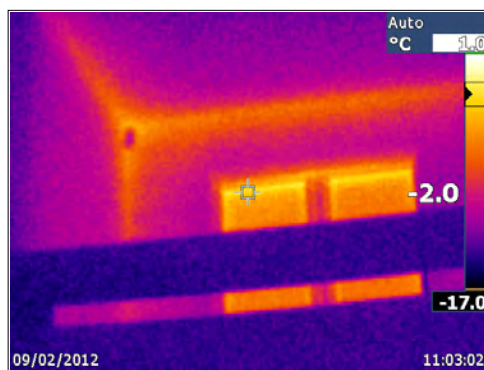
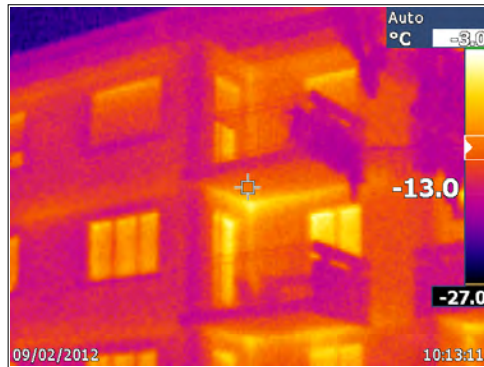


Sur cette thermophotographie en plan rapproché, on voit bien les ponts thermiques aux intersections des murs et du plafond du balcon. La barrière du balcon est très froide.



Ce qui st remarquable sur la thermophotographie, ce sont les lignes horizontales claires situées aux endroits où les dalles sont ancrées dans la murs. Ces ancrages occasionnent des ponts thermiques (pertes de chaleur)

Photographies et thermographies correspondantes d'un petit immeuble locatif



Atelier sur le thème **Approche de l'Énergie (ApEn)**

Pages suivantes :

Questionnaire à choix multiple de réponses (QCM)

Tu peux ajouter des réponses qui te conviennent mieux sur les lignes blanches

3
EC 1 L'énergie existe sous différentes formes : électricité, mazout, bois de chauffage, gaz naturel, biogaz (produit par la fermentation de matières organiques), soleil (énergie captée avec des panneaux solaires), etc. Certaines énergies sont dites renouvelables, d'autres sont dites non renouvelables

D'après moi, une énergie est dite renouvelable quand...

- elle vient de la nature et on peut la consommer en plusieurs fois
- elle n'est pas produite par la nature
- la nature en produit autant ou plus qu'on n'en consomme
- les réserves naturelles sont très grandes
-

Energies renouvelables définition

65
EC 2 Dans de nombreux cantons dont le canton de Vaud, les propriétaires peuvent obtenir des aides financières lorsqu'ils construisent ou transforment une maison en respectant certaines exigences de qualité énergétique visant notamment à minimiser les besoins en chauffage. L'installation d'un chauffage à bois peut, dans certaines conditions, faire l'objet d'une aide financière.

Alors que la combustion du bois produit beaucoup de dioxyde de carbone CO₂, des oxydes d'azote NO_x et des poussières fines, le chauffage au bois est encouragé parce que...

- le chauffage au mazout pollue plus que le chauffage au bois
- cela permet de soutenir l'économie forestière
- le CO₂ libéré par la combustion du bois est capté par les arbres en croissance et la forêt ne s'épuise pas
- l'on considère que le bois est une énergie renouvelable (en Europe, le bois pousse en aussi grande quantité, voir plus, qu'il n'est consommé)
-

Energies renouvelables bois

66
EC 3 S'agissant de consommation énergétique, on distingue les énergies primaires des énergies secondaires. Ces dernières sont celles qui nous sont directement utiles tandis que les énergies primaires sont celles qui ont été nécessaires pour produire les énergies finales.

Quelles sont les affirmations correctes parmi celles-ci:

- dans une centrale électrique thermique (nucléaire, charbon, gaz), il faut environ 3 kWh d'énergie primaire (le combustible) pour produire 1 kWh d'électricité livrée au consommateur
- quand on parle de l'énergie qu'utilise un chauffage à gaz, on ne prend en compte ni l'énergie nécessaire à l'extraction du gaz, ni celle qu'il faut pour acheminer le gaz à destination
- l'énergie du vent, captée par une éolienne est une énergie finale
- l'énergie achetée à la pompe à essence pour remplir le réservoir d'une automobile est une énergie primaire
-

Energie primaire et énergie finale

67
EC 4 L'énergie finale est l'ensemble des énergies délivrées prêtes à l'emploi à l'utilisateur final : le litre d'essence sans plomb à mettre dans sa voiture, l'électricité disponible à sa prise, etc. Cette énergie finale n'est qu'une fraction de l'énergie primaire initiale, une fois que celle-ci a été transformée en énergie secondaire, stockée, transportée et enfin distribuée au consommateur final.

On distingue 4 secteurs économiques: les ménages, l'industrie, les services (poste, bureaux, administration) et les transports. Celui qui consomme la plus grande part de l'énergie finale en Suisse, c'est...

- les ménages
- l'industrie
- les services
- les transports
-

Energie finale Suisse 2014

Tu peux ajouter des réponses qui te conviennent mieux sur les lignes blanches

68

EC 5

Le réchauffement climatique induit de nombreuses prises de positions politiques et des choix économiques. On s'accorde généralement pour dire que la consommation d'énergie devrait diminuer et s'orienter de manière significatives vers les énergies renouvelables. C'est ce qu'on appelle le "tournant énergétique". Dans ce contexte est née l'idée de "La société à 2000 watts"

Qu'entend-on par société à 2000 watts ?
Est-ce...

- une société dans laquelle aucun appareil consommant de l'énergie, que ce soit sous forme électrique ou sous toute autre forme, a une puissance qui ne dépasse pas 2000 watts
- une société dans laquelle chaque citoyen, en moyenne et en permanence, consomme de l'énergie selon un débit de 2'000 joules par secondes ou de 2 kilowattheures par heure.
- une société dans laquelle aucun appareil consommant de l'énergie électrique a une puissance qui dépasse pas 2000 watts
- une société dans laquelle la puissance requise par chaque citoyen pour ses activités ne dépasse pas le total des 2000 watts

La société à 2000 watts définition

69

EC 6

Le réchauffement climatique induit de nombreuses prises de positions politiques et des choix économiques. On parle d'un nécessaire "tournant énergétique". Dans ce contexte est née l'idée de "La société à 2000 watts"

A propos de la société à 2000 watts, il es juste de dire que dans une telles société...

- chaque citoyen se contente **annuellement** de consommer une énergie de 17'520 kWh ($17'500 = 2'000 \times 24 \times 365$)
- chaque citoyen se contente **annuellement** de consommer une énergie de 2'000 kWh
- chaque citoyen se contente de consommer, en moyenne, une énergie de 2'000 Wh **par jour**
- chaque citoyen se contente de consommer, en moyenne et sur la durée, une énergie de 2'000 Wh **par heure**

La société à 2000 watts concept

70

EC 7

Pour prendre le "tournant énergétique", la consommation d'énergie devrait diminuer. Selon les concepteurs de "La société à 2'000 watts", chaque citoyen devrait pouvoir se contenter d'une consommation correspondant à une puissance 2'000 watts alors qu'aujourd'hui, on en est à 6'000 watts par personne. Mais selon les chiffres officiel de l'Office fédéral de l'énergie(OFEN), la consommation d'énergie finale en Suisse correspond à une puissance de 3'300 watts par habitant.

Si la consommation annoncée par l'OFEN est plus basse que celle que donnent les concepteur de la société à 2'000 watts, c'est parce que...

- pour faire progresser leurs idées, les concepteurs de la société à 2'000 watts exagèrent la consommation réelle.
- pour éviter de donner des arguments aux écologistes qui demandent que le tournant énergétique se fasse rapidement, l'OFEN minimise la consommation énergétique.
- l'OFEN prend en compte l'énergie finale qui n'inclut pas les pertes entre les sources d'énergie et leur consommation (transformation, transport) ni les énergies grises (énergies pour
- les 6'000 watts donnés par les concepteur de la société à 2'000 watts concernent l'Europe et les Etats-Unis, mais en Suisse la consommation énergétique est plus basse.

La société à 2000 watts discussion

73

EN 24

Un ménage (une famille) vivant dans une maison ou un appartement a besoin d'acheter de l'énergie qu'il consomme sous la forme d'électricité, de mazout, de bois, de gaz, etc.

A mon avis, de toute l'énergie achetée par un ménage vivant dans une maison familiale en Suisse, la plus grande partie est utilisée pour...

- faire la cuisine
- l'éclairage
- chauffer la maison
- les loisirs (radio, TV, ordinateur, etc.)

Energie consommation ménage

Tu peux ajouter des réponses qui te conviennent mieux sur les lignes blanches

74

EN 25

Un ménage (parents et enfants) vivant dans une maison ou un appartement a besoin d'acheter de l'énergie qu'il consomme sous la forme d'électricité, de mazout, de bois, de gaz, etc.

A mon avis, de toute l'énergie achetée par un ménage vivant dans une maison familiale en Suisse, la plus faible partie est utilisée pour...

- faire la cuisine
- l'éclairage
- chauffer la maison
- la préparation de l'eau chaude (boiler)
-

Energie consommation ménage

76

PU 13

Dans le commerce, on trouve des lampes appelée lampes économiques. Elles produisent de la lumière grâce au passage du courant électrique dans un gaz tandis que les lampes habituelles produisent de la lumière par incandescence d'un filament traversé par le courant électrique.

Pour produire pratiquement la même lumière pendant le même temps, les lampes économiques...

- utilisent moins d'énergie que les lampes à incandescence
- utilisent la même énergie que les lampes à incandescence
- demandent moins de puissance au réseau électrique
- demandent pratiquement la même puissance au réseau électrique
-

Energie électrique puissance

77

PU 17

Des travaux, réalisés ces dernières années, ont permis d'augmenter la capacité de turbinage du complexe hydroélectrique de la Grande Dixence sans rien changer aux bassins d'accumulation. On a creusé de nouvelles galeries qui aboutissent à de nouvelles centrales électriques. Mais, comme précédemment, l'eau "turbinée" est déversée dans le Rhône.

Cette augmentation de capacité permet...

- de produire plus d'énergie
- de faire fonctionner des groupes turbo-générateurs plus puissants
- de fournir plus d'énergie aux heures de pointes
- de ne plus vider complètement le lac de la Grande Dixence (lac des Dix).
-

Energie hydro-électrique puissance

3 EC 1 Concepts: énergie_renouvelable Compétence: représentation savoir

D'après moi, une énergie est dite renouvelable quand...

elle vient de la nature et on peut la consommer en plusieurs fois

elle n'est pas produite par la nature

la nature en produit autant ou plus qu'on n'en consomme

les réserves naturelles sont très grandes

65 EC 2 Concepts: énergie_renouvelable Compétence: représentation savoir

Alors que la combustion du bois produit beaucoup de dioxyde de carbone CO₂, des oxydes d'azote NO_x et des poussières fines, le chauffage au bois est encouragé parce que...

le chauffage au mazout pollue plus que le chauffage au bois

cela permet de soutenir l'économie forestière

le CO₂ libéré par la combustion du bois est capté par les arbres en croissance et la forêt ne s'épuise pas

l'on considère que le bois est une énergie renouvelable (en Europe, le bois pousse en aussi grande quantité, voir plus, qu'il n'est consommé)

Source: https://fr.wikipedia.org/wiki/Bois_énergie

66 EC 3 Concepts: énergie_climat Compétence: savoir

Quelles sont les affirmations correctes parmi celles-ci:

dans une centrale électrique thermique (nucléaire, charbon, gaz), il faut environ 3 kWh d'énergie primaire (le combustible) pour produire 1 kWh d'électricité livrée au consommateur

quand on parle de l'énergie qu'utilise un chauffage à gaz, on ne prend en compte ni l'énergie nécessaire à l'extraction du gaz, ni celle qu'il faut pour acheminer le gaz à destination

l'énergie du vent, captée par une éolienne est une énergie finale

l'énergie achetée à la pompe à essence pour remplir le réservoir d'une automobile est une énergie primaire

Source: https://fr.wikipedia.org/wiki/Energie_finale

67 EC 4 Concepts: énergie_renouvelable Compétence: représentation savoir

On distingue 4 secteurs économiques: les ménages, l'industrie, les services (poste, bureaux, administration) et les transports. Celui qui consomme la plus grande part de l'énergie finale en Suisse, c'est...

les ménages

l'industrie

les services

les transports

Source: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/index.html?lang=fr>

68 EC 5 Concepts: énergie_puissance économie Compétence: savoir

Qu'entend-on par société à 2000 watts ? Est-ce...

une société dans laquelle aucun appareil consommant de l'énergie, que ce soit sous forme électrique ou sous toute autre forme, a une puissance qui ne dépasse pas 2000 watts

une société dans laquelle chaque citoyen, en moyenne et en permanence, consomme de l'énergie selon un débit de 2'000 joules par secondes ou de 2 kilowattheures par heure.

une société dans laquelle aucun appareil consommant de l'énergie électrique a une puissance qui dépasse pas 2000 watts

une société dans laquelle la puissance requise par chaque citoyen pour ses activités ne dépasse pas le total des 2000 watts

Source: La Société à 2000 W Théorie et exercice.pdf (BDRP HEP)

69 EC 6 **Concepts:** énergie_puissance économie **Compétence:** savoir calcul

À propos de la société à 2000 watts, il es juste de dire que dans une telles société...

chaque citoyen se contente **annuellement** de consommer une énergie de 17'520 kWh ($17'500 = 2'000 \times 24 \times 365$)

chaque citoyen se contente **annuellement** de consommer une énergie de 2'000 kWh

chaque citoyen se contente de consommer, en moyenne, une énergie de 2'000 Wh **par jour**

chaque citoyen se contente de consommer, en moyenne et sur la durée, une énergie de 2'000 Wh **par heure**

Source: La Société à 2000 W Théorie et exercice.pdf (BDRP HEP)

70 EC 7 **Concepts:** énergie_puissance économie **Compétence:** savoir

Si la consommation annoncée par l'OFEN est plus basse que celle que donnent les concepteur de la société à 2'000 watts, c'est parce que...

pour faire progresser leurs idées, les concepteurs de la société à 2'000 watts exagèrent la consommation réelle.

pour éviter de donner des arguments aux écologistes qui demandent que le tournant énergétique se fasse rapidement, l'OFEN minimise la consommation énergétique.

l'OFEN prend en compte l'énergie finale qui n'inclut pas les pertes entre les sources d'énergie et leur consommation (transformation, transport) ni les énergies grises (énergies pour les 6'000 watts donnés par les concepteur de la société à 2'000 watts concernent l'Europe et les Etats-Unis, mais en Suisse la consommation énergétique est plus basse.

Source: La Société à 2000 W Théorie et exercice.pdf (BDRP HEP)

73 EN 24 **Concepts:** économie **Compétence:** représentation savoir

A mon avis, de toute l'énergie achetée par un ménage vivant dans une maison familiale en Suisse, la plus grande partie est utilisée pour...

faire la cuisine

l'éclairage

chauffer la maison

les loisirs (radio, TV, ordinateur, etc.)

74 EN 25 **Concepts:** économie **Compétence:** représentation savoir

A mon avis, de toute l'énergie achetée par un ménage vivant dans une maison familiale en Suisse, la plus faible partie est utilisée pour...

faire la cuisine

l'éclairage

chauffer la maison

la préparation de l'eau chaude (boiler)

76 PU 13 **Concepts:** énergie_puissance économie **Compétence:** savoir

Pour produire pratiquement la même lumière pendant le même temps, les lampes économiques...

utilisent moins d'énergie que les lampes à incandescence

utilisent la même énergie que les lampes à incandescence

demandent moins de puissance au réseau électrique

demandent pratiquement la même puissance au réseau électrique

77 PU 17 Concepts: énergie_puissance économie

Compétence: représentation

Cette augmentation de capacité permet...

de produire plus d'énergie

de faire fonctionner des groupes turbo-générateurs plus puissants

de fournir plus d'énergie aux heures de pointes

de ne plus vider complètement le lac de la Grande Dixence (lac des Dix).

3 EC 1 Concepts: énergie_renouvelable Compétence: représentation savoir

D'après moi, une énergie est dite renouvelable quand...

elle vient de la nature et on peut la consommer en plusieurs fois

elle n'est pas produite par la nature

la nature en produit autant ou plus qu'on n'en consomme

les réserves naturelles sont très grandes

65 EC 2 Concepts: énergie_renouvelable Compétence: représentation savoir

Alors que la combustion du bois produit beaucoup de dioxyde de carbone CO₂, des oxydes d'azote NO_x et des poussières fines, le chauffage au bois est encouragé parce que...

le chauffage au mazout pollue plus que le chauffage au bois

cela permet de soutenir l'économie forestière

le CO₂ libéré par la combustion du bois est capté par les arbres en croissance et la forêt ne s'épuise pas

l'on considère que le bois est une énergie renouvelable (en Europe, le bois pousse en aussi grande quantité, voir plus, qu'il n'est consommé)

Source: https://fr.wikipedia.org/wiki/Bois_énergie

66 EC 3 Concepts: énergie_climat Compétence: savoir

Quelles sont les affirmations correctes parmi celles-ci:

dans une centrale électrique thermique (nucléaire, charbon, gaz), il faut environ 3 kWh d'énergie primaire (le combustible) pour produire 1 kWh d'électricité livrée au consommateur

quand on parle de l'énergie qu'utilise un chauffage à gaz, on ne prend en compte ni l'énergie nécessaire à l'extraction du gaz, ni celle qu'il faut pour acheminer le gaz à destination

l'énergie du vent, captée par une éolienne est une énergie finale

l'énergie achetée à la pompe à essence pour remplir le réservoir d'une automobile est une énergie primaire

Source: https://fr.wikipedia.org/wiki/Energie_finale

67 EC 4 Concepts: énergie_renouvelable Compétence: représentation savoir

On distingue 4 secteurs économiques: les ménages, l'industrie, les services (poste, bureaux, administration) et les transports. Celui qui consomme la plus grande part de l'énergie finale en Suisse, c'est...

les ménages

l'industrie

les services

les transports

Source: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/index.html?lang=fr>

68 EC 5 Concepts: énergie_puissance économie Compétence: savoir

Qu'entend-on par société à 2000 watts ? Est-ce...

une société dans laquelle aucun appareil consommant de l'énergie, que ce soit sous forme électrique ou sous toute autre forme, a une puissance qui ne dépasse pas 2000 watts

une société dans laquelle chaque citoyen, en moyenne et en permanence, consomme de l'énergie selon un débit de 2'000 joules par secondes ou de 2 kilowattheures par heure.

une société dans laquelle aucun appareil consommant de l'énergie électrique a une puissance qui dépasse pas 2000 watts

une société dans laquelle la puissance requise par chaque citoyen pour ses activités ne dépasse pas le total des 2000 watts

Source: La Société à 2000 W Théorie et exercice.pdf (BDRP HEP)

69 EC 6 Concepts: énergie_puissance économie Compétence: savoir calcul

À propos de la société à 2000 watts, il est juste de dire que dans une telle société...

chaque citoyen se contente **annuellement** de consommer une énergie de 17'520 kWh (17'500 = 2'000 x 24 x 365)

chaque citoyen se contente **annuellement** de consommer une énergie de 2'000 kWh

chaque citoyen se contente de consommer, en moyenne, une énergie de 2'000 Wh par jour

chaque citoyen se contente de consommer, en moyenne et sur la durée, une énergie de 2'000 Wh par heure

Source: La Société à 2000 W Théorie et exercice.pdf (BDRP HEP)

70 EC 7 **Concepts:** énergie_puissance économie **Compétence:** savoir

Si la consommation annoncée par l'OFEN est plus basse que celle que donnent les concepteur de la société à 2'000 watts, c'est parce que...

- pour faire progresser leurs idées, les concepteurs de la société à 2'000 watts exagèrent la consommation réelle.
- pour éviter de donner des arguments aux écologistes qui demandent que le tournant énergétique se fasse rapidement, l'OFEN minimise la consommation énergétique.
- l'OFEN prend en compte l'énergie finale qui n'inclut pas les pertes entre les sources d'énergie et leur consommation (transformation, transport) ni les énergies grises (énergies pour les 6'000 watts donnés par les concepteur de la société à 2'000 watts concernent l'Europe et les Etats-Unis, mais en Suisse la consommation énergétique est plus basse.**

Source: La Société à 2000 W Théorie et exercice.pdf (BDRP HEP)

73 EN 24 **Concepts:** économie **Compétence:** représentation savoir

A mon avis, de toute l'énergie achetée par un ménage vivant dans une maison familiale en Suisse, la plus grande partie est utilisée pour...

- faire la cuisine
- l'éclairage
- chauffer la maison**
- les loisirs (radio, TV, ordinateur, etc.)

74 EN 25 **Concepts:** économie **Compétence:** représentation savoir

A mon avis, de toute l'énergie achetée par un ménage vivant dans une maison familiale en Suisse, la plus faible partie est utilisée pour...

- faire la cuisine
- l'éclairage
- chauffer la maison
- la préparation de l'eau chaude (boiler)

76 PU 13 **Concepts:** énergie_puissance économie **Compétence:** savoir

Pour produire pratiquement la même lumière pendant le même temps, les lampes économiques...

- utilisent moins d'énergie que les lampes à incandescence**
- utilisent la même énergie que les lampes à incandescence
- demandent moins de puissance au réseau électrique**
- demandent pratiquement la même puissance au réseau électrique

77 PU 17 **Concepts:** énergie_puissance économie **Compétence:** représentation

Cette augmentation de capacité permet...

- de produire plus d'énergie
- de faire fonctionner des groupes turbo-générateurs plus puissants**
- de fournir plus d'énergie aux heures de pointes**
- de ne plus vider complètement le lac de la Grande Dixence (lac des Dix).