



SuisseEnergie pour les Communes

Principes directeurs pour une Société à 2000 watts

Contribution à une Suisse climatiquement neutre



suisse énergie

Notre engagement : notre futur.

Impressum

Rédaction et contact

Secrétariat Société à 2000 watts, 044 305 93 60
www.2000watt.ch, fachstelle@2000watt.ch

Suisse alémanique	Romandie	Tessin
Thomas Blindenbacher	Jérôme Attinger	Michela Sormani
c/o Amstein + Walthert AG	c/o Planair SA	c/o Enermi Sagl

Éditeur et version

SuisseEnergie, version 2-2020 (octobre 2020)

Office fédéral de l'énergie (OFEN), Ricardo Bandli, responsable du programme Société à 2000 watts

Groupe d'accompagnement

Thomas Blindenbacher (coordinateur)	Amstein + Walthert AG	Fachstelle 2000-Watt-Gesellschaft
Jérôme Attinger	Planair SA	Antenne romande Société à 2000 watts
Michela Sormani	Enermi Sagl	Centro di competenza Societ� a 2000 watt, Ticino
Ricardo Bandli	Office fédéral de l'énergie	Responsable du programme Societ� a 2000 watts
Roger Ramer	Office fédéral de l'environnement	Section Politique climatique
Kurt Egger	Nova Energie GmbH	Communauté de travail SuisseEnergie pour les communes
Rolf Frischknecht	treeze Ltd.	Plate-forme de données des écobilans dans la construction
Martin Ménard	Lemon Consult GmbH	Commission SIA 2040
Heinrich Gugerli	Gugerli Dolder GmbH	Sites 2000 watts, développement technique
Jonas Fricker	Ville de Zurich, Santé et environnement	Division Societ� a 2000 watts
Silvia Banfi Frost	Ville de Zurich, Services industriels	Déléguée a l'énergie
Heinz Wiher	Winterthour	Service de l'énergie
Patrick Hofstetter / Elmar Grosse Ruse	WWF	Division Climat et énergie
Thomas Fink	Association Cité de l'énergie	Bureau

Organisme soutenant les principes directeurs

Les présents principes directeurs sont soutenus et cautionnés par :

Des villes et des communes	Baden, Köniz, Landquart, Luzern, St.Gallen, Wil, Zürich (sera complété continuellement)
https://alliancepourleclimat.ch/fr	Alliance pour le climat
www.citedelenergie.ch	Association Cité de l'énergie
www.energie-region.ch	Programme «Région-Energie» de SuisseEnergie pour les communes
www.smartcity-suisse.ch	Programme «Smart City» de SuisseEnergie pour les communes
www.2000watt.swiss	Programme «Site 2000 watts» de SuisseEnergie pour les communes
www.minergie.ch	Association Minergie
www.sia.ch	Société suisse des ingénieurs et des architectes
swisscleantech.ch	swisscleantech, Association économique pour une économie, climat compatible
www.aeesuisse.ch	AEE SUISSE – Organisation faitière de l'économie des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique



Traduction française

Petra Varilek, Pully
Aude Thalmann, Nantes
Dominique Berthet, Begnins

Public cible

Les présents principes directeurs s'adressent à tous les acteurs, décideurs et promoteurs des objectifs énergétiques et climatiques poursuivis par la Société à 2000 watts. Si nous souhaitons atteindre un large public – particuliers intéressés par la thématique, maîtres d'ouvrage, investisseurs, personnes engagées en politique, etc. –, cette publication est destinée en priorité aux acteurs et décideurs intervenant aux divers échelons de l'administration et des collectivités publiques – villes, communes, régions, cantons, pays.

Chronologie

La version 2-2020 des présents principes directeurs pour une Société à 2000 watts s'inscrit dans une chronologie, qui a vu la publication successive des documents ci-dessous (tableau 1). Elle se substitue à toutes les versions précédentes.

tableau 1 : Versions précédentes du document

2009	« Methodikpapier der Stadt Zürich » Bases d'un concept de mise en œuvre de la Société à 2000 watts : étude de cas de la ville de Zurich Appelé aussi Papier méthodologique Éditeurs : Ville de Zurich, OFEN, SuisseEnergie pour les communes, Novatlantis
2012	« Société à 2000 watts. Concept pour l'établissement du bilan. Experts » Éditeurs : SuisseEnergie pour les communes, Ville de Zurich, SIA Partenaires : WWF, Novatlantis
2012	« Société à 2000 watts. Concept pour l'établissement du bilan. Résumé » Éditeurs : SuisseEnergie pour les communes, Ville de Zurich, SIA Partenaires : WWF, Novatlantis
2014	Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts Rédaction : Rolf Frischknecht + Franziska Wyss (treeze Ltd.) Éditeurs : SuisseEnergie pour les communes, Ville de Zurich, SIA
2015	Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts Résumé Éditeur : Secrétariat Société à 2000 watts Organismes responsables : SuisseEnergie pour les communes, Ville de Zurich, SIA
2020	« Principes directeurs pour une Société à 2000 watts Contribution à une Suisse climatiquement neutre » Éditeur : SuisseEnergie Secrétariat Société à 2000 watts Organisme responsable : divers, voir page 2

Raisons ayant motivé la publication de cette nouvelle version

Tant les conditions-cadres régissant la politique énergétique et climatique que les connaissances en la matière ont évolué depuis la parution de la précédente version, en 2014. Ces principes directeurs en sont le prolongement :

- 2015, déc. : L'Accord de Paris sur le climat est approuvé par l'ensemble des délégations à la COP21.
- 2017, mai : Approbation de la Stratégie énergétique 2050 | Loi sur l'énergie (votation populaire, 58,2 % de Oui)
- 2017, oct. : La Suisse ratifie l'Accord de Paris.
- 2018, janv. : Entrée en vigueur de la nouvelle législation nationale sur l'énergie (LEne)
- 2018, oct. : Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C
- 2019 : Diverses villes et communes suisses déclarent l'état d'urgence climatique.
- 2019, août : Le Conseil fédéral définit l'objectif d'une « Suisse climatiquement neutre d'ici à 2050 »

Dans un souci de continuité et étant donnée sa notoriété en Suisse, le concept de la « **Société à 2000 watts** » guide également les présents principes directeurs. La Société à 2000 watts vise la « neutralité carbone » et les « 100 % d'énergies renouvelables » au même titre que les « 2000 watts de puissance continue par habitant pour l'énergie primaire ».

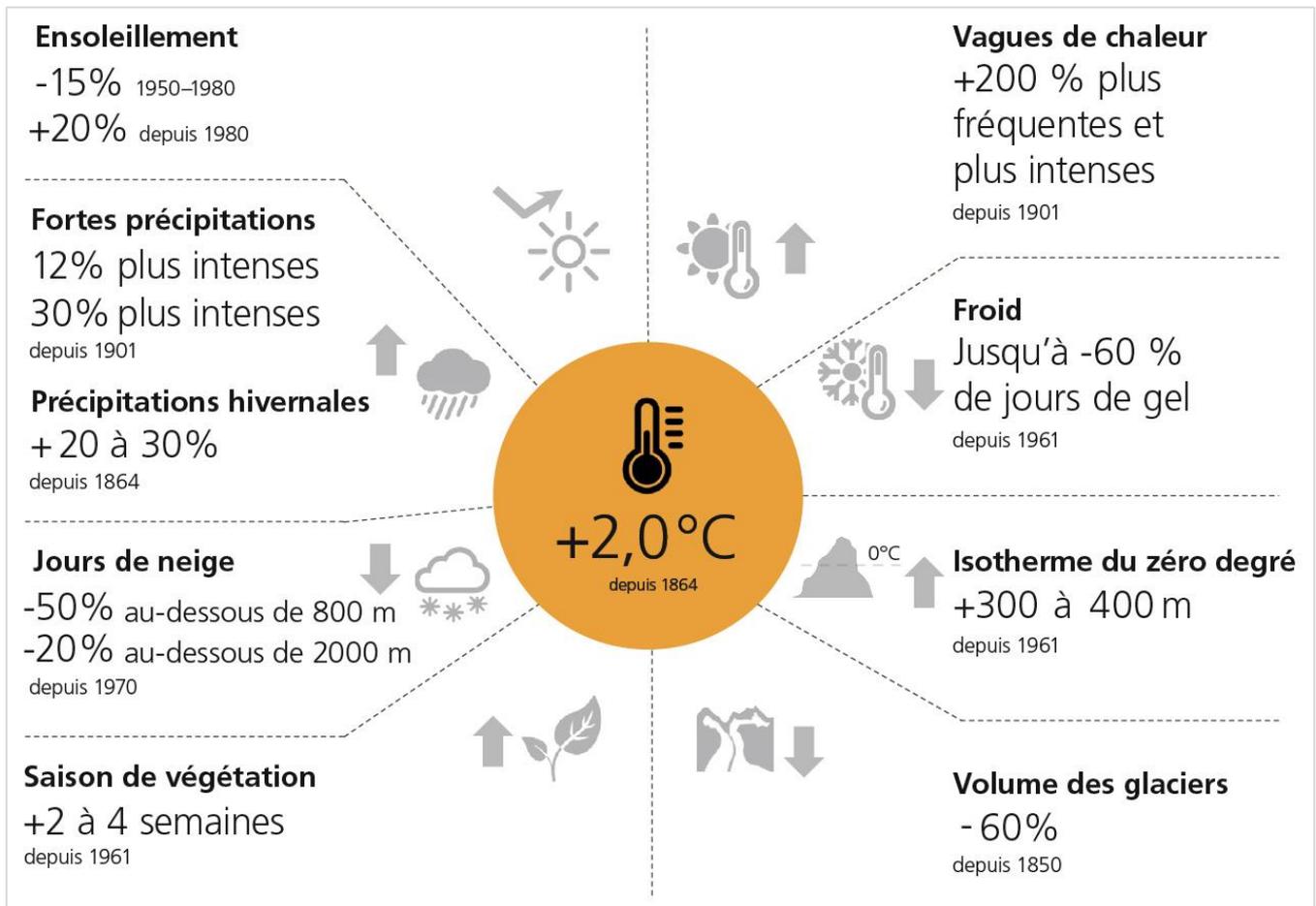
Les présents principes directeurs poursuivent eux aussi l'objectif de « **neutralité climatique** » défini par le Conseil fédéral en août 2019 (zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici à 2050). Cependant, comme nous ne considérons ici, du point de vue quantitatif, que les émissions *liées aux processus énergétiques*, il faut voir ces principes directeurs comme la « contribution » du volet approvisionnement énergétique à la réalisation de l'objectif du Conseil fédéral. Les recommandations formulées s'appliquent néanmoins, d'un point de vue qualitatif, à toutes les autres sources d'émissions, soit l'industrie chimique, les sources géogènes, l'agriculture, la consommation de biens et de services, etc.

Sommaire

En bref	7
Modèle de charte	8
1 Introduction	11
1.1 La notion de « Société à 2000 watts »	11
1.2 Motivation	11
1.3 Ce qui change	12
2 Objectifs, principes d'action et positions	13
2.1 Objectifs principaux	13
2.2 Objectifs sectoriels en guise de référence pour la mise en œuvre individuelle	21
2.3 Positions Approvisionnement énergétique de la Société à 2000 watts	23
2.4 Principes d'action	26
3 Méthode établissement du bilan	27
3.1 Principes généraux de l'établissement du bilan énergétique	27
3.2 Délimitation du système	28
3.3 Énergie primaire	30
3.4 Gaz à effet de serre (GES)	33
3.5 Énergies renouvelables (stade de l'énergie finale)	35
4 Domaines d'application	36
4.1 Objets soumis au bilan Société à 2000 watts	36
4.2 Collectivités territoriales (Suisse, cantons, régions, villes / communes)	37
4.3 Bâtiments et sites	43
4.4 Industrie, artisanat, agriculture, produits et services	50
4.5 Individus : particuliers et ménages	51
5 Approfondissement de certains points	53
5.1 Compatibilité 2000 watts	53
5.2 Systèmes d'établissement de bilan des gaz à effet de serre	53
5.3 Politique climatique (inter-)nationale et climatologie	57
5.4 Neutralité carbone	59
5.5 Consommateurs mobiles (dans les collectivités territoriales)	63
6 Annexes	66
6.1 Paramètres cibles de la Société à 2000 watts	66
6.2 Facteurs de réduction	67
6.3 Valeurs cibles et monitoring de différentes villes et communes	69
6.4 Valeurs cibles de différents cantons	70

6.5	Monitoring de l'évolution de la consommation d'énergie primaire et des émissions de gaz à effet de serre en Suisse	71
6.6	Marquage de l'électricité en Suisse : évolution	72
6.7	Empreinte carbone de la Suisse due à la consommation	73
6.8	Référence à la méthodologie du Greenhouse Gas Protocol (protocole GHGP)	74
6.9	Perspective pour le secteur du bâtiment	76
6.10	Inventaire suisse des émissions de gaz à effet de serre	77
6.11	Valeurs spécifiques des ressources en énergie primaire	78
6.12	Délimitation du système permettant d'établir le bilan de la fourniture d'énergie (à titre d'information)	79
6.13	Questions fréquemment posées à propos de la Société à 2000 watts	80
7	Listes	81
7.1	Glossaire – abréviations et définitions	81
7.2	Liste des tableaux	86
7.3	Liste des illustrations	87
7.4	Références bibliographiques	88

Changements climatiques observés en Suisse



Source : CH2018 – [Scénarios climatiques pour la Suisse](#)

En bref

Le projet « Société à 2000 watts » entend apporter une réponse à deux des défis majeurs de notre temps : la rareté des ressources énergétiques disponibles durablement et le changement climatique.

Objectifs

Trois valeurs cibles ont été définies pour la Suisse, qu'il s'agit d'atteindre d'ici à 2050 au plus tard :

- 2000 watts de puissance continue par habitant pour l'énergie primaire
- Neutralité carbone
- Approvisionnement énergétique couvert à 100 % par des sources renouvelables

L'objectif formulé en matière d'énergie primaire correspond dans ses grandes lignes aux objectifs d'efficacité énergétique inscrits dans la loi sur l'énergie (LEne) et au scénario « Nouvelle politique énergétique NPE » décrit dans les Perspectives énergétiques 2050 de l'OFEN, parues en 2012 et qui ont servi de base à la LEne.

L'objectif de neutralité carbone d'ici à 2050 reprend celui défini dans l'Accord de Paris sur le climat en 2015 et celui formulé par le Conseil fédéral en août 2019 d'une Suisse climatiquement neutre d'ici à 2050.

Méthode

Pour chacun des trois paramètres cibles (ceux pour lesquels des valeurs cibles ont été fixées), un bilan est établi sur la base de l'énergie finale consommée dans un périmètre donné. L'énergie primaire comprend en sus l'énergie consommée pour produire les agents énergétiques mis en œuvre, compte tenu de toute la chaîne d'approvisionnement. Pour les GES également, on intègre dans l'équation les émissions liées aux agents énergétiques utilisés en tenant compte de toute la chaîne d'approvisionnement.

La consommation d'énergie primaire et les émissions de GES générées par les biens et les services importés consommés en Suisse ne sont prises en compte quantitativement que lorsqu'on dresse le bilan de bâtiments, ou encore de particuliers et de ménages.

L'objectif de neutralité carbone

Dans l'optique des présents principes directeurs, ramener à zéro les émissions liées aux processus énergétiques implique en tout premier lieu que l'approvisionnement énergétique de la Suisse devra être assuré à 100 % à partir de sources renouvelables d'ici à 2050 au plus tard. Dans le même temps, le volume d'émissions de GES devra être égal à zéro à chacun des maillons de la chaîne d'approvisionnement et pour chacun des agents énergétiques considérés.

Tant que ces objectifs n'auront pas été pleinement atteints, on pourra et devra compenser les émissions résiduelles à l'aide de puits de carbone naturels ou artificiels. Par zéro émission, il faut donc comprendre zéro émission nette. Les efforts doivent toutefois impérativement se concentrer sur la réduction des émissions.

Comme par le passé, les certificats CO₂, les attestations ou d'autres mécanismes de compensation en Suisse ou à l'étranger ne pourront pas être comptabilisés pour la réalisation des objectifs en vertu des présents principes directeurs.

Modèle de charte

En guise de récapitulatif des objectifs et valeurs qui ont guidé la formulation des présents principes directeurs, nous proposons à nos lecteurs ce modèle de charte, qu'ils peuvent adapter à leur situation.

En signant la « [Charte climatique et énergétique des villes et communes](#) », les collectivités s'unissent pour protéger le climat de manière aussi déterminée qu'efficace, en adoptant les objectifs et valeurs formulés dans les principes directeurs pour une Société à 2000 watts.

Nous reconnaissons :

- l'importance du défi climatique ;
- les conclusions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), selon lequel le réchauffement climatique ne doit pas dépasser 1,5° C par rapport à l'ère préindustrielle ;
- la nécessité d'éliminer quasi complètement les émissions de GES d'ici à 2050 ;
- la rareté des ressources énergétiques durables ;
- la responsabilité particulière qui incombe à la Suisse en tant que pays générant de fortes émissions de GES par habitant en comparaison internationale et en tant que pays doté du savoir, de la technologie, des spécialistes compétents et des ressources financières nécessaires pour avancer rapidement et résolument dans le combat pour la sauvegarde du climat.

Nous soutenons :

- les objectifs définis par la communauté internationale en 2015 dans l'Accord de Paris sur le climat, que la Suisse a ratifié en 2017 ;
- l'objectif formulé par le Conseil fédéral en été 2019 d'une Suisse « climatiquement neutre d'ici à 2050 », soit qui aura atteint un niveau de zéro émission nette d'ici le milieu de ce siècle ;
- les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération – ramener d'ici à 2035 notre consommation énergétique à moins de 60 % du niveau mesuré au tournant du millénaire – et les objectifs de la Société à 2000 watts.

Nous visons :

- un mode de vie qui n'excède pas les limites de charge de la planète, et en particulier
- une consommation d'énergie primaire par habitant qui n'excède pas 2000 watts en puissance continue d'ici à 2050 au plus tard (base : consommation d'énergie finale en Suisse) ;
- la neutralité carbone d'ici à 2050 au plus tard ;
- une réduction aussi complète que possible des autres émissions de GES provenant de l'industrie, de l'agriculture, de la production de denrées alimentaires et autres, des services et des placements financiers.
- un approvisionnement énergétique – électricité, chaleur, froid, mobilité et processus – assuré à 50 % à partir d'énergies renouvelables d'ici à 2030 et à 100 % d'ici à 2050.

Nous voulons :

- contribuer à la réalisation des objectifs dans la mesure de nos possibilités et de nos capacités au niveau municipal et communal.

Nous soutenons :

- dans la mesure de nos possibilités selon les principes énumérés [à la section 2.4], et nous appelons notre population, notre industrie ainsi que les entreprises de services et les exploitations agricoles à s'engager pour ces principes et à les mettre en œuvre dans le cadre de leurs activités.

1 Introduction

1.1 La notion de « Société à 2000 watts »

La notion de « Société à 2000 watts », qui développe une vision pour la gestion de l'énergie et la sauvegarde du climat, a été pensée en tout premier lieu pour la Suisse, mais peut s'étendre à l'ensemble de la planète. Elle lie les objectifs nationaux d'efficacité énergétique de la Stratégie énergétique 2050 à ceux de l'Accord de Paris sur le climat, aux données climatologiques du GIEC, ainsi qu'à l'objectif défini en août 2019 par le Conseil fédéral d'une Suisse climatiquement neutre d'ici à 2050. Une gestion parcimonieuse et efficace des ressources énergétiques, dans une perspective de long terme, et une stratégie énergétique résolument tournée vers le renouvelable sont deux conditions *sine qua non* à la réalisation de nos objectifs.

1.2 Motivation

La Société à 2000 watts est une feuille de route vers la réussite : plus de 100 villes et communes de Suisse, dont au moins sept par votation, ont formellement adopté ses principes pour guider leur politique énergétique et climatique. Presque toutes les Cités de l'énergie – il y en a actuellement plus de 450 – et 23 des 26 cantons, ainsi que plusieurs Régions-Énergie s'identifient de manière implicite ou explicite aux objectifs de la Société à 2000 watts. Le projet suscite par ailleurs un intérêt croissant au-delà de nos frontières.

Notre idée, en mettant à jour et en rééditant ces principes directeurs, est de renforcer et d'ancrer plus fermement encore la Société à 2000 watts en tant qu'élément central et incontournable, aisément compréhensible et largement reconnu du développement énergétique et climatique de la Suisse.

Objectifs

1. Aligner les approches quantitatives

Les présents principes directeurs visent à fournir aux villes et aux communes, ainsi qu'aux autres secteurs et acteurs (bâtiments, sites, cantons, particuliers) un outil standardisé les aidant à prendre en compte et appliquer :

- la législation nationale relative au climat et à l'énergie
- la Stratégie énergétique 2050, qui a guidé la conception de la loi sur l'énergie
- les objectifs définis par la communauté internationale et ancrés dans l'Accord de Paris sur le climat
- la nécessité climatologique, mise en évidence par le GIEC, de limiter le réchauffement planétaire à 1,5°C
- l'objectif des 2000 watts par habitant

2. Atteindre la plus grande efficacité possible

Il s'agit également de mettre en avant la cohérence et la convergence des visions pour le futur énumérées ci-dessus, car la définition d'objectifs communs renforce la dynamique de mise en œuvre et permet d'atteindre un impact maximum. Tous les acteurs poursuivent le même objectif !

Pourquoi ces principes directeurs ?

Les présents principes directeurs ont pour ambition de guider la politique énergétique et climatique, et le monitoring des objectifs pour les villes et les communes comme pour les autres secteurs et acteurs (bâtiments, sites, cantons, particuliers). Ils se veulent également une référence fiable pour toutes les questions ayant trait à la Société à 2000 watts.

1.3 Ce qui change

Par rapport au « Concept pour l'établissement du bilan de la Société à 2000 watts » (2014), les présents principes directeurs définissent des valeurs cibles plus exigeantes pour ce qui touche à l'énergie primaire et aux émissions de GES liées aux processus énergétiques. Un autre point nouveau concerne l'objectif explicite d'un approvisionnement énergétique assuré à 100 % à partir de sources renouvelables. Enfin, ils abordent la question des émissions négatives et la notion de « neutralité carbone », sans donner aucune réponse définitive¹.

Rien ne change en revanche pour ce qui touche à la méthode d'établissement du bilan, aux facteurs d'énergie primaire ou aux coefficients d'émission². Les séries temporelles et les monitorings établis jusqu'ici peuvent donc être repris et continués³.

tableau 2 : Valeurs cibles pour la Suisse, énergie primaire en puissance continue (voir la figure 1)

Énergie primaire	2030	2040	2050	2100
ancien (v2014)	n.i.	n.i.	3500 watts/hab.	2000 watts/hab.
nouveau (v2020)	3000 watts/hab.	n.i.	2000 watts/hab.	n.i.

tableau 3 : Valeurs cibles pour la Suisse, GES liés aux processus énergétiques⁴ (voir la figure 4)

GES	2030	2040	2050 au plus tard	2100
ancien (v2014)	n.i.	n.i.	2,0 t/hab.*an	1,0 t/hab.*an
nouveau (v2020)	3,0 t/hab.*an	n.i.	zéro net⁵	n.i.

tableau 4 : Valeurs cibles pour la Suisse, part de l'énergie finale renouvelable (voir la figure 5)

Énergie renouvelable	2030	2040	2050 au plus tard	2100
ancien (v2014)	n.i. ⁶	n.i.	n.i.	n.i.
nouveau (v2020)	50 %	75 %	100 %	100 %

¹ Voir la section 5.4

² Voir le chapitre 3, Méthode | établissement du bilan

³ Pour un outil pratique, conçu en vue de l'application de ces principes, nous vous invitons à consulter le « Calculateur énergie et climat pour les communes », mis gratuitement à disposition des villes, des communes et des régions à l'adresse : <https://www.local-energy.swiss/arbeitsbereich/2000-watt-gesellschaft-pro/werkzeuge-und-instrumente/energie-und-klima-kalkulator.html#/>

⁴ Y c. chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques

⁵ Compte tenu des réductions d'émissions obtenues au moyen des puits de carbone technologiques, voir section 5.4

⁶ « n.i. » = non indiqué ; « /hab. » = par habitant ; « t/hab.*an » = tonnes par habitant par an

2 Objectifs, principes d'action et positions

2.1 Objectifs principaux

Objectif n° 1 : l'efficacité énergétique – 2000 watts d'énergie primaire exprimée en puissance continue

Les besoins en énergie primaire (énergie primaire totale) exprimée en puissance continue de la Suisse doivent être ramenés à 3000 watts par habitant à l'horizon 2030, et à 2000 watts d'ici à 2050 (figure 1).

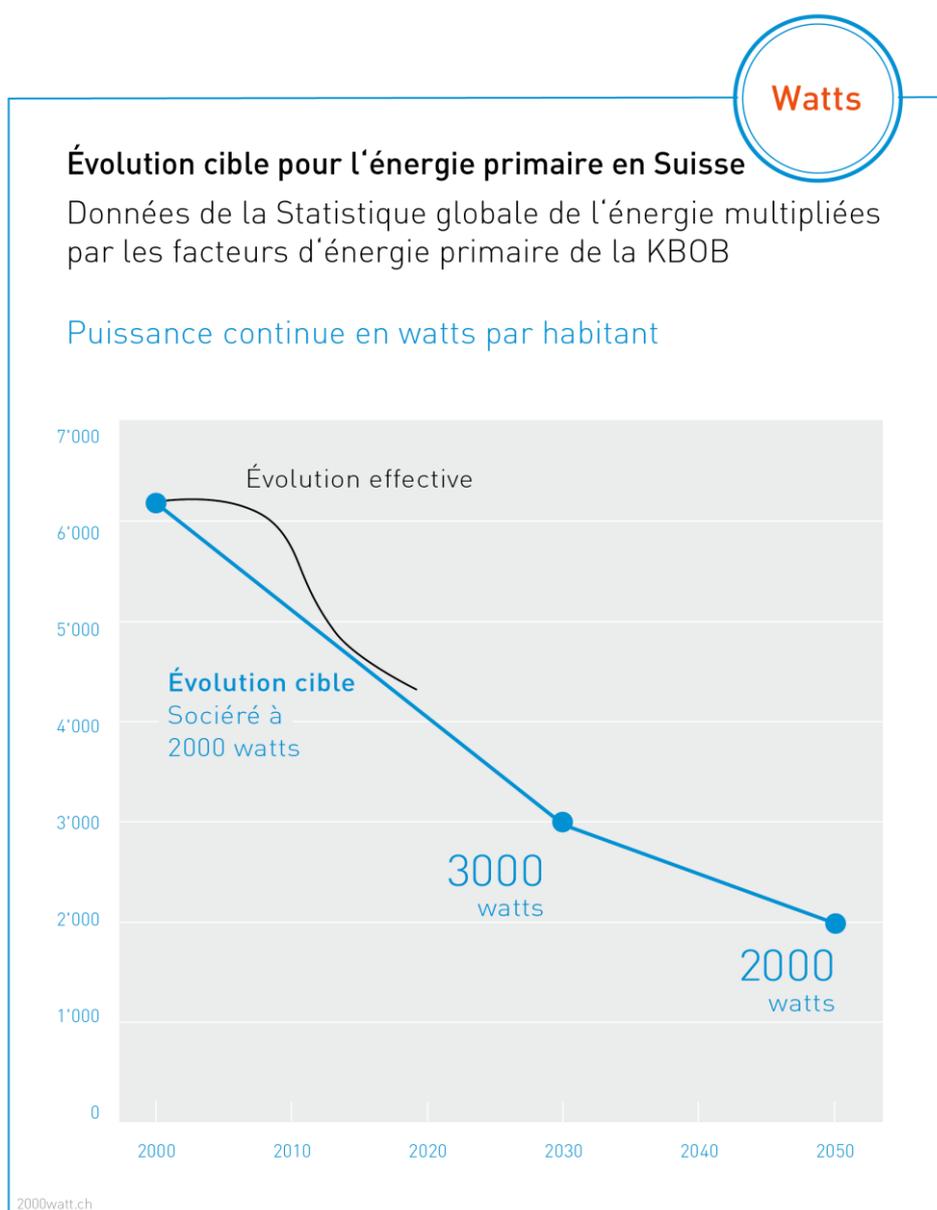


figure 1 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse

Rapport à la loi sur l'énergie (LEne) et à la Stratégie énergétique 2050 (SE2050)

Les objectifs d'efficacité énergétique de la Société à 2000 watts (S2000W) sont globalement comparables à ceux de la loi sur l'énergie (LEne⁷ et à ceux de la Stratégie énergétique 2050⁸ (SE2050).

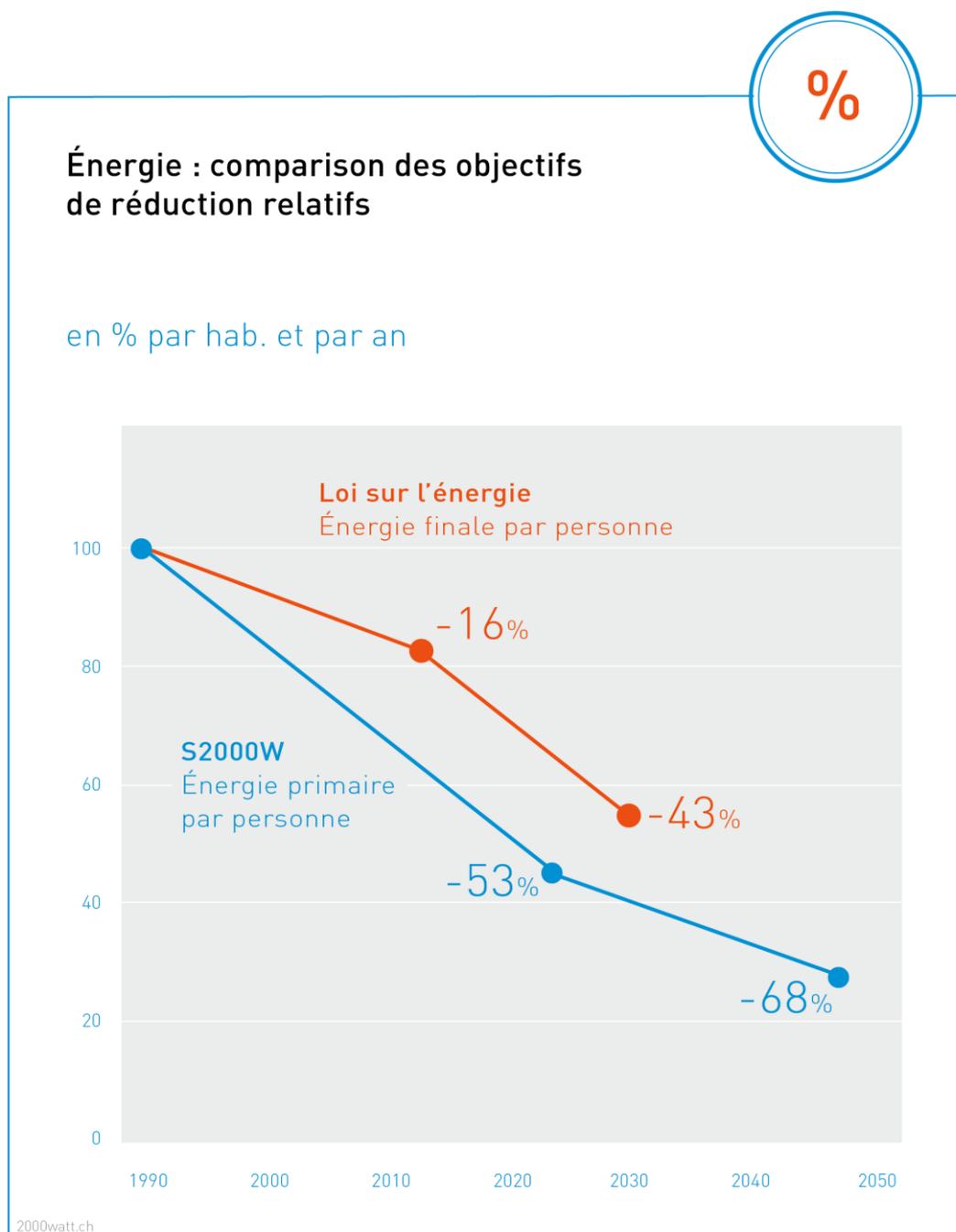


figure 2 : Comparatif entre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie totale en Suisse

⁷ <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20121295/index.html>, art. 3, al. 1 (page consultée le 30.01.2020)

⁸ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energiestrategie-2050.html>, (page consultée le 30.01.2020)

La Stratégie énergétique se focalise sur la *consommation d'énergie finale* par habitant et par an en kWh, tandis que la systématique des 2000 watts s'intéresse à la *consommation d'énergie primaire* en watts de puissance continue par habitant. En termes de réduction de la consommation d'énergie totale en pourcentage par rapport à l'an 2000, les deux objectifs sont cependant tout à fait comparables (voir la figure 2 et le tableau 5).

tableau 5 : Objectifs énergétiques pour la Suisse (S2000W / LEne / SE2050)

Par habitant	2000 effectif	2017 effectif	2020 cible	2030 cible	2050 cible
Énergie primaire (S2000W) en watts, puissance continue en % par rapport à l'an 2000	6 300 100 %	4 700 - 25,4 %		3 000 - 53 %	2 000 -68 %
Énergie finale (LEne/SE2050) en kWh par an en % par rapport à l'an 2000	35 000 100 %	29 500 -15,7 %	LEne 30 000 - 16 %	LEne 20 000 - 43 %	

Une comparaison entre les objectifs de réduction de l'énergie primaire visés par la Société à 2000 watts et ceux des nouvelles perspectives énergétiques (NPE) de l'OFEN (2012), dont sont tirées les valeurs cibles inscrites dans la LEne, révèle les similarités entre les deux objectifs de réduction (voir la figure 3)⁹.

La loi sur l'énergie (LEne) définit par ailleurs des valeurs indicatives pour la Suisse¹⁰ :

- Art. 2, al. 1 : Développement de l'électricité renouvelable dans le pays.
S'agissant de la production indigène moyenne d'électricité issue d'énergies renouvelables, énergie hydraulique non comprise, il convient de viser un développement permettant d'atteindre au moins 4 400 GWh en 2020 et au moins 11 400 GWh en 2035.
- Art. 3, al. 2 : Réduction de la consommation électrique par personne et par an de 13 % par rapport au niveau de l'an 2000 d'ici à 2035.
S'agissant de la consommation énergétique moyenne par personne et par année, il convient de viser, par rapport au niveau de l'an 2000, une réduction de 3 % d'ici à 2020, et de 13 % d'ici à 2035.

Si ces valeurs indicatives ne sont pas reprises de manière explicite dans les présents principes directeurs, on attend de toutes les parties prenantes à la Société à 2000 watts qu'elles contribuent à la réalisation de ces objectifs dans la mesure de leurs moyens¹¹.

⁹ L'OFEN travaille actuellement à la révision de ses Perspectives énergétiques 2035/2050. Il vérifie entre autres choses dans quelle mesure lesdites Perspectives, et avec elles l'objectif de 2000 watts, sont compatibles avec l'objectif de neutralité carbone du Conseil fédéral. Les résultats de ces travaux sont attendus pour l'automne 2020 et seront intégrés dans l'édition 2-2020 des présents principes directeurs, en fonction des possibilités.

¹⁰ <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20121295/index.html> (page consultée le 29.03.2020)

¹¹ Voir « Principes d'action », section **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Comparaison des courbes de réduction de l'énergie primaire en Suisse

Société à 2000 watts vs. LEne et Perspectives énergétiques 2050 (NPE) : 2012

Puissance continue en watt par hab.

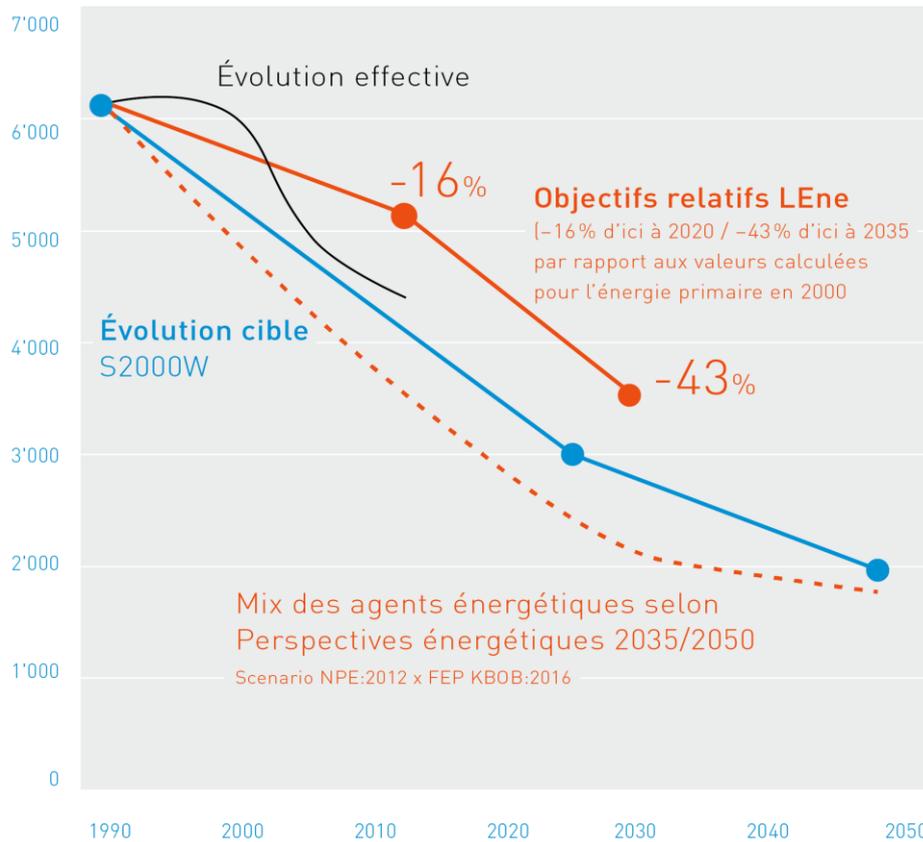


figure 3 : Comparaison des objectifs de réduction de la consommation d'énergie primaire pour la Suisse

FAQ

Ne suffirait-il pas de se concentrer sur les émissions GES et sur la réalisation des objectifs climatiques ? Faut-il nécessairement un objectif énergétique ?

- Les ressources énergétiques durables ne sont pas inépuisables.
- Outre leur caractère intrinsèquement limité, les énergies non renouvelables proviennent le plus souvent de régions du monde politiquement instables.
- **Même les énergies renouvelables ne sont disponibles qu'en quantités limitées.**
- Les surfaces de terrain, par exemple, ne sont pas disponibles en quantités illimitées, les toits et les sous-sols sont soumis à des restrictions d'usage (en milieu urbain), ou l'utilisation énergétique entre en concurrence avec d'autres besoins sociétaux comme les loisirs, ainsi que la protection du milieu naturel ou construit, des paysages ou des monuments.
- C'est la raison pour laquelle, outre l'objectif de la protection du climat, la Société à 2000 watts poursuit également un objectif énergétique.
- L'indicateur « consommation d'énergie primaire par habitant » vise à favoriser une utilisation durable des ressources énergétiques existantes.

Pourquoi une commune devrait-elle s'efforcer d'atteindre les buts de la Société à 2000 watts alors que des objectifs similaires sont poursuivis à l'échelon de la Confédération et dans les législations sur l'énergie et le climat ?

La Société à 2000 watts :

- poursuit à la fois des objectifs énergétiques et climatiques ;
- transpose les objectifs énergétiques et climatiques nationaux au niveau des villes et des communes ;
- offre aux communes un cadre unifié pour évaluer leurs émissions et leur consommation d'énergie ;
- reconnaît le caractère limité des ressources énergétiques renouvelables ;
- tient compte de l'état des connaissances et des impératifs climatologiques ;
- offre des repères et montre la voie.

Objectif n° 2 : la neutralité carbone liée aux processus énergétiques

D'ici à 2050 au plus tard, les besoins énergétiques de la Suisse devront être entièrement couverts¹² sans générer de GES (figure 4)¹³.

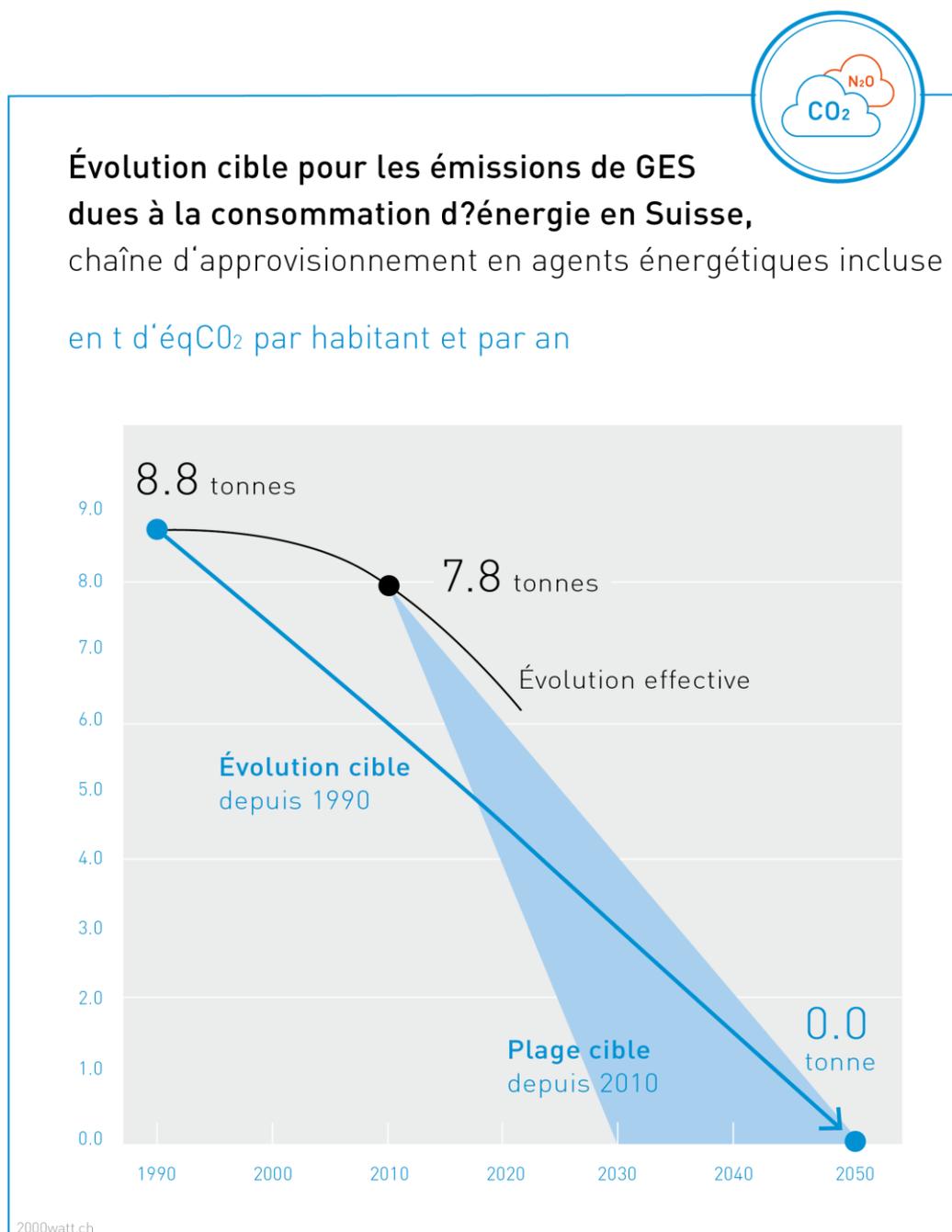


figure 4 : Évolution des GES liés aux processus énergétiques en Suisse, chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques comprise

¹² Pour un traitement détaillé de la thématique de la neutralité carbone, voir la section 5.4

¹³ Compte tenu de toute la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques

Plus largement, les *autres émissions de GES* doivent elles aussi être graduellement ramenées à zéro – et parmi elles en particulier les émissions non liées aux processus énergétiques issues de l’agriculture et de la production de matériaux de construction, tout comme les émissions de GES générées par l’importation de biens (denrées alimentaires, électronique, etc.) et de services. Pour les placements également, il importe de privilégier les investissements climatiquement neutres.

Comment la Société à 2000 watts s’inscrit-elle dans le contexte politique et climatologique international ?

Par son objectif visant à ramener à zéro d’ici à 2050 nos émissions de GES liées aux processus énergétiques,

le projet de la Société à 2000 watts poursuit les mêmes buts, transposés à l’approvisionnement énergétique de la Suisse¹⁴, que l’Accord de Paris en 2015 et que la stratégie formulée par le Conseil fédéral en août 2019 visant à atteindre la neutralité climatique d’ici à 2050¹⁵.

Cet objectif correspond par ailleurs à l’état des connaissances scientifiques tel qu’établi par le GIEC en 2018.

Étant donné que l’on considère, dans ces principes directeurs, les émissions de *l’entier de la chaîne d’approvisionnement* (« scopes 1, 2 et 3 » pour l’énergie¹⁷) – et pas uniquement celles générées là où est consommée l’énergie (« scope 1 »), comme le fait la Convention internationale (CCNUCC), le projet Société à 2000 watts va plus loin dans ses exigences concernant l’approvisionnement énergétique de la Suisse d’ici à 2050 que les autres plans, projets et stratégies, puisqu’il requiert la neutralité climatique non seulement pour l’énergie produite en Suisse, mais également pour celle achetée à l’étranger.

Toutes ces approches ont en commun de viser le 100 % d’énergies renouvelables d’ici à 2050.

tableau 6 : Objectifs pour les émissions de GES liées aux processus énergétiques en Suisse

Émissions de GES par habitant	1990 effectif	2000 effectif	2017 effectif	2030 cible	< 2050 cible ¹⁶
Liées aux processus énergétiques (S2000W ; y c. la chaîne d’approvisionnement, soit « Énergie dans les scopes 1, 2 + 3 » ¹⁷) en t éq.-CO ₂ /hab.*an en % par rapport à 1990	8,8 100 %	8,6 98 %	6,5 74 %	< 3,0 < 34 %	0,012 0 %
Liées aux processus énergétiques (« Énergie dans le scope 1 ») en t éq.-CO ₂ /hab.*an ¹⁸ en % par rapport à 1990	6,2 100 %	5,9 95 %	4,3 69 %	3,1 50 %	0,012 0 %
Total (« Toutes dans le scope 1 ») en t éq.-CO ₂ /hab.*an ¹⁸ en % par rapport à 1990	7,9 100 %	7,3 92 %	5,5 69 %	3,9 ¹⁹ 50 %	0,012 0 %

¹⁴ Pour un traitement plus détaillé, voir les sections 5.2 et 5.3

¹⁵ <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiqués/communiqués-conseil-fédéral.msg-id-76206.html>, page consultée le 30.01.2020

¹⁶ De l’avis du WWF Suisse, il faut que les pays de l’OCDE (dont la Suisse) atteignent l’objectif de neutralité carbone d’ici à 2040 au plus tard si l’on veut contenir le réchauffement planétaire nettement en-deçà de 1,5° C. Encore faut-il supposer que tous les pays fassent des efforts comparables. On tient compte pour cela du fait que depuis 1990, le budget résiduel de CO₂ est réparti de façon uniforme entre tous les habitants de la planète (approche dite des budgets CO₂ personnels).

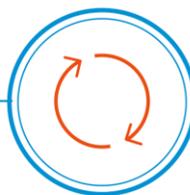
¹⁷ Interprétation des scopes selon le protocole des gaz à effet de serre (Greenhouse Gas Protocol, GHGP), voir annexe 6.8 ; voir également : Délimitation du système, section 3.2, figure 6.

¹⁸ Les calculs se basent sur les chiffres de l’inventaire des émissions de GES pour la Suisse et sur les pronostics de l’OFS concernant la population suisse (voir l’annexe 6.10)

¹⁹ Correspond à -30 % en valeur absolue par rapport à 1990, compte tenu de l’évolution de la population selon l’OFS (voir l’annexe 6.10).

Objectif n° 3 : 100 % d'énergies renouvelables²⁰

Die gesamte Energieversorgung der Schweiz – inklusive Strom, Wärme, Kälte, Mobilität und Prozessenergie – soll bis spätestens 2050 auf 100% erneuerbare Energien umgestellt werden, bis 2030 zumindest auf 50% (figure 5).

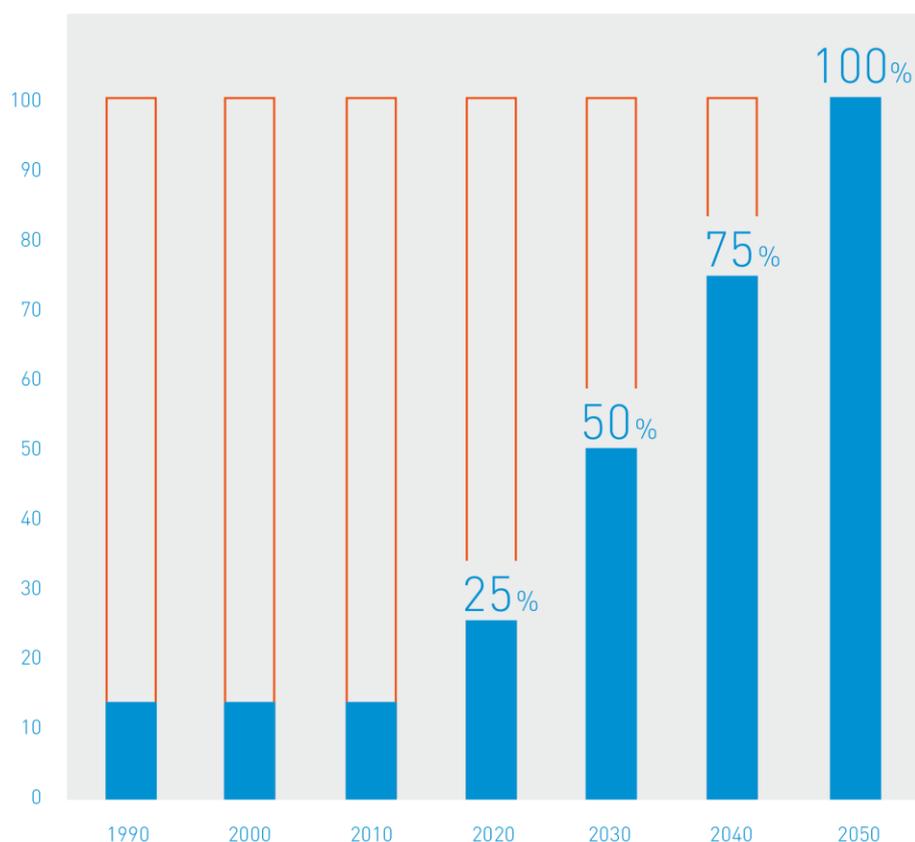


Évolution cible de la part des énergies renouvelables

dans l'alimentation énergétique de la Suisse

Énergies renouvelables / déchets

Énergies non renouvelables



2000watt.ch

figure 5 : Évolution cible pour les énergies renouvelables en Suisse

²⁰ Voir la section 3.5.

2.2 Objectifs sectoriels en guise de référence pour la mise en œuvre individuelle

La liste d'objectifs sectoriels ci-dessous a pour ambition d'inspirer les villes et les communes à concevoir des objectifs concrets, adaptés à leur situation, ou à adapter des objectifs existants en vue de la mise en œuvre des principes, objectifs généraux et principes d'action définis dans le présent document.

Les objectifs sectoriels renvoient aux différents domaines d'intervention – administration, entreprises publiques, approvisionnement en énergie, mobilité, finances, consommation et alimentation – dans lesquels les villes et les communes jouissent d'une marge de manœuvre parfois étendue, parfois restreinte.

tableau 7 : Objectifs sectoriels pour les pouvoirs publics

Pouvoirs publics	Objectif	Mise en œuvre	Année indicative
Électricité			
Achat d'électricité pour le fonctionnement de l'administration publique (y c. sports, parcs, éclairage, etc.)	100 % renouvelable ²¹	possible de suite	2020
Achat d'électricité pour l'exploitation des bâtiments appartenant à la commune – approvisionnement électrique général	100 % renouvelable ²¹	possible de suite	2020
Chaleur			
Pas de nouvelles installations de chauffage fossiles pour les bâtiments administrés par la commune ou dont elle est propriétaire	« aucune »	possible de suite	2020
Approvisionnement en froid et en chaleur des bâtiments administrés par la commune ou dont elle est propriétaire	en majorité renouvelable ²²	requiert une période de transition	2030
	100 % renouvelable	requiert une période de transition	2050
Mobilité			
Véhicules standard et spéciaux des pouvoirs publics ; véhicules utilisés pour les transports publics	100 % électrique et/ou renouvelable	requiert une période de transition	2040

²¹ Autrement dit, le courant fourni provient entièrement de sources renouvelables ou de la valorisation de déchets. Pour satisfaire à l'objectif d'accroissement de la « production indigène moyenne d'électricité issue d'énergies renouvelables » (art. 2, al. 1 LEne), il est vivement recommandé d'acheter des garanties d'origine établies par des centrales suisses ou dans le cadre de participations dans des centrales étrangères, en veillant à coupler la quantité d'électricité acquise et la garantie d'origine, c'est-à-dire en les achetant toutes deux auprès de la même installation de production (cf. note 49, page 40). Cette recommandation deviendra une règle contraignante au plus tard lors de la prochaine mise à jour du présent document.

²² Autrement dit, les besoins en chaleur sont couverts par de la chaleur résiduelle ou de l'énergie tirée de sources renouvelables ou de la valorisation de déchets. Exception possible : couverture des charges de pointe (max. 25 % des besoins en chaleur) ou redondance par rapport aux énergies non renouvelables.

tableau 8 : Objectifs sectoriels pour tous les acteurs (toute la commune, tout le territoire municipal)

Tous les acteurs	Objectif	Mise en œuvre	Année indicative
Énergie primaire (puissance continue) par habitant	3000 watts 2000 watts		2030 2050
Consommation finale par habitant et par an (Stratégie énergétique 2050) ; réduction p. r. à l'an 2000	moins 16 % moins 43 %		2020 2035
Électricité			
Mix de fournisseurs pour l'approvisionnement de base	100 % renouvelable	possible de suite	2020
Toute l'électricité dans le périmètre considéré	100 % renouvelable	partiellement hors sphère d'influence	2030
Production d'électricité dans le périmètre considéré	100 % renouvelable	partiellement hors sphère d'influence	2020
Chaleur			
Approvisionnement en chaleur et en froid dans le périmètre considéré	100 % renouvelable	partiellement hors sphère d'influence	2050
Mobilité			
Véhicules immatriculés dans le périmètre considéré	100 % électrique et/ou renouvelable	partiellement hors sphère d'influence	2050
Alimentation			
Discernement dans le choix des produits	végétal, régional, de saison	possible de suite	2020
Finances			
Investissements (caisses de pension notamment)	100 % climatiquement neutre ²³	requiert une période de transition	2025

²³ Au minimum une « sortie des investissements dans les énergies fossiles »

2.3 Positions | Approvisionnement énergétique de la Société à 2000 watts

Sobre – efficace – durable

C'est pour répondre au double défi que posent d'une part la constante croissance démographique et d'autre part la raréfaction graduelle des ressources naturelles qu'ont vu le jour des initiatives telles que la Société à 2000 watts, qui aborde le problème à la fois sous l'angle énergétique et climatique, et qui vise à instaurer une gestion raisonnée, efficace, pérenne et parcimonieuse des ressources énergétiques disponibles.

Secteurs

Chaleur et froid

Selon la vision de la Société à 2000 watts, il faut que nous parvenions à couvrir 100 % de nos besoins en chaleur et en froid à partir d'énergies renouvelables et sans rejet de CO₂ dans l'atmosphère.

- L'Initiative Chaleur Suisse le dit très clairement sur son site Internet (<https://waermeinitiative.ch/fr/>) : « D'ici 2050, nous voulons rendre ce secteur totalement renouvelable et neutre en CO₂ ! ».

Électricité

En 2018, le mix électrique pour la Suisse²⁴ était constitué pour presque 74 % d'énergies renouvelables, et pour 57 % d'énergies renouvelables produites en Suisse. Selon la vision de la Société à 2000 watts, on ne consommera plus en Suisse que du courant provenant à 100 % d'énergies renouvelables ou de la valorisation de déchets²⁵.

Mobilité

L'utilisation de véhicules alimentés aux énergies fossiles n'est pas compatible avec les buts de la Société à 2000 watts.

Pour atteindre nos objectifs, il est important de réduire autant que possible les kilomètres parcourus, et de privilégier chaque fois que possible la marche, le vélo ou les transports publics. Pour le trafic motorisé, il faut opter pour des véhicules légers et roulant à l'électricité et/ou d'autres énergies renouvelables. Les véhicules électriques ne sont compatibles avec les objectifs que si l'on peut établir que le courant utilisé provient de sources renouvelables.

Il convient de renoncer aux transports aériens.

²⁴ <https://www.strom.ch/fr/services/marquage-de-lelectricite>

²⁵ Pour satisfaire à l'objectif d'accroissement de la « production indigène moyenne d'électricité issue d'énergies renouvelables » (art. 2, al. 1 LEne), il est vivement recommandé d'acheter des garanties d'origine établies par des centrales suisses ou dans le cadre de participations dans des centrales étrangères, en veillant à coupler la quantité d'électricité acquise et la garantie d'origine, c'est-à-dire en les achetant toutes deux auprès de la même installation de production (cf. note 49, page 40). Cette recommandation deviendra une règle contraignante au plus tard lors de la prochaine mise à jour du présent document.

Agents énergétiques

Agents énergétiques fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel)

Le recours aux énergies fossiles pour le chauffage, la production de froid, la production d'électricité et les transports n'est *pas* compatible avec les objectifs de la Société à 2000 watts.

Gaz naturel et gaz renouvelables

L'un des facteurs décisifs pour parvenir à protéger efficacement le climat est la mise en place d'infrastructures pérennes, susceptibles de répondre aux besoins de demain. Dans ce domaine, les mauvaises décisions et les investissements mal avisés ne sont plus permis.

Concrètement :

Il faut arrêter tout investissement dans les infrastructures fossiles (gazoducs et réseaux gaziers, chauffages au mazout, terminaux d'aéroports, camions, équipements fonctionnant aux énergies fossiles, etc.).

Les combustibles et les carburants renouvelables, qu'ils soient liquides ou gazeux (biogaz, power-to-gaz, power-to-liquid) ne sont disponibles qu'en quantités limitées. À ce titre, il faut les réserver aux secteurs et aux usages où l'on ne dispose pour l'instant d'aucune solution technique de décarbonisation²⁶, soit les transports aériens et maritimes, l'industrie chimique, les procédés industriels nécessitant des températures élevées, le trafic poids lourds ou encore l'exploration spatiale.

Dans tous les autres secteurs (et en particulier celui du chauffage), il faut d'emblée partir du postulat, pour l'exploitation, l'entretien et l'installation d'équipements (investissements), que le biogaz et les produits power-to-x ne seront plus disponibles à l'avenir (ce afin de favoriser la décarbonisation dans tous les secteurs).

FAQ

A-t-on raison de considérer comme « limité » le potentiel de l'hydrogène et des carburants et combustibles que celui-ci permet de synthétiser ?

- Les prévisions les plus optimistes tablent pour les gaz renouvelables indigènes sur un potentiel avoisinant 10 à 12 % des ventes de gaz actuelles. La part de l'industrie (procédés à haute température) à la consommation actuelle de gaz naturel est d'environ 60 % des ventes de gaz naturel en Suisse. Contrairement à ce qui est possible en matière de chauffage, de refroidissement et de mobilité, nous ne disposons pas des technologies de substitution nécessaires pour la chaleur industrielle. Nous utiliserons donc probablement la totalité des gaz et des liquides alternatifs disponibles pour ce secteur (ainsi que, le cas échéant, pour les transports aériens et l'exploration spatiale).
- Il faut donc **OBLIGATOIREMENT CONSIDÉRER COMME LIMITÉ** le potentiel des carburants et combustibles de substitution pour le chauffage, la production de froid et la mobilité, ne serait-ce que pour éviter d'investir à perte.

²⁶ En gardant en mémoire que l'on est beaucoup plus disposé à supporter le surcoût que représente l'utilisation de gaz renouvelables dans le secteur du chauffage que dans l'industrie.

Énergie nucléaire

Le projet de la Société à 2000 watts est incompatible avec le recours à l'énergie nucléaire. Il est en accord sur cela avec la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération, qui vise la sortie graduelle du nucléaire.

Le facteur d'énergie primaire de l'énergie nucléaire, supérieur à 4²⁷, la question non résolue du stockage définitif des déchets, les risques, le coût économique et les liens inextricables entre les circuits d'approvisionnement civil et militaire pour les matières nucléaires ne sont que quelques-unes des raisons pour lesquelles le nucléaire ne saurait être pris en considération pour l'élaboration d'une stratégie énergétique pérenne.

Pour les auteurs des présents principes directeurs, le nucléaire est la première forme d'énergie à éliminer de notre système d'approvisionnement.

²⁷) https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (page consultée le 26.02.2019)

2.4 Principes d'action

La réalisation des objectifs de la Société à 2000 watts passe par l'application des principes d'action ci-après par tous les acteurs impliqués²⁸ :

1. Veiller à une utilisation **durable, efficace et parcimonieuse** de l'énergie.
2. Pourvoir tous les bâtiments d'installations **produisant de l'énergie renouvelable**.
3. Définir dès à présent la stratégie pour **l'avenir des infrastructures gazières existantes** : délimitation des réseaux résiduels pour les processus industriels et pour la mobilité où le gaz naturel est remplacé par des gaz renouvelables, et la planification du démantèlement des infrastructures gazières décentralisées pour l'approvisionnement en chaleur fossile dans les villes et les communes. Aligner de manière cohérente la planification énergétique sur les systèmes de chauffage renouvelables.
4. Renoncer aux systèmes de chauffage exploitant les énergies fossiles – **même en remplacement d'un système existant – et opter pour des systèmes fonctionnant aux énergies renouvelables**.
5. **Exploiter tout le potentiel local en matière de chauffage aux énergies renouvelables**. Coordonner les infrastructures énergétiques à l'échelle régionale et suprarégionale.
6. **Les carburants et combustibles alternatifs** (biogaz, produits power-to-X) continueront de n'être disponibles qu'en quantités limitées en 2050. À long terme, ils ne devraient donc être utilisés qu'à des fins très spécifiques, telles que les processus industriels à haute température, le trafic lourd ou l'aviation et la navigation. Au mieux, ils peuvent également contribuer au stockage saisonnier de l'électricité. Toutefois, ils ne devraient être utilisés pour le chauffage des locaux que dans des cas exceptionnels, car il existe suffisamment d'alternatives renouvelables.
7. Utiliser **uniquement du courant 100 % renouvelable**.
L'électricité nucléaire n'est donc pas une option.
8. Surveiller **l'empreinte CO₂ des technologies** et des produits mis en œuvre, privilégier sa réduction dans les processus décisionnels. Réduire les émissions (grises) issues de la production et de l'élimination des systèmes énergétiques.
9. **Réduire les distances à parcourir** et privilégier la marche, le vélo et les transports publics. Pour le reste, préférer les **véhicules légers et ceux roulant à l'électricité ou aux énergies renouvelables**.
10. **Renoncer à prendre l'avion**.
11. Réduire les émissions liées à notre consommation, et en particulier **les émissions générées sur l'ensemble du cycle de vie des produits et services**. Côté finances, privilégier les placements climatiquement neutres.
12. Privilégier les denrées alimentaires de saison, produites localement, et si possible végétales. **Éviter le gaspillage**.
13. Dans les projets de construction, prendre en compte et réduire autant que possible **les émissions de GES issues de la fabrication des matériaux** (voir « Standard Bâtiments énergie et environnement » de SuisseEnergie pour les communes / ASIC).
14. Monitoring : **vérifier la réalisation des objectifs**, mettre en évidence les conséquences d'une éventuelle non-réalisation.

²⁸ Un autre facteur décisif en la matière est la mise en œuvre cohérente et coordonnée des principes, aux trois échelons communal, cantonal et fédéral.

3 Méthode | établissement du bilan

La Société à 2000 watts s'est toujours fondée sur deux indicateurs clés, les besoins en énergie primaire par habitant et les émissions de GES liées aux processus énergétiques par habitant et par an. Nous y ajoutons maintenant un troisième paramètre cible, la « part des énergies renouvelables » dans l'approvisionnement énergétique total.

Le critère de référence pour évaluer ces trois indicateurs est toujours la *consommation d'énergie finale*.

3.1 Principes généraux de l'établissement du bilan énergétique

La consommation d'énergie finale²⁹ (EFin) est le paramètre central utilisé pour déterminer les besoins en énergie primaire et les émissions de GES des collectivités territoriales, et l'un des paramètres clés pour établir le bilan de l'exploitation du milieu bâti et des bâtiments. Les besoins en énergie primaire et les émissions de GES liées aux processus énergétiques sont calculés à partir de la consommation d'énergie finale, à l'aide des facteurs d'énergie primaire (FEP) et des coefficients d'émission de GES (CEGES).

$$\begin{aligned}\text{Émissions de GES} &= \text{somme (énergie finale} \times \text{coefficient d'émission de GES}_i\text{)}^{30} \\ &= \sum \text{EFin}_i \times \text{CEGES}_i\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besoins en énergie primaire} &= \text{somme (énergie finale}_i \times \text{facteur d'énergie primaire}_i\text{)} \\ &= \sum \text{EFin}_i \times \text{FEP}_i\end{aligned}$$

Facteurs d'énergie primaire et coefficients d'émission de GES : recommandations de la KBOB

Les valeurs utilisées ici pour déterminer les FEP et les CEGES sont tirées de la version la plus récente des recommandations de la KBOB « Données des écobilans dans la construction » (KBOB *et al.*)³¹. Ces recommandations sont régulièrement actualisées et complétées.

²⁹ Énergie à disposition du consommateur pour une application. L'énergie finale comprend l'énergie fournie de l'extérieur ainsi que l'énergie produite et consommée sur place (SIA 2009).

³⁰ Le « i » signifie ici « par agent énergétique »

³¹ https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (page consultée le 26.02.2020) ; pour les bâtiments selon le cahier technique SIA 2040:2017, la version de 2014 fait foi.

3.2 Délimitation du système

Dans le tableau synoptique ci-dessous (figure 6), un certain nombre de catégories sont identifiées dans lesquelles la population suisse consomme de l'énergie et génère des émissions de GES (en gris). Ces catégories sont quantifiées à l'aide d'instruments reconnus, selon diverses méthodes d'établissement de bilan (en couleur).³²

Gaz à effet de serre					Besoins en énergie					
Personnes et ménages (bilan établi avec divers outils 2000W)	Construction selon le cahier technique SIA 2040 (et sur les sites 2000W)	Collectivité territoriale (ex. Suisse) selon le concept 2000W	Collectivité territoriale (ex. Suisse) selon OFEV/conv. internationale	PGES (protocole des gaz à effet de serre « Villes »)	Limites quantitatives du système					
					Collectivité territoriale (ex. Suisse) selon la Stratégie énergétique 2050	Collectivité territoriale (ex. Suisse) selon le concept 2000W	Construction selon le cahier technique SIA 2040	Construction dans la zone 2000W	Personnes et ménages (bilan établi avec divers outils 2000W)	
o	o	o	o	Scope 3	Impact des placements financiers	o	o	o	o	o
+	o	o	o		Services importés (services d'hébergement p. ex.)	o	o	o	o	+
+	o	o	o		Biens de consommation importés	o	o	o	o	+
+	+	o	o		Matériaux de construction et véhicules importés	o	o	¹	+	+
+	+	+	o	S2/3	Fourniture d'énergie finale (chaîne d'approv. des agents énergétiques)	o	+	¹	+	+
+	o	+	(*)	S3	Transports aériens internationaux (vols au départ de la Suisse)	(*)	+	o	o	+
+	+	+	+	Scope 1	Énergie finale (dans le pays)	+	+	+	+	+
+	o	o	+		Production indigène de biens de consommation	(+)	(+)	o	o	+
+	+	o	+		Production indigène de matériaux de construction et de véhicules	(+)	(+)	¹	+	+
+	o	o	+		Agriculture indigène	(+)	(+)	o	o	+
					+	saisie et bilan quantitatifs				+
					1	uniquement énergie primaire non renouvelable				1
					(*)	indiqué à part (mais pas intégré au total)				(*)
					(+)	inclus dans la consommation d'énergie finale lorsque dans le périmètre				(+)
					o	non saisi quantitativement				o

figure 6 : Estimation des GES et de l'énergie pour les divers périmètres considérés (en bleu : Société à 2000 watts)

³² Pour les villes et les communes, nous renvoyons aux explications données sous 4.2

tableau 9 : Explications relatives à la figure 6

Placements financiers	Le volume de GES générés par la place financière suisse correspond à un multiple de ce que le pays génère par son activité propre. Les méthodes usuelles d'établissement du bilan (figure 6) ne tiennent pas compte des besoins en énergie et des émissions générées par les placements financiers. Conformément aux principes énoncés à la section 2.4, il est important de comprendre et de garder à l'esprit que les placements climatiquement neutres peuvent avoir un impact important.
Services importés	Tant du point de vue de l'énergie consommée que des émissions, il est difficile de quantifier l'impact des services importés. Cet impact est toutefois compris dans l'étude « Empreintes environnementales de la Suisse » (voir note 33).
Biens de consommation importés	Tant du point de vue de l'énergie consommée que des émissions, l'impact des biens de consommation importés est lui aussi très difficile à quantifier, et la plupart des méthodes d'établissement du bilan présentées dans la figure 6 ne permettent pas d'en tenir compte. Il est toutefois essentiel de les inclure dans les calculs si l'on veut quantifier l'impact des individus et des ménages. Selon l'étude « Empreintes environnementales de la Suisse » ³³ , sur les quelque 14 tonnes de GES générées en 2015 par chaque habitant du fait de sa consommation de biens et de services, 8 tonnes environ sont générées à l'étranger.
Matériaux de construction et véhicules importés	La consommation d'énergie primaire et les émissions générées par la production et l'élimination (« Énergie grise et GES ») des matériaux de construction importés destinés aux bâtiments et aux infrastructures de transport ainsi que celles liées aux véhicules sont prises en compte dans les bilans établis conformément au cahier technique SIA 2040 et dans les calculs relatifs aux sites 2000 watts.
Fourniture d'énergie finale	Ce paramètre tient compte de l'énergie consommée sur l'entier de la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques. Les calculs mettent en œuvre les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission.
Trafic aérien (international)	La consommation d'énergie finale prise en compte correspond au volume de kérosène utilisé en Suisse, tel qu'établi dans la statistique globale suisse de l'énergie. (Le trafic aérien international est recensé à titre informatif dans l'inventaire des GES de l'OFEV, mais ne rentre pas dans le bilan global selon la CCNUCC.)
Énergie finale	La consommation d'énergie finale dans le pays / dans le périmètre considéré est la base de tous les systèmes d'établissement du bilan ; à ce titre, elle est incluse dans tous les périmètres considérés.
Production indigène de biens de consommation	La consommation d'énergie finale et les émissions générées par la production de biens de consommation et de services dans le pays sont déjà prises en compte dans la catégorie « énergie finale ».
Production indigène de matériaux de construction et de véhicules	L'énergie consommée au titre de la production industrielle en Suisse et les émissions de GES qui en résultent sont comptabilisées dans la catégorie « Énergie finale dans le pays ». Outre ces émissions de GES liées aux processus énergétiques, il faut comptabiliser au titre de la production industrielle (biens de consommation, matériaux de construction et véhicules) les émissions de GES sans lien avec les processus énergétiques, comme celles générées par les processus chimiques ou la fabrication de ciment. Ces dernières sont explicitement comptabilisées selon le cahier technique

³³ Empreintes environnementales de la Suisse, résumé, page 12, figure D : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/publications-etudes/publications/empreintes-environnementales-de-la-suisse.html> (page consultée le 26.02.2020), voir aussi l'annexe 6.6, figure 23, page 80.

	SIA 2040 / le label Sites 2000 watts (dans la catégorie « Construction », dans le cadre des facteurs définis par la KBOB).
Agriculture	L'énergie consommée au titre de la production agricole (tracteurs, p. ex.) et les émissions de GES liées à celle-ci sont comptabilisées dans la catégorie « Énergie finale dans le pays ». Outre ces émissions de GES liées aux processus énergétiques, l'agriculture génère également d'autres types d'émissions comme le méthane produit par l'élevage bovin.

Paramètre de saisie : l'énergie finale

L'énergie finale déterminante est celle fournie dans le périmètre du bilan au dernier consommateur de la chaîne de commercialisation, sous la forme d'un agent énergétique. Elle comprend également l'énergie (renouvelable) produite sur place, soit dans le périmètre du bilan. Sont considérées comme produites dans le périmètre les énergies finales suivantes :

- solaire thermique : la chaleur à la sortie d'un accumulateur d'eau chauffé par le soleil
- photovoltaïque : le courant alternatif à la sortie de l'onduleur
- éolien : le courant alternatif à la sortie du générateur
- chaleur de l'environnement³⁴ : la chaleur disponible à la sortie de la pompe à chaleur, dont il faut soustraire l'électricité nécessaire au fonctionnement de la pompe à chaleur

La consommation totale d'énergie finale dans le périmètre considéré correspond au total de la consommation d'énergie finale des consommateurs stationnaires ou mobiles³⁵.

Principe du marché intérieur

L'établissement du bilan de l'énergie finale pour la Suisse obéit au principe du marché intérieur. En clair, la quantité d'énergie finale consommée correspond aux quantités d'énergie vendues dans le pays selon les statistiques énergétiques.

3.3 Énergie primaire

Quelle que soit son origine, l'énergie n'est pas disponible en quantité illimitée, et c'est particulièrement vrai pour les énergies non renouvelables. Qui plus est, ces dernières proviennent le plus souvent de pays instables politiquement. Parmi les facteurs limitatifs pour les énergies renouvelables, on trouve le manque de surfaces disponibles, la concurrence avec d'autres affectations pour les toits et le sous-sol (en milieu urbain) ou encore la concurrence avec d'autres besoins sociétaux comme les loisirs, la protection de la nature, des paysages ou des monuments.

C'est pourquoi la Société à 2000 watts dépasse le seul objectif de la protection du climat pour s'intéresser également à l'aspect énergétique. L'indicateur « consommation d'énergie primaire par habitant » – exprimée en watts de puissance continue – vise à promouvoir une utilisation pérenne et responsable des ressources énergétiques.

³⁴ 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).

³⁵ Voir la section 5.5

Qu'entend-on par énergie primaire ?

L'énergie primaire est l'énergie dans sa forme brute, avant son exploitation, son transport et sa transformation. Exemples : pétrole brut, gaz naturel, charbon ou uranium dans leurs gisements naturels, bois sur pied, énergie potentielle de l'eau, rayonnement solaire, énergie cinétique du vent.

La transformation de l'énergie primaire en énergie exploitable requiert de l'énergie. De l'énergie est consommée à chaque étape : extraction, transformation, raffinage, transport, distribution, sans oublier tous les processus nécessaires pour acheminer l'énergie à la frontière du système et la mettre à disposition de l'utilisateur final.

Facteurs d'énergie primaire (FEP)

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 kilogramme (pour le pétrole, la houille, le 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 spécifique³⁶.

On obtient ainsi la somme des dépenses énergétiques, ou les besoins en énergie primaire par unité d'énergie finale fournie, ce que l'on désigne par le terme « facteur d'énergie primaire ».

Le facteur d'énergie primaire mesure donc la quantité d'énergie primaire nécessaire pour livrer à un bâtiment ou à un véhicule une quantité donnée d'énergie finale [unité énergétique / unité énergétique].

Les valeurs utilisées pour les facteurs d'énergie primaire dans le cadre du projet Société à 2000 watts sont celles de la dernière version en date des recommandations de la KBOB « Données des écobilans dans la construction »³⁷. Ces recommandations sont régulièrement complétées. La dernière mise à jour date de 2016³⁸.

Évolution de l'énergie primaire en Suisse

La consommation d'énergie primaire par habitant en Suisse est en recul depuis l'an 2000. La réduction substantielle de la part du nucléaire (avec un facteur d'énergie primaire de 4) dans le mix des fournisseurs suisses du pays, ainsi que la stabilité affichée par la consommation énergétique totale alors même que la population augmente sont deux des raisons principales pouvant expliquer cette tendance³⁹.

Objectifs en matière d'énergie primaire pour la Suisse

L'objectif peut être formulé comme suit : ramener la consommation d'énergie primaire de la Suisse à 3000 watts en puissance continue par habitant d'ici à 2030, et à 2000 watts d'ici à 2050 au plus tard (voir la section 2.1, objectif n° 1).

³⁶ Les valeurs intrinsèques des ressources en énergie primaire sont énumérées à l'annexe 6.11.

³⁷ https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (page consultée le 26.02.2020)

³⁸ La KBOB pourrait modifier ses recommandations à moyen terme, suite au débat engagé sur les déclarations environnementales de produits (EPD), et préconiser des valeurs fondées sur le pouvoir calorifique inférieur (PCI) des agents énergétiques fossiles (ou tirés de la biomasse) pour la consommation d'énergie primaire. Actuellement, les facteurs d'énergie primaire sont fondés sur la valeur calorifique supérieure (PCS) des ressources énergétiques.

³⁹ Voir l'annexe 6.5, Monitoring de l'évolution de la consommation d'énergie primaire et des émissions de gaz à effet de serre en Suisse

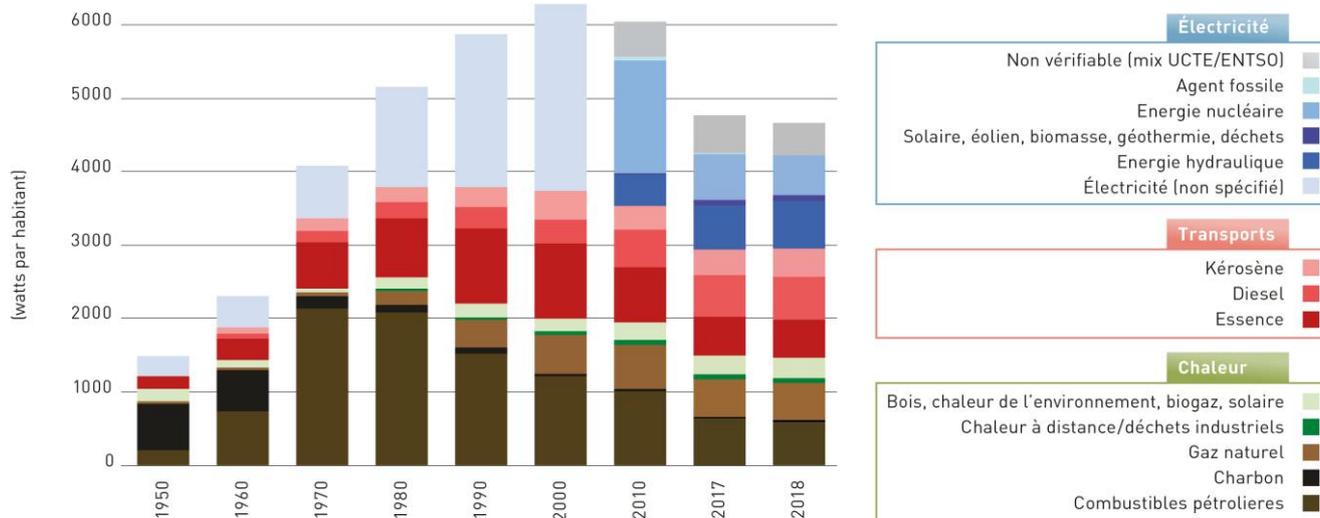


figure 7 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse

Energie primaire renouvelable et non renouvelable

tableau 10: Agents énergétiques primaires et classification selon énergies renouvelables/non renouvelables et rejets de chaleur/déchets

			Agents énergétiques	
total	non renouvelable	fossile	gaz naturel	
			gaz de schiste	
			mazout	
			huile de schiste	
			houille	
			lignite	
			tourbe	
		nucléaire	uranium	
	renouvelable	hydraulique	énergie hydraulique	
		biomasse	bois	
			cultures dédiées à la biomasse	
		nouvelles énergies renouvelables	vent	
			énergie solaire (photovoltaïque, solaire thermique)	
	chaleur de l'environnement (air, eaux de surface et eaux souterraines, géothermie)			
En dehors du périmètre du bilan (pour mémoire)	Rejets de chaleur, déchets	Déchets (dans les UVTD)		

Excursus : L'énergie dans les déchets et les rejets de chaleur

L'énergie contenue dans les déchets et la chaleur résiduelle utilisée pour produire de l'électricité et de la chaleur ne fait pas partie du bilan énergétique primaire (voir tableau 11). Le contenu énergétique des déchets et de la chaleur résiduelle est comptabilisé au consommateur final lorsque les biens devenus déchets ou les sources d'énergie converties en chaleur résiduelle sont livrés. Pour éviter un double comptage, le contenu énergétique des déchets et de la chaleur résiduelle ne fait pas partie de la demande totale d'énergie primaire. Néanmoins, la demande d'énergie primaire du chauffage urbain provenant des usines d'incinération des déchets n'est pas nulle, puisque l'effort requis pour construire le réseau de chauffage urbain et faire fonctionner les pompes de circulation est pris en compte, ce qui se traduit par une faible demande d'énergie primaire. Le contenu énergétique de la chaleur perdue et des déchets peut être déclaré pour mémoire comme "chaleur perdue/déchets d'énergie primaire". Le bilan énergétique des systèmes énergétiques est complété par la somme de l'énergie primaire totale et de l'énergie primaire gaspillée chaleur/déchets.⁴⁰

3.4 Gaz à effet de serre (GES)

Le changement climatique est l'un des défis majeurs de notre temps. Depuis le lancement du projet Société à 2000 watts, la réduction des émissions de GES a été l'un de ses deux objectifs principaux⁴¹. Avec l'avancement des connaissances scientifiques concernant le climat ces dernières années, et la nécessité impérieuse qui en ressort de parvenir à la « neutralité carbone » d'ici à 2050 au plus tard, l'urgence de cette quête s'est encore accentuée.

Les présents principes directeurs s'attachent à quantifier *les émissions de GES liées aux processus énergétiques en considérant l'entier de la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques*. Ils divergent en cela de la méthode préconisée dans la convention internationale (qui sert de base à l'inventaire des GES pour la Suisse), et qui tient compte de *toutes* les émissions (et donc également des émissions sans lien avec les processus énergétiques) générées dans le périmètre considéré (p. ex. la Suisse), mais pas de celles liées à la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques à l'étranger⁴².

Qu'entend-on par gaz à effet de serre ?

Les GES sont des gaz présents dans l'atmosphère, qui exercent un effet de réchauffement sur le climat. Outre le CO₂, les gaz à effet de serre comprennent le méthane, le protoxyde d'azote et les hydrofluorocarbones. Tous ces gaz ne se valent pas en termes d'impact sur le climat, et c'est pourquoi on les comptabilise sous la forme d'équivalents CO₂ (éq.-CO₂), soit la quantité de CO₂ qui produirait un effet sur le climat comparable à celui d'une quantité donnée du gaz considéré. On se fonde pour cela sur les valeurs les plus récentes fournies par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) concernant les potentiels de réchauffement global des GES (PRG ou GWP - *global warming potentials*, période de 100 ans).

⁴⁰ Dans le cas des systèmes énergétiques qui obtiennent une proportion significative de leur apport énergétique à partir de déchets ou de chaleur résiduelle (électricité et chaleur des usines d'incinération des déchets, électricité et chaleur des usines de biogaz), l'apport énergétique, exprimé comme la somme de l'énergie primaire renouvelable et de l'énergie primaire non renouvelable, peut être inférieur à leur production énergétique finale. Seule la somme de "l'énergie primaire totale" et de "l'énergie primaire gaspillée chaleur/déchets" signifie que l'apport énergétique est toujours supérieur à la production d'énergie.

⁴¹ Selon le Concept pour l'établissement du bilan de 2014, l'objectif explicite de la Société à 2000 watts était encore « 1 t de CO₂ par habitant d'ici 2100 ».

⁴² Pour une comparaison détaillée, voir la section 5.2

Coefficients d'émission de gaz à effet de serre (CEGES)

Le coefficient d'émission de GES s'obtient en divisant la quantité de GES émise suite à la consommation d'une quantité donnée d'énergie finale par cette même quantité d'énergie. Il s'exprime en kilogrammes d'éq.-CO₂/unité d'énergie finale. Les émissions cumulées générées par la production des agents énergétiques s'expriment en « kg d'équivalent CO₂ par unité d'énergie fournie ».

La méthode de calcul des coefficients d'émission de GES est donc la même que celle utilisée pour les facteurs d'énergie primaire (FEP)⁴³. Les émissions générées par la combustion des agents énergétiques sont prises en compte dans le calcul des coefficients d'émission. Du point de vue des émissions de GES, la combustion des agents énergétiques mis à disposition est ainsi comprise dans le périmètre du bilan. Les valeurs utilisées ici pour les coefficients d'émission de GES sont celles tirées de la version la plus récente des recommandations de la KBOB « Données des écobilans dans la construction » (KBOB *et al.*)⁴⁴. Ces recommandations sont régulièrement actualisées et complétées.

Évolution des émissions de GES liées aux processus énergétiques en Suisse

Nos émissions de GES liées aux processus énergétiques par habitant sont en recul depuis les années 1990. La réduction substantielle du courant fossile d'origine européenne (mix européen moyen) présent dans le mix des fournisseurs suisses, ainsi que la constance affichée par la consommation énergétique globale dans notre pays malgré la croissance démographique sont deux des motifs notables expliquant cette tendance⁴⁵.

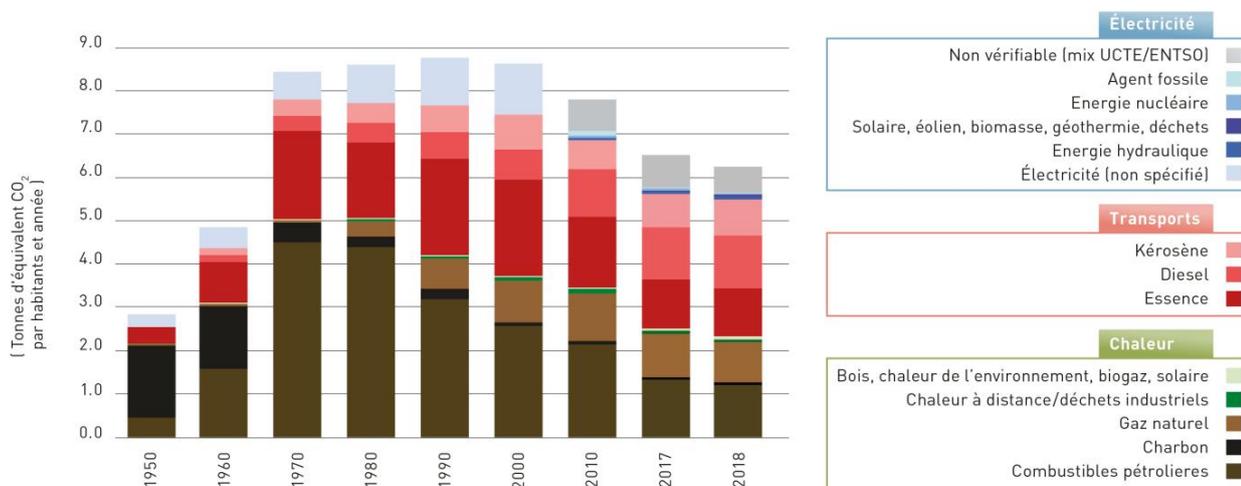


figure 8 : Évolution des émissions de GES liées aux processus énergétiques pour la Suisse, compte tenu de toute la chaîne d'approvisionnement

Objectifs en matière de GES pour la Suisse

L'objectif est de réduire à zéro les émissions de GES liées aux processus énergétiques en Suisse d'ici à 2050 au plus tard. Objectif intermédiaire : 3 tonnes par habitant et par an d'ici à 2030 (voir la section 2.1, objectif n° 3).

⁴³ Durée utilisée pour le calcul du potentiel de réchauffement global : 100 ans.

⁴⁴ https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (page consultée le 26.02.2020)

⁴⁵ Voir l'annexe 6.5, Monitoring de l'évolution de la consommation d'énergie primaire et des émissions de gaz à effet de serre en Suisse

3.5 Énergies renouvelables (stade de l'énergie finale)

tableau 11: Agents énergétiques (stade de l'énergie finale) et classification de ceux-ci en agents renouvelables/non renouvelables et rejets de chaleur/déchets⁴⁶

		Energie	Agent énergétique au stade énergie finale
Energie finale	non renouvelable	fossile	Gaz naturel, GNC, propane, butane
			Heizöl, Schweröl
			Diesel, essence, kérosène
			Charbon (coke, briquettes, houille, lignite)
			Hydrogène de l'électricité fossile
			Chauffage urbain à partir de sources d'énergie fossiles
		nucléaire	Électricité nucléaire ; hydrogène issu de l'électricité nucléaire
			Hydrogène provenant de l'électricité non renouvelable
			Chauffage urbain à partir de centrales nucléaires
	renouvelable	hydraulique	Energie hydraulique
		biomasse	Bois (bois bûches, copeaux de bois, pellets)
			Biogaz, GNC provenant de la culture agricole (par exemple, le maïs)
			Éthanol issu de la culture agricole (par exemple, le maïs)
		nouvelles énergies renouvelables	Energie éolienne
			Photovoltaïque, énergie solaire thermique
			Chaleur environnementale (air, eaux de surface et souterraines, géothermie)
			Hydrogène (à partir d'électricité renouvelable)
			Chauffage urbain à partir de sources d'énergie renouvelables
		Rejets de chaleur, déchets	Biogaz produit à partir de déchets (déchets verts, fumier, boues d'épuration dans les installations de méthanisation)
			Chaleur/électricité produite par les déchets issus de l'incinération des déchets (UVTD)
Chaleur résiduelle (industrielle)			

Objectifs énergie 100 % renouvelable pour la Suisse⁴⁷

L'approvisionnement énergétique de la Suisse – courant électrique, chaleur, froid, mobilité et processus – devra être assuré à 100 % à partir de sources renouvelables d'ici à 2050 au plus tard, et au moins à 50 % d'ici à 2030.

Les indicateurs relatifs aux agents énergétiques sont mesurés au niveau de l'énergie finale. Le calcul comprend le courant provenant de sources renouvelables ou de déchets, ainsi que la chaleur, les rejets de chaleur et la chaleur à distance provenant de sources renouvelables ou de déchets (tableau 11).

⁴⁶ Voir « Statistique suisse des énergies renouvelables »: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistiques-sectorielles.html> (page consultée le 20.08.2020)

⁴⁷ Voir objectif 3, section 2.1

4 Domaines d'application

4.1 Objets soumis au bilan Société à 2000 watts

Aux fins de l'établissement du bilan, on distingue les objets suivants (voir la figure 9) :

- a. Collectivités territoriales : unités territoriales (pays, cantons, régions, communes ou villes)
 - b. Milieu bâti : bâtiments, infrastructures, quartiers, sites
 - c. Individus : particuliers et ménages
 - d. *Entreprises industrielles et artisanales, exploitations agricoles*
 - e. *Produits et services*
-
- a. **Collectivités territoriales** : on en établit le bilan en mesurant (ou en estimant) la consommation d'énergie finale à l'intérieur de leurs limites géographiques. Les besoins (globaux) en énergie primaire et les émissions de GES induites sont calculés sur cette base en tenant compte de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement (énergie dans les scopes 1, 2 et 3). La consommation de biens ou de services en provenance de l'extérieur du périmètre (scope 3) n'est pas prise en compte.
 - b. **Milieu bâti** : le bilan des besoins en énergie primaire (non) renouvelable et des émissions de GES tient compte de la fabrication des matériaux de construction (qui proviennent pour une part de l'étranger), de la construction, de l'exploitation et de la démolition des bâtiments, ainsi que du trafic généré par l'utilisation de ces derniers⁴⁸.
 - c. **Individus** : les bilans des individus (particuliers et ménages) sont établis à partir de la consommation globale, dont on déduit les besoins (globaux) en énergie primaire et les émissions de GES (scopes 1, 2 et 3).
 - d. *Aucun instrument de calcul adéquat ne permet actuellement d'établir le bilan Société à 2000 watts de l'énergie primaire et des émissions de CO₂ des entreprises industrielles et artisanales, des exploitations agricoles, ni*
 - e. *des produits et services.*

⁴⁸ Voir la description détaillée dans le cahier technique SIA « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » (SIA 2040:2017).

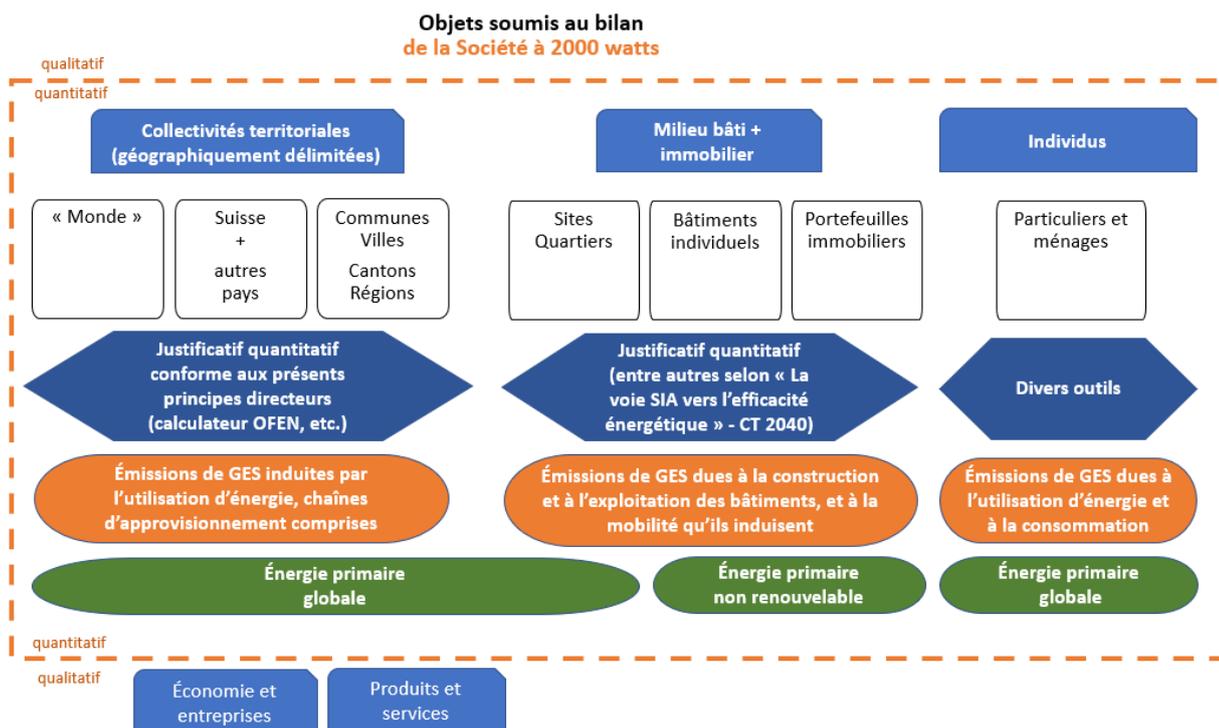


figure 9 : Objets soumis au bilan Société à 2000 watts

4.2 Collectivités territoriales (Suisse, cantons, régions, villes / communes)

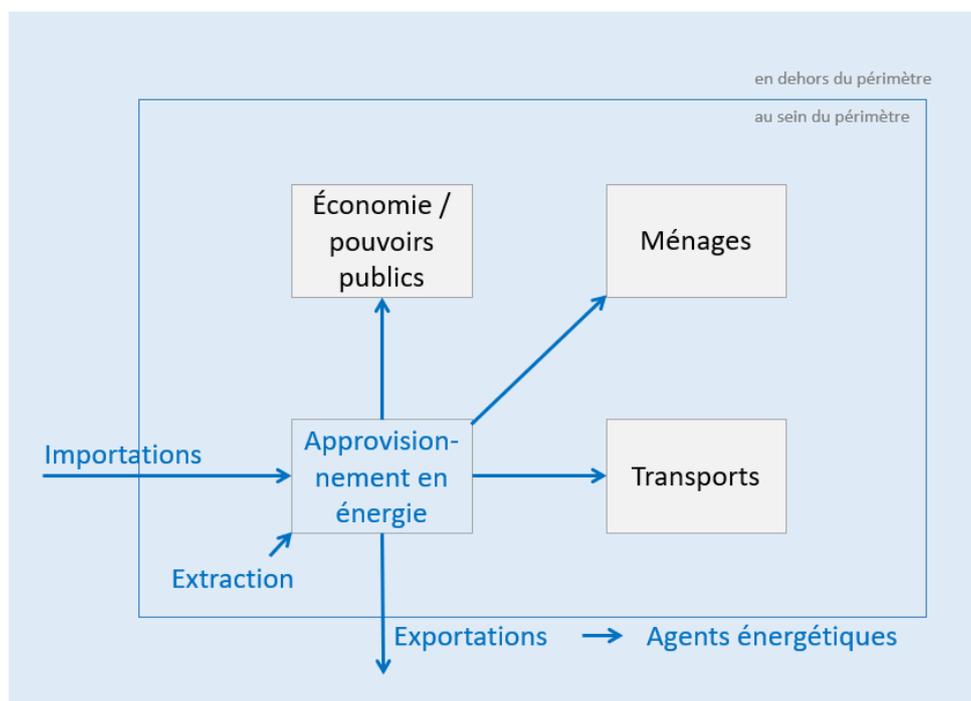


figure 10 : Flux d'énergie au sein des collectivités territoriales

Périmètre de bilan

La consommation d'énergie primaire et les émissions de GES des collectivités territoriales sont déterminées sur la base de la distribution d'énergie finale (consommée par les entreprises, les pouvoirs publics, les ménages, les transports, voir la figure 10) dans le périmètre géographique soumis au bilan. C'est donc le principe du marché intérieur qui s'applique : l'énergie finale prise en compte dans le bilan correspond aux quantités d'énergie finale vendues au sein du périmètre soumis au bilan.

Pour calculer la consommation d'énergie primaire due à l'ensemble des opérations effectuées au sein et en dehors du périmètre pour produire et distribuer l'énergie consommée (chaîne d'approvisionnement mondiale), on applique les facteurs d'énergie primaire aux quantités d'énergie finale consommées. De manière analogue, on calcule les émissions de GES générées au sein et en dehors du périmètre en appliquant les coefficients d'émission de GES aux quantités d'énergie finale consommées.

Cette manière de procéder a notamment les conséquences suivantes :

- Ne sont pas comptabilisées dans le bilan de la collectivité territoriale considérée : la consommation d'énergie primaire ni les émissions de GES liées à la consommation de biens ou de services importés, ou dues à des déplacements en dehors du périmètre en question effectués par des personnes domiciliées au sein du périmètre (p. ex. pour la Suisse, les émissions occasionnées par le voyage en avion d'une personne domiciliée en Suisse entre Francfort et New York).
- Sont en revanche comptabilisées dans le bilan de la collectivité territoriale : la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES générées 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 en dehors du périmètre considéré.

Mix électrique

La détermination de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES liées à la consommation d'électricité d'une collectivité territoriale se fonde sur le volume moyen d'électricité livré, pondéré en fonction du mix des fournisseurs, lequel est établi sur la base des données fournies par les entreprises d'approvisionnement en énergie dans le cadre du marquage de l'électricité. Doit également figurer au bilan l'énergie produite par la collectivité pour sa propre consommation.

Les garanties d'origine déterminent la qualité de l'électricité prise en compte dans le bilan. Pour satisfaire à l'objectif d'accroissement de la « production indigène moyenne d'électricité issue d'énergies renouvelables » (art. 2, al. 1 LEne), il est vivement recommandé d'acheter des garanties d'origine établies par des centrales suisses ou dans le cadre de participations dans des centrales étrangères, en veillant à coupler la quantité d'électricité acquise et la garantie d'origine, c'est-à-dire en les achetant toutes deux auprès de la même installation de production⁴⁹. Cette recommandation deviendra une règle contraignante au plus tard lors de la prochaine mise à jour du présent document.

⁴⁹ Les garanties d'origine (qualités de courant) sont généralement achetées séparément de l'électricité (production et livraison physiques). Les fournisseurs d'électricité peuvent fournir à leurs clients du courant qualifié de « renouvelable », apparaissant sur la déclaration d'origine sous « Hydraulique Europe », mais qui est en fait produit dans des centrales nucléaires suisses, s'ils ont p. ex. acheté des garanties d'origine auprès de centrales hydrauliques norvégiennes. De tels « produits globaux » ne contribuent pas à l'accroissement de la production indigène d'électricité issue d'énergies renouvelables tel que spécifié à l'art. 2, al. 1 LEne. Le fait d'acheter les qualités de courant et l'électricité (production physique) auprès d'une seule et même centrale permet de remédier à cette situation.

Les qualités de courant non vérifiables achetées par les gros consommateurs sur le marché libre sont modélisées sur la base du mix électrique européen moyen.

Suisse : on pondère l'électricité fournie en fonction du mix des fournisseurs suisses, conformément aux données les plus récentes de l'OFEN sur le marquage de l'électricité. Les produits électriques certifiés vendus sur un marché distinct ne font pas partie du mix des fournisseurs suisses. On tient compte des quantités de courant fournies mais non vérifiables, qui sont modélisées sur la base du mix électrique européen. Depuis le 1^{er} janvier 2018, la mention « agents énergétiques non vérifiables » n'est plus autorisée⁵⁰.

Biogaz

- Définition** Gaz issu de la fermentation ou de la gazéification de biomasse (et/ou de déchets).
- Renouvelable** Le biogaz est considéré comme **100 % renouvelable ou produit à partir de déchets** (voir le tableau 11, page 35).
- Effet de serre** Pris en compte sur l'ensemble du cycle de vie, l'**effet de serre** du biogaz est deux fois moins important que celui du gaz naturel (selon son usage)⁵¹.
- Énergie primaire** Le **facteur d'énergie primaire** (total) du biogaz est environ trois fois moins important que celui du gaz naturel (selon son usage)⁵¹.
- Position de l'OFEN**⁵² « *La Suisse doit exploiter autant que possible son propre potentiel de biogaz. Le biogaz doit être produit en premier lieu en Suisse et son importation ne doit intervenir qu'à titre complémentaire.* »
- Importations** En vertu des présents principes directeurs relatifs à la Société à 2000 watts, les garanties d'origine pour le biogaz importé *ne peuvent pas* être prises en compte.

Justification : tant qu'il n'existera pas, pour le biogaz importé, de système de certificats reconnu sur le plan international et qui fonctionne de manière cohérente au sein des pays concernés et au niveau transfrontalier, l'effet de serre réduit du biogaz par rapport à celui du gaz naturel ne pourra être pris en considération que dans le pays de production. La prise de position de l'OFEN (notamment le point 4)⁵² fournit quelques précisions à ce sujet :

« Régime en vigueur pour les importations de biogaz : lorsque par exemple du biogaz est injecté dans le réseau de gaz en Allemagne, puis livré contractuellement à un utilisateur suisse, c'est du gaz naturel qui est importé en Suisse sur le plan physique et d'après le droit douanier. Si l'importateur suisse se procure un certificat attestant de la plus-value écologique du biogaz, il importe du biogaz dit virtuel. Le biogaz importé virtuellement est dédouané en tant que gaz naturel et n'est pas comptabilisé comme du biogaz dans l'inventaire des gaz à effet de serre, puisque ce sont les émissions de CO₂ du gaz naturel effectivement importé qui sont indiquées. La législation en vigueur

⁵⁰ <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiqués/msg-id-74577.html> (page consultée le 27.02.2020)

⁵¹ Source : « Données des écobilans dans la construction 2009/1:2016 », page 16, lignes 41.002 + 41.009

https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (page consultée le 24.08.2020)

⁵² Source : Rôle futur du gaz et de l'infrastructure gazière dans l'approvisionnement énergétique de la Suisse, OFEN, octobre 2019 :

<https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/versorgung/fossile-energien/erdgas/gasversorgungsgesetz.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRTaW4uY2gvZnIvcHVibGJlYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvOTgyMw==.html>

ne permet pas de faire valoir un allègement au titre de l'impôt sur les huiles minérales ou une exemption de la taxe sur le CO₂ pour le biogaz importé (virtuellement). »

→ La comptabilisation du biogaz importé induirait un bilan d'émissions réduit dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre. Cela ne serait possible que via des traités internationaux, qui restent encore à définir. C'est la raison pour laquelle les présents principes directeurs n'admettent pour l'heure pas la prise en compte des garanties d'origine se rapportant au biogaz importé.

Mobilité

Dans les collectivités territoriales⁵³ telles que les pays, les cantons, les régions, les communes ou les villes, il est nécessaire de passer par des modèles mathématiques et des hypothèses pour quantifier la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES liées aux différents moyens de transport. 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 dans le périmètre du bilan
- T2 Évaluation des flux de trafic sur la base de modèles dans le périmètre du bilan

V. Principe du pollueur-payeur :

- V1 Mobilité moyenne par personne dans le périmètre du bilan
- V2 Nombre de véhicules immatriculés dans le périmètre du 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 l'utilisation moyenne effective de la flotte de véhicules. La section 5.5 fournit des précisions à ce sujet.

Valeurs effectives et valeurs cibles

Les **valeurs effectives** déterminées pour les cantons, les régions, les communes et les villes peuvent, pour des raisons structurelles, diverger considérablement des moyennes nationales indiquées au chapitre 2. Les **objectifs** de réalisation de la Société à 2000 watts peuvent tenir compte de la situation spécifique de ces collectivités territoriales (canton, région, commune ou ville). Il est également possible de reprendre les valeurs cibles nationales indiquées au chapitre 2.

Pour les adaptations optionnelles des objectifs applicables à ces collectivités territoriales (cantons, régions, communes ou villes), on s'appuiera sur les valeurs cibles de la Suisse, que l'on adaptera proportionnellement en leur appliquant des **facteurs de réduction spécifiques**. On obtient ainsi des facteurs de réduction pouvant être appliqués indépendamment des valeurs effectives⁵⁴.

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 à l'échelle du pays tout entier (3000 watts d'ici à 2030, p. ex.). Le même raisonnement s'applique par analogie aux communes dont les valeurs effectives sont plus élevées que la moyenne nationale. Les facteurs

⁵³ La procédure est différente pour la mobilité induite par les utilisateurs des bâtiments / sites (voir les cahiers techniques SIA 2040 et SIA 2039).

⁵⁴ Les facteurs de réduction applicables dépendent néanmoins de l'année d'établissement du premier bilan (voir l'annexe 6.16).

de réduction appliqués jusqu'en 2017 sont indiqués à l'annexe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden**.. Ils sont mis à jour dans les *Facts & Figures* sur la Société à 2000 watts publiés chaque année par le Secrétariat de la Société à 2000 watts⁵⁵.

La figure 11 montre 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 1), égales à la moyenne suisse (Suisse) et inférieures à la moyenne suisse (commune 2). 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 situation initiale.

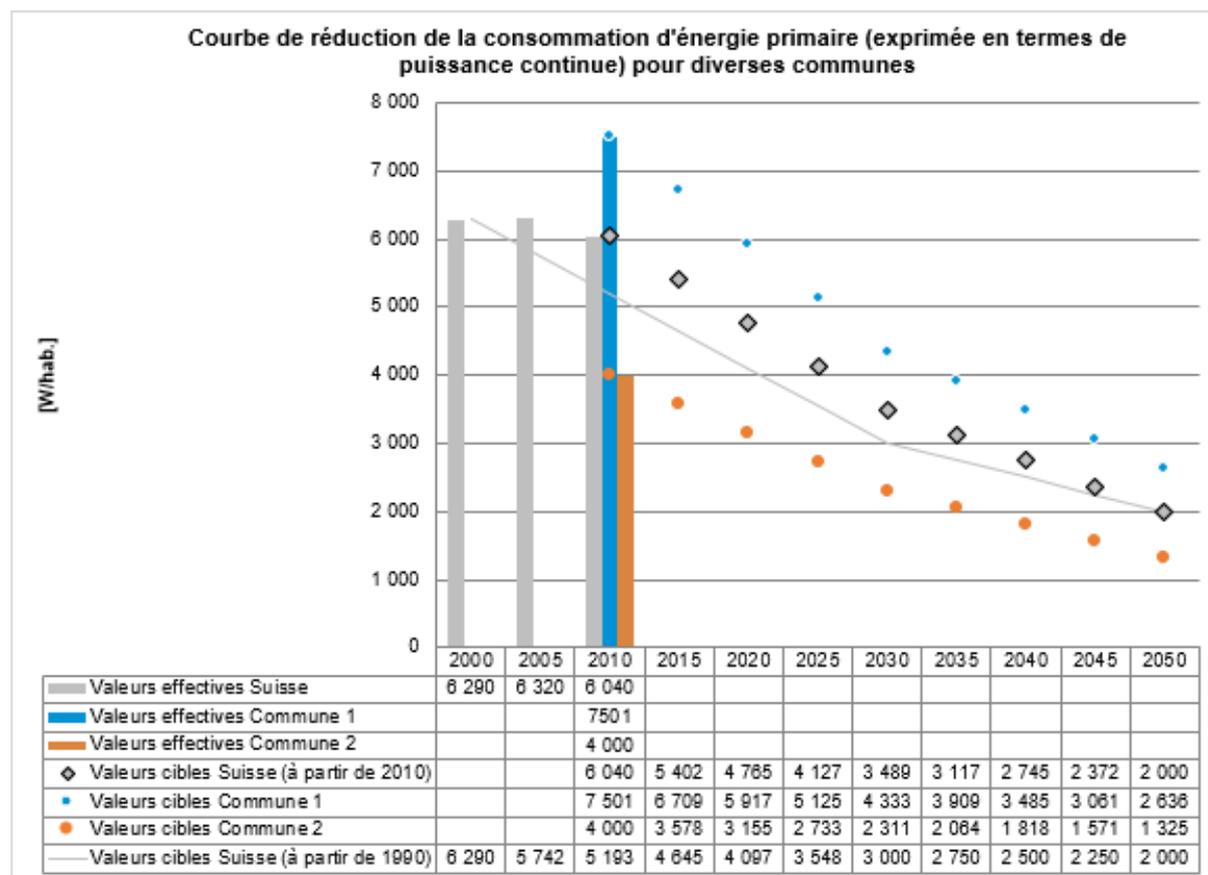


figure 11 : Objectifs de consommation d'énergie primaire pour diverses communes et années de démarrage

Pour déterminer les objectifs de réduction, on se base sur les **valeurs cibles nationales** de « 2000 watts par personne pour l'énergie primaire d'ici à 2050 » et de « zéro tonne d'émissions de GES par personne et par an d'ici à 2050 ». Pour déterminer les objectifs de réduction à l'échelon des cantons, des régions, des communes ou des villes, il est possible d'utiliser soit les valeurs cibles nationales (voir le chapitre 2) soit des facteurs de réduction (voir l'annexe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden**).

Les cantons, régions, communes ou villes se différencient entre eux et par rapport à la moyenne suisse, d'une part par leurs caractéristiques propres – prestations qu'ils sont susceptibles de fournir en tant que centre régional (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 – et d'autre part en fonction des prestations déjà fournies. Malgré tout ou précisément de ce fait,

⁵⁵ Voir <https://www.local-energy.swiss/fr/programme/2000-watt-gesellschaft.html#/> (page consultée le 01.05.2019).



on doit pouvoir tenir compte de la **situation particulière de la commune considérée** lors de la détermination des valeurs cibles. Il peut être dérogé aux valeurs cibles et aux facteurs de réduction spécifiés dans les présents principes directeurs à la condition d'en préciser les raisons. Des aspects tels que l'arrivée ou le départ de grandes industries ou de pans entiers de production ont également un impact sur le bilan global d'une collectivité territoriale, et doivent être pris en considération dans le monitoring et la définition des valeurs cibles.

Étant donné que les cantons, régions, communes ou villes diffèrent fortement les uns des autres à la fois sur le plan structurel et sur le plan des prestations déjà fournies, il n'est ni intéressant **ni utile** de procéder à des **comparaisons quantitatives** des valeurs effectives statiques. Les valeurs effectives et les valeurs cibles déterminées sont plutôt destinées à mettre en évidence 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 mettre en œuvre les mesures adéquates.

4.3 Bâtiments et sites

En Suisse, une large part de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES est imputable aux bâtiments : la construction (et la démolition⁵⁶) des bâtiments, leur exploitation tout au long de leur cycle de vie et la mobilité induite par leur utilisation requièrent de l'énergie et génèrent des émissions de GES.

Sur le plan qualitatif, les trois grands objectifs formulés dans les présents principes directeurs peuvent ainsi être transposés, pour les bâtiments et les sites, aux domaines de la construction, de l'exploitation et de la mobilité (voir la figure 12).

Objectifs (territoriaux) pour la Suisse, à atteindre en 2050 au plus tard	Objectifs pour les bâtiments et les sites de la Société à 2000 watts découlant des trois objectifs territoriaux définis pour la Suisse (2000 watts neutralité carbone 100 % renouvelables)		
	Exploitation du bâtiment : Besoins en énergie et agents énergétiques pour l'exploitation du bâtiment (hors mobilité)	Construction du bâtiment : Fabrication des matériaux de construction et processus de construction (y compris préservation de la valeur, démolition et élimination)	Mobilité induite par l'utilisation du bâtiment : L'utilisation du bâtiment induit de la mobilité (construction, exploitation et élimination des véhicules et de l'infrastructure)
Utilisation efficace de l'énergie « 2000 watts de puissance continue par personne pour l'énergie primaire »	Réduire au maximum les besoins en énergie	Réduire au maximum les besoins en énergie (grise) liés aux processus de construction et à la fabrication des matériaux de construction	Réduire au maximum les besoins en énergie liés à la mobilité induite par l'utilisation du bâtiment (exploitation)
Neutralité carbone « aucune émission de GES par personne pour la consommation d'énergie »	L'objectif est atteint si le bâtiment n'émet pas de GES.	Réduire au maximum les émissions (grises) liées aux processus de construction et à la fabrication des matériaux de construction	Pas d'énergie fossile pour la mobilité induite par l'utilisation du bâtiment (exploitation)
100 % d'énergie renouvelable « approvisionnement en énergie finale à 100 % renouvelable »	L'objectif est atteint si l'approvisionnement énergétique du bâtiment est à 100 % renouvelable.	<i>Non applicable</i>	Énergie à 100 % renouvelable pour la mobilité induite par l'utilisation du bâtiment (exploitation)

figure 12 : Exigences posées aux bâtiments et aux sites en vertu des objectifs territoriaux définis dans les présents principes directeurs

Sur le plan quantitatif, les trois grands objectifs formulés dans les présents principes directeurs pour la collectivité territoriale que constitue la Suisse ne peuvent pas être traduits directement à l'échelle des bâtiments

⁵⁶ Selon le cahier technique SIA 2032 « Énergie grise des bâtiments », la démolition fait partie du processus de construction.

et des sites. En effet, la période sur laquelle s'étend le bilan⁵⁷, l'unité utilisée⁵⁸ et l'horizon temporel⁵⁹ ne sont pas les mêmes dans tous les cas. La définition de valeurs indicatives et de valeurs cibles pour les bâtiments à partir des objectifs territoriaux ne va donc pas de soi.

Dans la mesure où les présents principes directeurs n'ont pas vocation à lancer un catalogue d'exigences supplémentaires pour les bâtiments et les sites, nous n'entendons pas donner ici de définition plus précise des « bâtiments compatibles 2000 watts ». Nous nous contenterons d'examiner comment l'on peut « construire pour la Société à 2000 watts » dans le cadre des certifications énergétiques et climatiques existantes (voir la « convention » ci-dessous)⁶⁰.

Convention : construire pour la Société à 2000 watts

SuisseEnergie pour les communes et la Commission technique Énergie de l'Association suisse Infrastructures communales (ASIC) publient régulièrement des normes pour des bâtiments respectueux de l'énergie et de l'environnement (« Standard Bâtiments », dernière édition : 2019). Les exigences en termes de consommation énergétique et de respect du climat fixées dans ce standard se fondent sur les normes et labels existant en Suisse, et sont regroupées en sept thématiques⁶¹. Si cette publication s'adresse en premier lieu aux maîtres d'ouvrage publics ou à ceux bénéficiant d'un soutien des pouvoirs publics, elle se veut également un guide pratique pour les maîtres d'ouvrage privés soucieux de « construire pour la Société à 2000 watts ».

Construire pour la Société à 2000 watts implique de se conformer aux prescriptions du « Standard Bâtiments » publié par SuisseEnergie / l'ASIC.

Ces normes de construction, mises à jour tous les quatre ans⁶², sont appliquées dans un grand nombre de villes et de communes⁶³.

Quel est l'apport de « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » (cahier technique SIA 2040:2017) ?

Les critères d'attribution du certificat « Site 2000 watts » et du label SNBS (voir « Famille des labels du bâtiment reconnu par l'OFEN pour le parc immobilier suisse 2050 », page 45) ont été définis sur la base du cahier technique SIA 2040:2017 « La voie SIA vers l'efficacité énergétique », qui fixe les valeurs cibles pour les besoins en énergie primaire et les émissions de GES des bâtiments (domaines de la construction, de l'exploitation et de la

⁵⁷ L'évaluation s'effectue pour les collectivités territoriales « dans un contexte d'exploitation réelle » (sur une année, p. ex.), tandis qu'il est plus judicieux, pour les bâtiments et les sites, de considérer l'entier de leur cycle de vie (60 ans, p. ex.).

⁵⁸ La consommation d'énergie primaire et les émissions de GES sont rapportées « par habitant » pour les collectivités, mais « pour une surface de référence énergétique donnée [exprimée en m²] » ou indirectement « par utilisateur » (habitant, employé) pour les bâtiments. Ces deux unités se trouvent réunies dans la « surface par personne » [m² par utilisateur].

⁵⁹ Une année spécifique (p. ex. 2050) pour les collectivités, l'objectif de statu quo (« maintenant ») ou une exigence valable sur tout le cycle de vie pour les bâtiments et les sites.

⁶⁰ La famille des labels du bâtiment reconnu par l'OFEN pour le parc immobilier suisse 2050 compte quatre labels / certificats : <http://www.cecb.ch/>, www.minergie.ch, <https://www.nnbs.ch/fr/snbs-batiment> et www.2000watt.swiss

⁶¹ 1) Nouvelles constructions 2) Constructions existantes 3) Utilisation efficace de l'électricité 4) Énergies renouvelables pour la chaleur 5) Santé et construction durable 6) Mobilité 7) Exploitation

⁶² <https://www.local-energy.swiss/fr/arbeitsbereich/energiestadt-pro/werkzeuge-und-instrumente/gebaeudestandard.html#/>

⁶³ https://www.local-energy.swiss/dam/jcr:3fcc5d9c-81ad-40da-95dd-2a4f49e5ceff/Liste_Gebaeudestandard.pdf

mobilité induite, voir la figure 12)⁶⁴. Alors que pour les unités territoriales, on prend uniquement en compte les aspects de l'exploitation et de la mobilité à un moment donné, le bilan énergétique des bâtiments est établi sur l'ensemble de leur cycle de vie. L'énergie finale est pondérée avec les facteurs d'énergie primaire non renouvelable et les coefficients d'émission de GES des agents énergétiques, soit avec les mêmes facteurs et coefficients que ceux appliqués pour le bilan des collectivités territoriales (KBOB, « Données des écobilans dans la construction »).

La figure 6 délimite le système « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » par rapport aux collectivités territoriales d'une part, et aux individus / ménages d'autre part. En plus des besoins en énergie primaire et des émissions de GES dues à la consommation directe d'énergie finale, le cahier technique SIA 2040 prend en compte les besoins en énergie primaire et les émissions de GES :

- découlant des matériaux (importés⁶⁵) nécessaires à la construction des bâtiments, ainsi que des infrastructures et des véhicules (mobilité),
- découlant de la production de matériaux de construction en Suisse, émissions induites comprises, p. ex. celles de l'industrie du ciment (construction).

Les émissions incluses dans les biens de consommation produits en Suisse et les biens de consommation importés, ainsi que les émissions générées par l'agriculture et la mobilité occasionnelle (trafic aérien compris) ne sont pas prises en compte.

Les exigences formulées dans « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » (valeurs indicatives, valeurs cibles, performances requises supplémentaires) ont été définies selon une approche descendante (top down) à partir des objectifs intermédiaires fixés pour l'année 2050 (Concept pour l'établissement du bilan 2014). Leur faisabilité a été vérifiée selon une approche ascendante (bottom-up) à l'aune des moyens et technologies existants et des données des écobilans de l'année 2014. Les incidences sont notamment les suivantes :

- Du point de vue *methodologique*, « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » peut être placée dans le contexte des objectifs territoriaux de la Société à 2000 watts.
- Si les *valeurs indicatives*, les *valeurs cibles* et les *performances requises supplémentaires* définies reflètent ce qui est aujourd'hui réalisable dans les domaines de l'exploitation, de la construction et de la mobilité induite (meilleures pratiques), elles ne correspondent pas encore à l'objectif visé dans les présents principes directeurs, à savoir zéro émission de GES liée à la consommation d'énergie (voir les propositions de procédure d'adaptation à l'annexe 6.9, Perspective pour le secteur du bâtiment).

Information : famille des labels du bâtiment reconnus par l'OFEN pour le parc immobilier suisse 2050

La famille des labels du bâtiment reconnus par l'OFEN pour le parc immobilier suisse 2050 comprend quatre certifications : le certificat énergétique cantonal des bâtiments CECB, les labels Minergie, le Standard Construction durable Suisse (SNBS) et le label « Site 2000 watts ».

⁶⁴ Concernant l'exécution, voir le « Cahier des charges pour la vérification des projets de construction selon la méthode du cahier technique SIA 2040 », SuisseEnergie pour les communes, juin 2019 : <https://www.2000watt.swiss/fr/bibliothek.html> (page consultée le 27.02.2020).

⁶⁵ Tous les matériaux de construction pour ce qui concerne les bâtiments, uniquement les matériaux importés pour ce qui concerne le secteur suisse du bâtiment et la Société à 2000 watts pour la Suisse.

CECB⁶⁶

Le CECB est utilisé aussi bien pour les rénovations que pour les nouvelles constructions. Pour les bâtiments existants, l'état énergétique réel peut être calculé avec le CECB de base et un projet de rénovation peut être défini avec le « CECB Plus ». Pour les bâtiments neufs, le « CECB Nouveau Bâtiment » permet de comparer ultérieurement les valeurs planifiées pour les projets de construction avec la consommation énergétique effective. Le CECB évalue uniquement le domaine de l'exploitation. Sa méthodologie d'établissement du bilan se fonde sur la norme SIA 380 et le cahier technique SIA 2031 (même approche que celle de « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » pour le domaine de l'exploitation). Les facteurs nationaux sont utilisés pour la pondération de l'énergie.

SNBS⁶⁷

Couvrant le bâtiment en tant que tel et le site dans son environnement, le Standard Construction durable Suisse (SNBS) définit des exigences de construction durable dans douze sous-domaines. Il permet d'intégrer dans la planification, la construction et l'exploitation les besoins de la société, de l'économie et de l'environnement – équitablement et le plus exhaustivement possible. Tout le cycle de vie du bien immobilier considéré est pris en compte.

Le SNBS utilise pour l'évaluation de la durabilité du bâtiment dans les sous-domaines « Énergie » et « Climat », les mêmes bases méthodologiques que « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » pour les domaines « Construction », « Exploitation » et « Mobilité » et permet alternativement une évaluation avec les facteurs de pondération nationaux pour l'« Exploitation ». Les valeurs indicatives et les valeurs cibles de « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » ne peuvent être atteintes avec ce standard que s'il y a certification (attribution d'une note relativement élevée dans les sous-domaines pertinents). Les prescriptions relatives à l'énergie primaire et aux émissions de CO₂ (indicateurs SNBS 301 et 302) correspondent aux valeurs cibles du cahier technique SIA 2040:2017 à partir de la note 5, voire 5.5⁶⁸.

Minergie⁶⁹

Les standards Minergie contribuent notablement à la concrétisation des objectifs de la Société à 2000 watts pour les projets de construction. Les standards Minergie, Minergie-P et Minergie-A évaluent au moyen d'indices énergétiques le chauffage, l'eau chaude, la ventilation, le froid, l'éclairage, les appareils, la technique générale du bâtiment, ainsi que l'autoproduction d'électricité. Ils s'appuient sur les facteurs de pondération nationaux (tandis que les présents principes directeurs et « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » font appel aux facteurs d'énergie primaire et aux coefficients d'émission de GES de la KBOB pour établir le bilan des collectivités territoriales). Des exigences sont par ailleurs posées en termes de protection thermique en été, d'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment et de monitoring énergétique. La certification Minergie-ECO (domaine « Construction ») se fonde sur les mêmes critères que « La voie SIA vers l'efficacité énergétique », à savoir le cahier technique SIA 2032, pour l'évaluation de l'énergie (grise). Une compensation entre le standard Minergie (énergie pour le domaine « Exploitation ») et le standard Minergie-ECO (énergie (grise) pour le domaine « Construction ») n'est pas possible. Les standards Minergie ne fixent que peu d'exigences en matière de mobilité (compatibilité avec les développements prévus de l'électromobilité).

⁶⁶ <http://www.cecb.ch/>

⁶⁷ <https://www.nnbs.ch/fr/snbs-batiment>

⁶⁸ « Vergleichende Analyse der energetischen Gebäudebewertung der vier Standards der BFE-Gebäudelabel-Familie », OFEN 2019.

⁶⁹ www.minergie.ch

tableau 12 : Comparaison des exigences de performance Minergie (ECO) et SIA 2040

	CT SIA 2040	Minergie	Minergie-Eco
Pondération de l'énergie finale	Facteurs d'énergie primaire selon la KBOB	Facteurs de pondération nationaux	-
Pondération de l'énergie finale selon les émissions de GES	Coefficients d'émission de GES selon la KBOB	Minergie proscrit depuis début 2020 le recours aux énergies fossiles (exceptions : couverture des pics de consommation et chaleur à distance).	-
Émissions de GES liées à l'exploitation	Exigences explicites selon les normes SIA Valeurs indicatives selon CT SIA 2040		-
Énergie (grise) liée à la construction	Exigences explicites selon CT SIA 2032 Valeurs indicatives selon CT SIA 2040	Minergie seul ne fixe pas d'exigence.	Minergie Eco : applique explicitement le CT SIA 2032. Valeurs indicatives Eco
Performances supplémentaires requises	Exigences sectorielles : valeurs cibles Construction + Exploitation	Divers (env. 8)	-
Mobilité	Exigences explicites selon CT SIA 2039. Mobilité induite incluse dans le bilan Valeurs indicatives selon CT SIA 2040	Compatibilité avec les développements prévus de l'électromobilité	-
Compensation entre les domaines Exploitation et Construction	Possible	Pas possible	
Exécution	Non standardisée (mais possible en partie)	Standardisée	

Les constructions nouvelles et les projets de rénovation qui respectent les valeurs cibles de « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » satisfont généralement aussi aux prescriptions Minergie en matière d'efficacité énergétique. Les labels Minergie garantissent par ailleurs le respect des prescriptions de la nouvelle législation sur l'énergie dans tous les cantons (MoPEC 2014). Pour savoir si un bâtiment certifié Minergie respecte les valeurs cibles de « La voie SIA vers l'efficacité énergétique », une évaluation selon le cahier technique SIA 2040 est en revanche nécessaire. Certaines des données nécessaires (énergie finale pour le chauffage, l'eau chaude, la ventilation, le froid, l'éclairage, les appareils et la technique générale du bâtiment, énergie primaire pour la construction) peuvent dans ce cas être reprises directement du label Minergie ou Minergie-ECO.

Sites 2000 watts⁷⁰

Le certificat « Site 2000 watts » fait lui aussi partie de la famille de labels du bâtiment reconnus par l'OFEN. L'évaluation quantitative d'un site suit la méthodologie de certification « Site 2000 watts »⁷¹, inspirée directement de la méthodologie SIA 2040:2017. Étant donné que les valeurs indicatives, les valeurs cibles et les performances supplémentaires prescrites dans « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » découlent d'exigences liées aux personnes, l'influence de l'occupation des bâtiments peut être prise en compte (sobriété). Le périmètre de bilan

⁷⁰ www.2000watt.swiss

⁷¹ Gugerli *et al.* (2019), Manuel relatif au certificat pour les Sites 2000 watts : https://www.2000watt.swiss/dam/jcr:33d04ff6-d0a5-4f6d-ba13-e162369bba21/2000WA_Manuel_2019_V1%200_191101_FR.pdf (page consultée le 27.02.2020)

englobe l'ensemble du site et non pas seulement le bâtiment considéré. Les valeurs du projet ainsi que les valeurs indicatives, les valeurs cibles et les performances supplémentaires requises pour le site correspondent à la somme des valeurs pour chacun des bâtiments. La méthodologie appliquée pour le développement des sites se distingue de celle de « La voie SIA vers l'efficacité énergétique » sur le plan suivant :

Comme dans le cas du bilan des collectivités territoriales selon les présents principes directeurs, on prend en compte, en plus des émissions de GES et de l'énergie primaire non renouvelable, toute l'énergie primaire, y compris l'autoproduction d'énergie renouvelable au sein du périmètre de bilan. Les valeurs indicatives et les valeurs cibles sont celles indiquées à l'annexe C du cahier technique SIA 2040:2017.

Des exigences complémentaires, concernant notamment la détermination des valeurs de projet et des valeurs d'exploitation, viennent s'ajouter selon la forme de certificat :

- « **En développement** » : cette forme de certificat est applicable aux nouveaux sites en projet ou en construction (à l'état final souhaité, le site ne doit pas avoir repris plus de 20 % du bâti existant). Les valeurs de projet sont définies selon les affectations standard du cahier technique SIA 2040:2017.
- « **En exploitation** » : le calcul des valeurs d'exploitation pour les domaines « Exploitation » et « Mobilité » s'effectue selon le Standard de monitoring 2017 pour les bâtiments et les sites⁷². Les prescriptions pour les différentes catégories d'ouvrages (habitation, administration) peuvent être adaptées en fonction du nombre effectif d'occupants (sobriété). Une plage de tolérance de +10 % s'applique pour le respect des valeurs indicatives, des valeurs cibles et des performances supplémentaires requises.
- « **En transformation** » : cette forme de certificat est attribuée aux sites existants (à l'état final souhaité, le site doit avoir repris plus de 20 % du bâti existant). Sur le modèle des prescriptions du cahier technique SIA 2047:2014 « Rénovation », une courbe de décroissance est définie entre l'état initial et l'état souhaité. La période d'observation prise en compte pour la transformation est de 20 ans maximum.

⁷² Voir Vogel *et al.*, https://www.2000watt.swiss/dam/jcr:ebe17c5a-b973-44d2-9e2c-74baa5fce77d/Standard_Monitoring_2017_V1_O_F_170701.pdf (page consultée le 27.02.2020)

Intégration, dans les présents principes directeurs, de la famille des labels du bâtiment reconnus par l'OFEN

Le document « Vergleichende Analyse der energetischen Gebäudebewertung der vier Standards der BFE-Gebäudelabel-Familie »⁷³ intègre une étude d'impact ponctuelle des émissions de GES (instantané pris à un moment donné). Les quatre labels couvrent des domaines différents et n'utilisent pas les mêmes facteurs de pondération (figure 13).

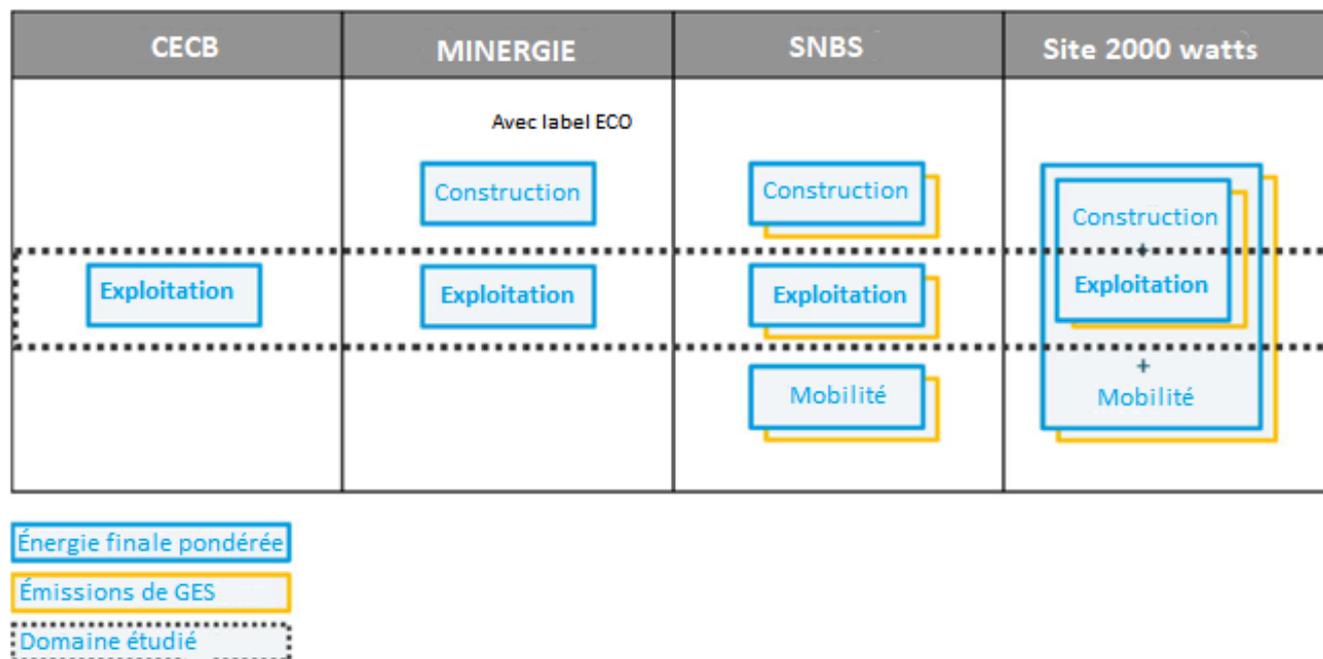


figure 13 : Comparaison des quatre certificats de la famille des labels du bâtiment reconnus par l'OFEN

Le domaine « Exploitation » est le seul pour lequel une comparaison directe soit possible. L'étude d'impact pour ce domaine⁷⁴ montre (figure 13) que ce sont actuellement le certificat « Site 2000 watts » (et « La voie SIA vers l'efficacité énergétique », cahier technique SIA 2040:2017) qui posent actuellement les exigences les plus strictes pour ce qui concerne les émissions de GES.

Tous les types de bâtiment	CECB, y c. classe B	Minergie	Minergie-P	SNBS	Site 2000 watts
Degré de réalisation des objectifs	98 %	56 %	28 %	52 %	27 %
Valeurs cibles pour les émissions de gaz à effet de serre, kg/m² SRE	5	4,4	4,3	3,6	2,8

figure 14 : Degré de réalisation des objectifs et valeurs cibles pour les émissions de GES selon l'étude d'impact (domaine « Exploitation »)

Exemple de lecture (Site 2000 watts) : 27 % des variantes de bâtiment étudiées respectent les valeurs indicatives du label « Site 2000 watts ». La valeur de projet moyenne pour les émissions de GES (éq.-CO₂) est de 2,8 kg/m² de surface de référence énergétique (SRE).

⁷³ «Vergleichende Analyse der energetischen Gebäudebewertung der vier Standards der BFE-Gebäudelabel-Familie», BFE 2019.

⁷⁴ CECB classe B, Minergie-P, SNBS note 4, Site 2000 watts (SIA 2040:2017)

4.4 Industrie, artisanat, agriculture, produits et services

Les facteurs de réduction déterminés pour la Suisse ne peuvent pas être appliqués directement aux entreprises. Pour contrôler et améliorer leur efficacité énergétique et environnementale, les entreprises peuvent recourir à des outils établis tels que ceux développés par la Global Reporting Initiative (GRI)⁷⁵ ou le système de déclaration du Carbon Disclosure Project (CDP)⁷⁶.

Il est également difficile de définir des valeurs cibles absolues pour les produits, dans la mesure où elles dépendent de la quantité de produits fabriqués / consommés. Une déclaration des émissions de GES et de l'utilisation d'énergie primaire pour les produits serait néanmoins souhaitable pour tendre vers la Société à 2000 watts. Elle pourrait être réutilisée dans le domaine des bâtiments (bilan « Construction ») et pour les bilans personnels.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, nous n'avons pas élaboré de règles pour le bilan de l'industrie, de l'artisanat, et de l'agriculture, ni pour les produits et services, ni défini de valeurs indicatives / cibles. Les entreprises sont cependant invitées à utiliser un des outils à leur disposition (GRI ou CDP) dans le cadre d'initiatives cantonales ou communales s'inscrivant dans les objectifs de la Société à 2000 watts. Elles disposeront ainsi d'une base pour contribuer de façon quantifiable à la réduction de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES.

Initiative Science Based Targets

L'initiative Science Based Targets (SBTi)⁷⁷ a été créée en 2015 par le World Resources Institute (WRI), le Pacte mondial des Nations Unies, le CDP, la coalition We Mean Business et le WWF pour inciter les entreprises à aligner à moyen et long termes leurs objectifs de réduction des émissions de GES sur les recommandations de la communauté scientifique, afin de limiter le réchauffement mondial à « nettement moins de 2 degrés » ou « moins de 1,5 degré ». Les objectifs ont été déterminés de manière à ce que la limite de réchauffement ne soit pas dépassée si l'ensemble des entreprises à l'échelle de la planète se fixent des objectifs similaires et que les ménages privés et les acteurs publics parviennent, eux aussi, à réduire leurs émissions dans les mêmes proportions. Les entreprises doivent notamment se fixer des objectifs climatiques pour les émissions des scopes 1 et 2, ainsi que pour les émissions du scope 3 s'il est pertinent de les prendre en compte pour le bilan climatique. 859 (grandes) entreprises dans le monde et 29 entreprises sises en Suisse ont d'ores et déjà déclaré de tels objectifs ou les ont confirmés dans le cadre d'un processus de vérification (état au 17.04.2020, voir <https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action/>). Les entreprises sont elles-mêmes responsables de la réalisation des objectifs fixés. Une procédure simplifiée a été introduite pour les PME. Toutes les entreprises sont invitées à déclarer et mettre en œuvre des objectifs de réduction des émissions permettant de limiter le réchauffement climatique à 1,5 degré.

⁷⁵ www.globalreporting.org

⁷⁶ <https://www.cdp.net/en/companies>

⁷⁷ <https://sciencebasedtargets.org>

4.5 Individus : particuliers et ménages

Principes de l'établissement du bilan

Dans le cas des unités territoriales (Suisse, cantons, régions, communes ou villes), l'établissement du bilan s'effectue selon une approche descendante (dite top-down), les valeurs obtenues étant ensuite converties 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 (calcul de l'empreinte écologique)⁷⁸ ou d'ECOSPEED⁷⁹, ou le calculateur 2000 watts de la ville de Zurich⁸⁰.

Il n'est pas pertinent de comparer un bilan personnel avec celui d'une collectivité territoriale (la commune de résidence, p. ex.). D'une part parce qu'ils reposent sur des approches méthodologiques différentes (top-down / fondée sur l'énergie vs. bottom-up / fondée sur la consommation), d'autre part parce que les données disponibles ne présentent pas le même degré de précision (énergie finale = forte précision ; consommation = grande imprécision).

Différences méthodologiques

La méthodologie utilisée pour établir le bilan n'est pas la même pour les ménages et les individus que pour les collectivités territoriales. Le tableau 12 présente ces différences sur la base d'exemples concernant la consommation d'énergie.

tableau 13 : Différences méthodologiques pour les unités territoriales et les individus / ménages

	Distribution d'agents énergétiques	Suisse	Ménages
Consommation d'énergie des bâtiments d'habitation, des écoles et des bâtiments administratifs en Suisse	Suisse	+	+
Énergie de production vendue pour l'agriculture, l'artisanat et l'industrie (marché intérieur)	Suisse	+	+
Énergie de production vendue pour l'agriculture, l'artisanat et l'industrie (marché intérieur d'exportation)	Suisse	+	-
Carburant vendu à des consommateurs résidant en Suisse	Suisse	+	+
Carburant vendu à des étrangers ⁸¹ et à des entreprises de transport étrangères	Suisse	+	-
Carburant vendu à l'étranger à des consommateurs résidant en Suisse	Étranger	-	+
Énergie destinée à la fabrication des produits semi-finis importés qui serviront à l'industrie d'exportation	Étranger	-	-
Énergie destinée à la fabrication des biens de consommation importés	Étranger	-	+

⁷⁸ www.footprint.ch

⁷⁹ www.ecospeed.ch

⁸⁰ www.stadt-zuerich.ch/2000-watt-rechner

⁸¹ On entend par « étrangers » les personnes qui ne résident pas sur le territoire suisse.

Explication : 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.

Recommandation

L'utilisation d'un des trois calculateurs cités plus haut est recommandée pour évaluer ses besoins personnels en énergie et ses émissions de CO₂, et identifier rapidement son potentiel d'optimisation.

Valeurs cibles pour les individus

Définies à partir de l'énergie finale, les valeurs cibles en termes d'énergie primaire et d'émissions de GES sont « 2000 watts par personne » et « zéro émission d'éq.-CO₂ par personne et par an ».

Si elles sont respectées partout dans le monde, elles le sont aussi avec le calcul selon l'approche bottom-up basée sur la consommation. Les valeurs « 2000 watts par personne » et « zéro émission d'éq.-CO₂ par personne et par an » peuvent donc légitimement s'appliquer aux individus et aux ménages.

En Suisse, où l'on note un solde importateur élevé pour l'énergie (grise) contenue dans les biens et services (la quantité d'énergie et de GES liée aux biens et services importés est nettement supérieure à celle liée aux biens et services exportés), les valeurs cibles déterminées selon l'approche ascendante par individu sont bien plus difficiles à atteindre que celles déterminées par habitant selon l'approche descendante (périmètre du système plus vaste).

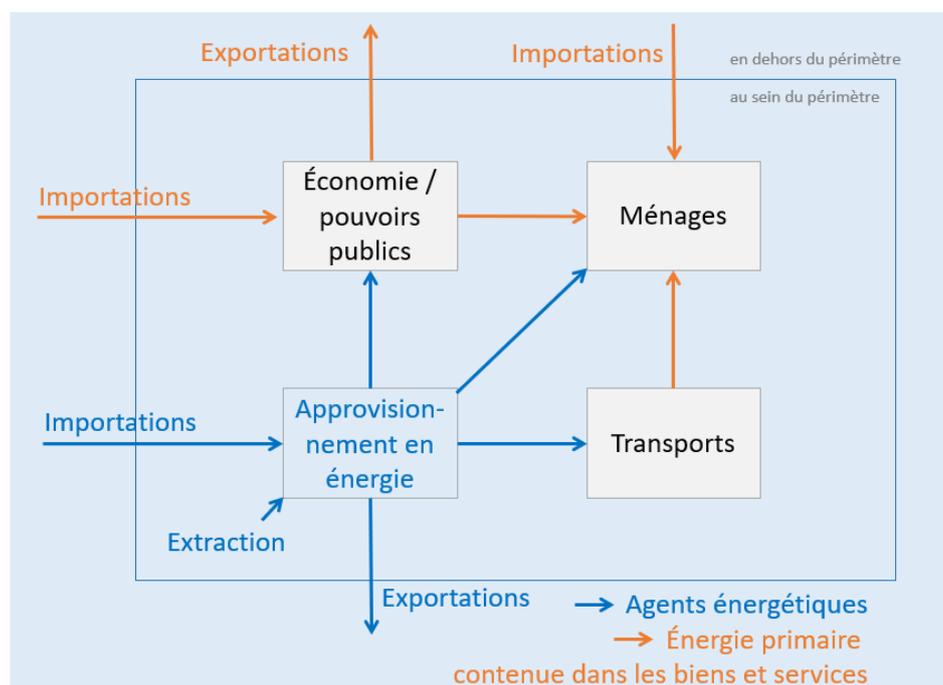


figure 15 : Flux des agents énergétiques ET de l'énergie (grise) contenue dans les biens et services

En 2015, la part étrangère de l'empreinte GES de la Suisse due à la consommation était nettement supérieure à la part intérieure (8 tonnes contre moins de 6 tonnes)⁸².

⁸² Empreintes environnementales de la Suisse, résumé, page 12, figure D : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/publications-etudes/publications/empreintes-environnementales-de-la-suisse.html> (page consultée le 27.02.2020), voir également l'annexe 6.6, figure 23, page 79.

5 Approfondissement de certains points

5.1 Compatibilité 2000 watts

La compatibilité 2000 watts se définit, d'une part, par rapport à la méthode utilisée pour établir le bilan et, d'autre part, par rapport aux valeurs effectives au moment considéré et aux valeurs cibles.

L'établissement d'un bilan est compatible 2000 watts s'il est conforme à la méthode définie par les présents principes directeurs.

Les valeurs cibles sont compatibles 2000 watts si elles correspondent aux valeurs cibles figurant dans le présent document, qui sont fixées en termes absolus pour l'ensemble de la Suisse et doivent, pour les cantons, les régions, les communes et les villes, être déterminées en appliquant des facteurs de réduction aux valeurs effectives au moment considéré⁸³.

5.2 Systèmes d'établissement de bilan des gaz à effet de serre

La Suisse officielle dresse le bilan de ses émissions de gaz à effet de serre selon les lignes directrices fixées par la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dont les présents principes directeurs s'écartent sur certains points (voir la comparaison détaillée figurant au comparaison tableau 14, page 54). Il nous paraît utile de tenir les deux statistiques en parallèle.

Inventaire national des gaz à effet de serre (I GES CH)⁸⁴

L'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre dresse le bilan des émissions de GES générées à l'intérieur des frontières nationales de la Suisse. Il est établi chaque année par l'OFEV conformément aux directives de la CCNUCC, lesquelles constituent la méthode utilisée au plan international pour rendre compte des émissions de GES des différents pays. Cet inventaire est déterminant pour les objectifs de réduction de la Suisse. Depuis 1990, la part des émissions de GES liées aux processus énergétiques (hors émissions des chaînes d'approvisionnement étrangères) a toujours été comprise entre 78 % et 80 %⁸⁵.

Bilan des gaz à effet de serre selon les présents principes directeurs (éq.-CO₂ S2000W)

Les présents principes directeurs prennent en compte les émissions de GES *liées à des processus énergétiques* (et uniquement ce type d'émissions-là) découlant des ventes d'énergie finale à l'intérieur des frontières nationales de la Suisse (énergie dans le *scope 1* selon le *Greenhouse Gas Protocol*) ainsi que les émissions générées en partie à l'étranger par la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques, aussi bien en amont qu'en aval (énergie dans les *scopes 2 + 3* selon le *Greenhouse Gas Protocol*)⁸⁶.

⁸³ Voir l'annexe Figure 25, annexe 6.10.

⁸⁴ Source : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees/inventaire-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre.html>

⁸⁵ Voir l'annexe 6.8.

⁸⁶ Pour la statistique, voir la figure 20, annexe 6.5, page 73.

Comparaison

tableau 14 : Comparaison des systèmes d'établissement de bilan des gaz à effet de serre utilisés en Suisse

Système d'établissement de bilan		I GES CH Inventaire suisse des gaz à effet de serre	éq.-CO ₂ S2000W Principes directeurs pour une Société à 2000 watts
1	Délimitation du système : secteurs inclus dans le bilan	Tous ⁸⁷ (énergie, processus industriels et solvants, agriculture, déchets, etc.) ; sans le transport aérien international (qui fait l'objet d'un bilan, mais n'est pas pertinent pour la fixation des objectifs, p. ex. pour les objectifs 2019 du Conseil fédéral ⁸⁸).	Seulement l'énergie Comprend le trafic aérien international (« carburants d'aviation » dans la statistique suisse de l'énergie)
2	Délimitation du système : processus inclus dans le bilan des émissions liées aux processus énergétiques	Les émissions des processus en amont (chaîne d'approvisionnement) ne sont pas prises en compte ; le bilan ne porte que sur les émissions générées en Suisse aux points d'utilisation de l'énergie (autrement dit lors de la combustion).	Les émissions liées aux processus en amont et en aval (donc celles de la chaîne d'approvisionnement) sont prises en compte ; le bilan inclut toutes les émissions générées jusqu'à la consommation de l'énergie finale, à savoir p. ex. l'extraction du charbon, le raffinage du pétrole brut, le processus de combustion à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre du bilan, etc.
3	Approche Périmètre (pour les émissions liées aux processus énergétiques) Exemples : Émissions dues à l'électricité produite à partir de charbon qui est importée Émissions dues à l'électricité produite par des UIOM qui est exportée	Émissions générées sur le territoire considéré par la production d'énergie sur le territoire en question : Principe de la production ; Le bilan porte sur les émissions générées localement par l'ensemble de l'énergie produite en Suisse (quel que soit le lieu où elle est consommée) Ne font pas partie du bilan Font partie du bilan	Ensemble des émissions dues à la consommation d'énergie sur le territoire considéré : Principe du consommateur / des ventes / de la consommation ; Le bilan porte sur l'ensemble des émissions dues à l'ensemble de l'énergie consommée en Suisse (quel que soit le lieu où elle a été produite). Font partie du bilan Ne font pas partie du bilan
4	Part des émissions de GES liée aux processus énergétiques	1990 – 2017 : 78 % à 81 % Scénario 2030 : 78 % ⁸⁹ Scénario 2050 : 63 % ⁸⁹	100 % 100 % 100 % (Les émissions non liées aux processus énergétiques ne sont pas comptabilisées, voir 1 ^{re} ligne)
5	Facteur d'émission en t CO ₂ eq / TJ <i>Exemples:</i> Benzine Gaz naturel Copeaux de bois Electricité PV du réseau Electricité	«Inventaire des émissions de gaz à effet de serre» Pied de page 90 73.8 56.4 0 0 toujours 0	«Recommandations de la KBOB écobilans dans la construction» Pied de page 91 88.6 63.3 2.9 26.4 selon la qualité de l'électricité

⁸⁷ Voir le fichier Excel « Évolution des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse depuis 1990 », <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees/inventaire-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre.html> (page consultée le 27.02.2020)

⁸⁸ Voir le document de travail de l'OFEV daté du 26.02.2020 : <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/klima/fachinfo-daten/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf.download.pdf/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf>

⁸⁹ Pronostics établis par les auteurs après consultation de l'OFEV, voir aussi l'annexe 6.10.

⁹⁰ «Inventaire des émissions de gaz à effet de serre» <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/daten-indikatoren-karten/daten/treibhausgasinventar.html> (page consultée le 27.02.2020)

⁹¹ «KBOB Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich» https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/publikationen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (page consultée le 27.02.2020)

Système d'établissement de bilan		I GES CH Inventaire suisse des gaz à effet de serre			éq.-CO ₂ S2000W Principes directeurs pour une Société à 2000 watts		
6	Statistiques en [t d'éq.-CO ₂ /hab.]		I GES total	I GES énergie		VS « I GES total »	VS « I GES énergie »
		1990	7,9 t	6,2 t (78,5 %)	8,8 t	+11 %	+40 %
		2000	7,3 t	5,9 t (80,8 %)	8,6 t	+18 %	+46 %
		2010	6,9 t	5,5 t (79,7 %)	7,8 t	+13 %	+41 %
		<p>Par le passé, les émissions de GES, tant totales que liées aux processus énergétiques, ont toujours été plus élevées selon le système « éq.-CO₂ S2000W » que selon l'« I GES CH ».</p> <p style="text-align: center;">Monitoring des émissions de GES de la Suisse en t par hab.</p>					
7	Principes	<p>Le bilan est établi selon des lignes directrices et des normes internationales.</p> <p>Il présente un caractère juridiquement contraignant.</p> <p>Il indique les émissions effectives générées à l'intérieur des frontières d'un pays.</p>	<p>Approche globale : on recense l'ensemble des émissions de GES générées dans le monde par la consommation locale d'énergie.</p> <p>Approche axée sur l'action : il s'agit de dresser le bilan, de surveiller et de réduire les émissions liées aux processus énergétiques relevant de la sphère d'influence des consommateurs d'énergie (au nombre desquels figurent notamment les pouvoirs publics, l'industrie et les ménages privés).</p>				
8	Public cible / utilisateurs	Essentiellement les milieux politiques nationaux et internationaux ainsi que les décideurs, mais aussi p. ex. les milieux scientifiques, les groupes d'intérêts et leurs représentants au sein des différents secteurs (associations faitières, etc.) ou, de manière générale, le grand public.	Les milieux politiques, surtout nationaux, et les décideurs, mais surtout les responsables communaux et cantonaux (étant donné l'influence qu'ils exercent sur les particuliers, les ménages, l'industrie et l'artisanat) ; certains particuliers ayant un pouvoir décisionnaire (propriétaires, maîtres d'ouvrage)				
9	Compensation (à l'étranger)	Dans le cadre des objectifs fixés en matière de politique climatique, la loi suisse autorise la prise en compte, pour la réalisation de l'objectif, de réductions d'émissions de GES obtenues à l'étranger. Le Conseil fédéral ⁹² fixe le nombre de certificats de réduction des émissions étrangers pouvant être imputés et les branches autorisées à bénéficier de ce mécanisme. L'objectif climatique de la Suisse pour 2050 (neutralité carbone) n'est soumis à aucune restriction concernant la part des réductions à réaliser en Suisse ou à l'étranger ⁹³ .	La prise en compte de certificats de gaz à effet de serre, d'attestations et d'autres mécanismes de compensation, même provenant de Suisse (voir la section 5.4), n'est pas admise par la méthode Société à 2000 watts.				
10	Émissions négatives (puits)	Sont en partie déjà prises en compte ⁹³ .	Les puits ou émissions négatives de longue durée (fixation des gaz à effet de serre durant plus de 100 ans) peuvent, s'ils sont motivés de façon plausible, être pris en compte et intégrés dans le bilan, voir la section 5.4).				

⁹² Voir la nouvelle loi sur le CO₂ (2020 et après)

⁹³ Voir le document de travail de l'OFEV daté du 26.02.2020 : <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/klima/fachinfo-daten/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf.download.pdf/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf>

Constats

1. Il est tout à fait judicieux⁹⁴ d'appliquer en parallèle les deux systèmes d'établissement de bilan en tenant compte des délimitations propres à chacun d'eux ; autrement dit, les faire fusionner n'aurait aucun sens (ce point a été débattu lors de l'élaboration du présent document).

Il convient toutefois de tenir compte du fait qu'au plan international, on travaille de plus en plus avec l'approche des « *scopes* » (définie par le protocole des GES⁹⁵, voir l'annexe 6.8). D'où la nécessité de mettre au point un mode de comparaison simple et transparent, et, surtout, de disposer d'une méthode standardisée permettant de convertir les bilans établis avec la méthode Société à 2000 watts en bilans conformes au *Greenhouse Gas Protocol*, et inversement⁹⁶.

2. Par le passé, les émissions déterminées avec la méthode Société à 2000 watts (éq.-CO₂ S2000W) ont toujours été plus élevées que celles calculées avec la méthode de l'inventaire des gaz à effet de serre. Cette différence est surtout due au fait que la Suisse importe beaucoup de prestations fournies en amont à l'étranger. Il continuera à en être ainsi à l'avenir, mais la différence devrait diminuer, car tous les pays doivent réduire substantiellement leurs émissions.
3. En conséquence, une valeur cible identique (p. ex. « zéro tonne par personne et par an à l'horizon 2050 ») sera toujours plus difficile à atteindre, pour le secteur de l'énergie, avec la méthode Société à 2000 watts (éq.-CO₂ S2000W) qu'au sein de l'inventaire des gaz à effet de serre (I GES CH), car la première, plus complète que le second, inclut la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques.
4. Valeurs cibles pour 2030 en matière de politique climatique : dans le cadre de sa CDN, la Suisse s'est engagée au niveau international à réduire, d'ici à 2030, ses émissions de GES de 50 % par rapport à leur niveau de 1990 (réduction qui peut avoir lieu en partie à l'étranger). Dans le cadre de la révision totale de la loi sur le CO₂, le Conseil fédéral prévoit en outre un objectif de réduction des émissions domestiques de -30 % à l'horizon 2030⁹⁷.
5. En admettant que la population suisse atteigne 9,5 millions d'habitants en 2030, cet objectif signifie que nous serons alors encore autorisés à émettre 4,0 t d'éq.-CO₂ par personne, dont 3,0 pour les processus énergétiques⁹⁸. Cet objectif correspond à la valeur cible fixée par les présents principes directeurs.
6. Valeurs cibles pour 2050 en matière de politique climatique : en été 2019, le Conseil fédéral a fixé l'objectif d'une Suisse climatiquement neutre à l'horizon 2050, à savoir « zéro émission nette » à l'intérieur du cadre d'établissement de bilan fixé par l'inventaire des gaz à effet de serre. Les présents principes directeurs formulent le même objectif pour l'horizon 2050, mais selon le système d'établissement de bilan Société à 2000 watts.

⁹⁴ Voir le Comparaison

tableau 14, page 52. Les différences sont nombreuses : l'I GES CH met l'accent sur les conventions « nationales » et internationales, éq.-CO₂ S2000W sur les villes / communes ; tenue à jour des séries chronologiques ; corrélation avec les instruments choisis pour le suivi.

⁹⁵ Voir <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities> (page consultée le 27.02.2020)

⁹⁶ Des clarifications sont en cours et de premières approches en développement ; coordination et contact : fachstelle@2000watt.ch

⁹⁷ Voir la nouvelle loi sur le CO₂ (2020 ss) : <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20170071>

⁹⁸ Hypothèse : env. 78 %, voir la ligne 4 du tableau 15

5.3 Politique climatique (inter-)nationale et climatologie

GIEC – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Selon le rapport spécial du GIEC publié en octobre 2018⁹⁹, il est indispensable de **réduire les émissions mondiales de GES anthropiques à zéro ou presque d'ici à 2050 environ (2045 – 2055)¹⁰⁰** si l'on veut réussir à limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C (voir la figure 16).

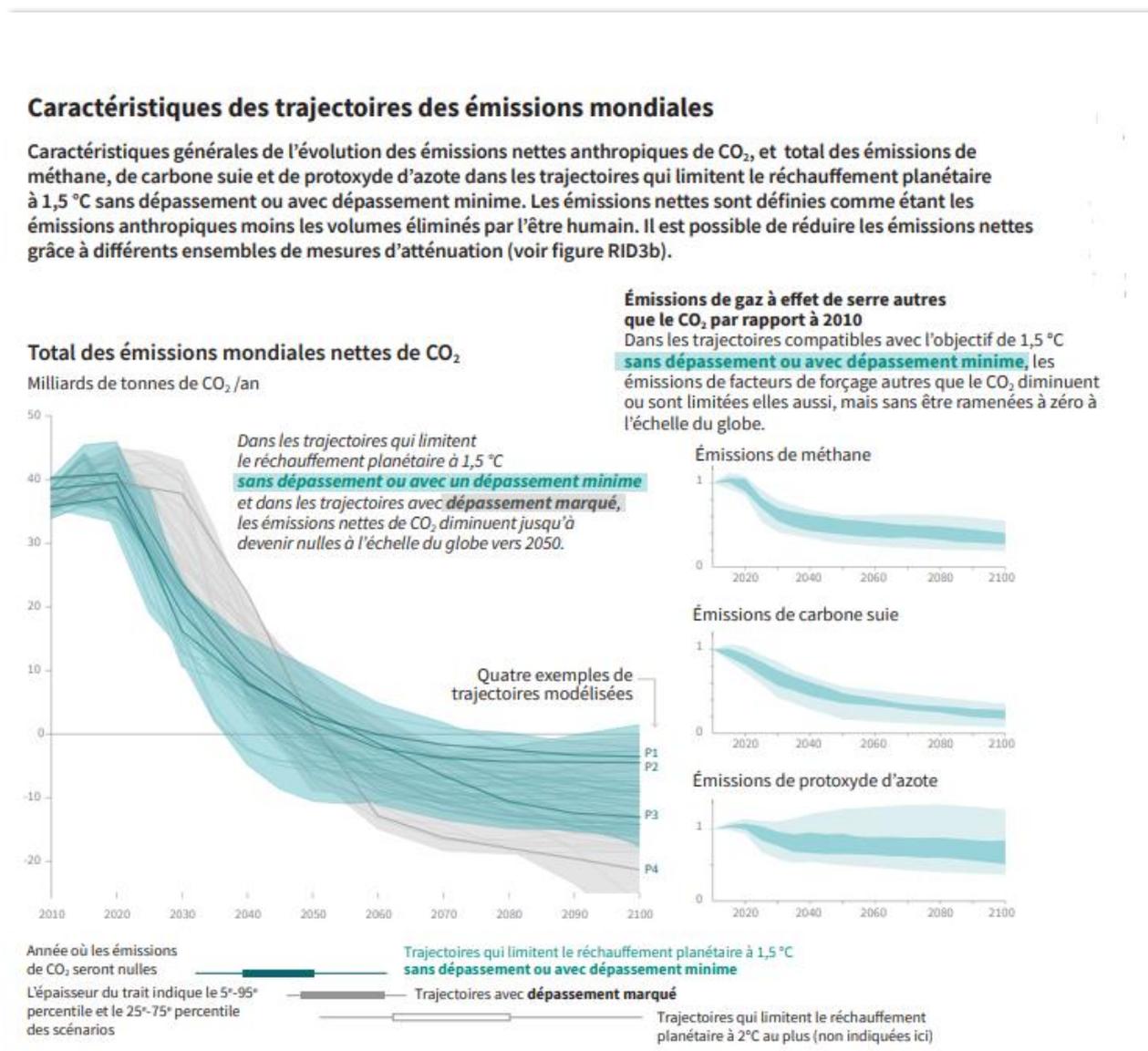


figure 16: Scénarios de réduction des émissions de gaz à effet de serre définis par le rapport spécial du GIEC⁹⁹ pour atteindre l'objectif de 1,5 °C.

⁹⁹ GIEC, Réchauffement planétaire de 1,5 °C. Résumé à l'intention des décideurs, page 15 :

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf (page consultée le 22.02.2020)

¹⁰⁰ La neutralité carbone sera atteinte en 2068 environ (2061-2084) pour tous les GES, voir

<https://climateanalytics.org/publications/2019/insights-from-the-ipcc-special-report-on-1.5c-for-the-preparation-of-long-term-strategies/> (page consultée le 23.03.2020)

L'accord de Paris de 2015

L'accord de Paris exige qu'on limite le réchauffement planétaire à un niveau nettement inférieur à 2°, et si possible à 1,5 °C, par rapport à l'ère préindustrielle. Dans le cadre des CDN¹⁰¹, les pays sont invités à définir des objectifs d'émission qu'ils doivent renforcer progressivement et à établir des rapports sur l'évolution de leurs émissions.

Engagements pris par la Suisse au plan international (CDN Suisse)

En 2017, dans le cadre de sa première CDN (contribution déterminée au niveau national ; en anglais *Nationally Determined Contribution, NDC*¹⁰²), la Suisse s'est engagée au plan international à réduire de moitié ses émissions de GES par rapport à leur niveau de 1990, et ce d'ici à 2030. Si l'on admet que la population suisse aura atteint 9,5 millions d'habitants en 2030¹⁰³, cela signifie que les émissions de GES par personne et par an devront avoir passé **au-dessous de la barre des 3 tonnes d'éq.-CO₂** à ce moment-là, alors qu'elles s'élevaient encore à 7,9 tonnes en 1990.

Dans le cadre de la révision de la loi sur le CO₂, le Conseil fédéral propose en outre d'introduire une règle spécifiant que 60 % de cette réduction doit avoir lieu en Suisse, ce qui correspond à une réduction de -30 % des émissions domestiques de GES d'ici à 2030. Les émissions de GES *purement liées aux processus énergétiques* générées en Suisse devront donc passer de 6,2 tonnes d'éq.-CO₂ par personne et par an (en 1990) à environ **trois tonnes** (en 2030)¹⁰⁴.

Objectifs climatiques nationaux de la Suisse

Art. 3 de la loi du 23 décembre 2011 sur le CO₂ (RS 641.71), actuellement en vigueur

- Al. 1 : « D'ici à 2020, les émissions de gaz à effet de serre réalisées en Suisse doivent être globalement réduites de 20 % par rapport à 1990. Le Conseil fédéral peut fixer des objectifs sectoriels intermédiaires. »
- Al. 2 : « Le Conseil fédéral peut fixer ces réductions de gaz à effet de serre à 40 % au plus conformément aux conventions internationales. De cette réduction supplémentaire, 75 % au plus peuvent être réalisées par des mesures prises à l'étranger. »

Conseil fédéral, août 2019

28.08.2019 Le Conseil fédéral adopte la neutralité carbone d'ici à 2050¹⁰⁵.

La révision totale de la loi sur le CO₂ est actuellement en délibération au Parlement¹⁰⁶.

¹⁰¹ La liste des CDN est disponible sur : <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/Home.aspx> (page consultée le 27.02.2020)

¹⁰² CDN de la Suisse, décembre 2017 : <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/Home.aspx>

¹⁰³ Toutes les hypothèses démographiques concernant la Suisse reposent sur le scénario de référence A-00-2015 de l'OFS (2030 : 9,5 millions d'habitants, 2045 : 10,2 millions d'habitants) : OFS (2015), Scénarios pour la Suisse, page 73 : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/population/evolution-future/scenarios-suisse.html> (page consultée le 05.02.2019)

¹⁰⁴ En supposant que la part des émissions liée aux processus énergétiques reste de 78 % en 2030, voir l'annexe 6.10.

¹⁰⁵ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-76206.html>

¹⁰⁶ Voir : <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20170071>

5.4 Neutralité carbone¹⁰⁷

Un impératif climatologique

Le rapport spécial publié en octobre 2018 par le GIEC le dit clairement : pour limiter le réchauffement planétaire à 1,5 ° Celsius, les émissions mondiales nettes de CO₂ doivent être réduites à zéro d'ici à 2050 au plus tard. En d'autres termes, les émissions anthropogènes de CO₂ doivent être ramenées à zéro ou presque d'ici le milieu du siècle. Tout retard dans l'adoption des mesures nécessaires accroîtra la nécessité des émissions négatives.

Définition du « zéro émission nette »

L'exigence de neutralité carbone signifie qu'il est nécessaire d'instaurer

un équilibre entre les sources et les puits de gaz à effet de serre anthropogènes (créés par l'activité humaine)

en compensant les émissions par des puits technologiques ou naturels (émissions négatives).

Émissions négatives (« puits »)

On distingue deux catégories d'émissions négatives¹⁰⁸ :

1. Puits naturels (existants)¹⁰⁹,

Il s'agit par exemple des capacités d'absorption du CO₂ des forêts, des zones humides, des sols agricoles ou des eaux. Idéalement, les puits naturels sont en équilibre avec les sources naturelles, de sorte que la proportion de gaz à effet de serre dans l'atmosphère reste plus ou moins en équilibre¹¹⁰.

2. Puits technologiques¹¹¹ (y compris l'extension de puits naturels),

Il s'agit par exemple du captage des sources biogènes de CO₂ (p. ex. des émissions générées par le processus de combustion de la part biogène des déchets), suivi de leur stockage pérenne dans le sous-sol.

L'imputation d'émissions négatives pour atteindre l'objectif est en principe admise par les présents principes directeurs (voir la note de bas de 111).

¹⁰⁷ Voir aussi le document de travail de l'OFEV daté du 26 février 2020 :

<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/klima/fachinfo-daten/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf.download.pdf/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf>

¹⁰⁸ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/info-specialistes/objectif-climat2050/technologies-emission-negative.html>

¹⁰⁹ Leur optimisation et leur inclusion dans un bilan à l'échelon des villes et des communes n'a guère de sens ; ces deux opérations doivent être effectuées à l'échelon fédéral.

¹¹⁰ Cet équilibre est mis à mal sous l'effet de la hausse des températures planétaires (point de basculement à 1,5°C) : les sources gagnent en importance (dégradation du pergélisol, p. ex.), tandis que les puits perdent du terrain (diminution de la capacité de stockage des océans, etc.).

¹¹¹ Les technologies des « puits techniques » sont encore en développement, et le débat sur l'imputabilité et l'attribution de leurs prestations n'en est qu'à ses débuts. Diverses études ont été commandées, c'est pourquoi aucune précision n'est donnée à ce stade sur cette question. Il est prévu de définir une approche méthodologique dans la prochaine version de ce document, à paraître vers 2025. Les puits de CO₂ étayés de manière plausible et de longue durée (fixation de CO₂ pendant plus de 100 ans) peuvent toutefois d'ores et déjà être pris en compte et intégrés dans le bilan si la situation le permet.

FAQ

Et après 2050 ?

« Le Conseil fédéral a adopté un objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050. C'est au plus tard à cette date que les émissions de gaz à effet de serre et la réduction de la charge polluante dans l'atmosphère devront parvenir à l'équilibre. Selon les connaissances actuelles, cet équilibre ne saurait en aucun cas constituer un objectif définitif. Les scientifiques estiment que, pour limiter durablement le réchauffement planétaire, le bilan des émissions devra être négatif durant la seconde moitié du siècle, tout au moins dans les pays développés. Les émissions négatives devront donc largement dépasser les émissions restantes (et non pas seulement les compenser). Ce constat souligne la nécessité de réduire les émissions de la manière la plus rapide et la plus exhaustive possible tout en encourageant le développement des technologies d'émission négative ».

Certificats, attestations et autres mécanismes de compensation

Les certificats de CO₂, les attestations et les autres mécanismes de compensation ne remplacent ni les réductions d'émission au sein du périmètre considéré, ni les « émissions négatives »¹¹².

Les présents principes directeurs n'admettent pas la prise en compte de certificats de CO₂, d'attestations et d'autres mécanismes de compensation pour la réalisation des objectifs (pour les trois grands objectifs, voir la section 2.1).

¹¹² En outre : dès lors que tous les pays doivent réduire leurs émissions jusqu'à atteindre la neutralité carbone, le négoce des émissions est voué à disparaître. Les émissions domestiques devront elles aussi être ramenées à zéro à l'horizon 2050, ce qui implique que des investissements devront être réalisés. Acheter des attestations pendant une période transitoire revient, à long terme, à payer deux fois : une première fois pour les attestations acquises et une seconde fois pour les mesures de réduction qui devront de toute manière être prises sur place.

La neutralité carbone selon l'approche des présents principes directeurs :

1. L'objectif premier des présents principes directeurs est de couvrir les 100 % de la consommation énergétique par des énergies de sources renouvelables¹¹³.
2. Il s'agit de cesser d'émettre des gaz à effet de serre, y compris au travers de l'achat d'énergies renouvelables et en tenant compte de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques¹¹⁴.
3. Aussi longtemps que l'objectif du « 100 % renouvelable » n'aura pas été entièrement atteint, et/ou aussi longtemps que certains gaz à effet de serre continueront d'être émis par la chaîne d'approvisionnement permettant de fournir des énergies renouvelables, il sera autorisé et souhaitable de compenser les émissions restantes au moyen de puits de carbone naturels ou technologiques (situés en Suisse ou à l'étranger)¹¹⁵. **Il est toutefois impératif de donner la priorité à la mitigation, c'est-à-dire à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.**
4. La prise en compte de certificats de CO₂, d'attestations et d'autres mécanismes de compensation (suisse ou étrangers) en vue d'atteindre la « neutralité carbone » n'est pas admise.

-
5. Toutes les autres émissions, à savoir celles qui ne sont pas liées aux processus énergétiques, sont également prises en compte, non pas du point de vue quantitatif, mais de celui des actions à entreprendre. Ces émissions-là doivent être réduites progressivement à l'aide de mesures concrètes (voir la section 2.4, Principes d'action)¹¹⁶.

¹¹³ S'agissant de l'électricité, on entend par là que les garanties d'origine du courant fourni doivent se rapporter à 100 % à des sources d'énergie renouvelables ou à de l'électricité produite à partir de déchets.

Les garanties d'origine déterminent la qualité de l'électricité prise en compte dans le bilan. Pour satisfaire à l'objectif d'accroissement de la « production indigène moyenne d'électricité issue d'énergies renouvelables » (art. 2, al. 1 LEne), il est vivement recommandé d'acheter des garanties d'origine établies par des centrales suisses ou dans le cadre de participations dans des centrales étrangères, en veillant à coupler la quantité d'électricité acquise et la garantie d'origine, c'est-à-dire en les achetant toutes deux auprès de la même installation de production (voir la note de bas de page 49, page 42). Cette recommandation deviendra une règle contraignante au plus tard lors de la prochaine mise à jour du présent document.

¹¹⁴ Même avec un approvisionnement en énergie renouvelable à 100 %, certains gaz à effet de serre liés aux processus énergétiques continueront d'être émis – en particulier si l'on tient compte de la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble. Le point 2 exprime donc la volonté de ne plus émettre de gaz à effet de serre pour couvrir les besoins énergétiques d'ici à 2050 au plus tard, même en tenant compte de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

¹¹⁵ Les présents principes directeurs ne précisent pas quelles technologies fournissent véritablement des prestations de puits technique. Cette question sera traitée dans la prochaine version, à paraître vers 2025. Néanmoins, l'exigence à remplir peut d'ores et déjà être formulée : pour pouvoir être inscrits à la rubrique « émissions négatives » d'un bilan de GES, les gaz à effet de serre doivent être éliminés durablement de l'atmosphère, soit pour une durée de 100 ans au moins.

¹¹⁶ Bilanzierungstechnisch werden mit diesem Leitkonzept nur die energiebedingten Treibhausgase berücksichtigt («Energie Scope 1, 2 und 3»). Alle «übrigen Emissionen» (Chemisch-industrielle, geogene, landwirtschaftliche, konsumbedingte)

Note explicative : « la neutralité carbone à l’horizon 2030 », un objectif pour les pouvoirs publics

L’exigence de « neutralité carbone à l’horizon 2030 »¹¹⁷, formulée par différents acteurs, s’entend comme suit dans le présent document :

Pour les collectivités territoriales, l’objectif de « **neutralité carbone à l’horizon 2030** » signifie que tout au moins les pouvoirs publics doivent parvenir d’ici 2030 à couvrir par des énergies de sources renouvelables¹¹⁸ 100 % de leur consommation énergétique (liée entre autres au fonctionnement de l’administration publique, de leurs équipements et des autres biens immobiliers leur appartenant [patrimoine financier]).

werden nicht quantifiziert. Dieses Leitkonzept versteht sich daher quantitativ als «**energiebedingter Beitrag**» an das Netto-Null-Ziel (bzw. an das Ziel einer klimaneutralen Schweiz) – und nicht als umfassende Beschreibung eines gesamtgesellschaftlichen Netto-Null-Konzepts.

¹¹⁷ Voir notamment la décision prise par le législatif de la ville de Zurich : <https://www.nzz.ch/zuerich/gemeinderat-zuerich-will-co2-ausstoss-bis-2030-auf-null-senken-ld.1484044> (page consultée le 25.03.2020)

¹¹⁸ Voir aussi les objectifs sectoriels énoncés à la section 2.2.

5.5 Consommateurs mobiles (dans les collectivités territoriales)

Cette section décrit des bases de calcul possibles pour les consommateurs mobiles (transports) aux fins de l'établissement des bilans de cantons, régions, villes ou communes.

Saisie de la consommation d'énergie et des émissions

La consommation d'énergie primaire et les émissions de GES générées par les transports résultent de l'addition des trois composantes suivantes¹¹⁹ :

1. Transports routiers: → voir ci dessous
 - transport individuel motorisé (TIM),
 - transports publics routiers
 - transport de marchandises
2. Transport ferroviaire longue distance et de marchandises → tableau 16, page 65
3. Transports aériens → tableau 16, page 65

1. Transports routiers

Le calcul de la consommation d'énergie primaire et des émissions de gaz à effet de serre des **transports routiers** s'articule autour de deux principes : le principe de territorialité et le principe du pollueur-payeur.

T Principe de territorialité

T1 Quantités de carburant vendues par an au sein du périmètre considéré

T2 Évaluation des flux de trafic sur la base de modèles au sein du périmètre considéré

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 des ventes de carburant (T1), soit avec l'aide de modèles de trafic (T2) à l'intérieur du périmètre considéré. Les prestations de transport calculées (pour les personnes et les marchandises) sont converties en consommation d'énergie primaire et en émissions de GES en leur appliquant les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émission de GES spécifiques aux systèmes de transport¹²⁰. Ce mode de calcul convient pour les transports publics routiers, le trafic privé et les transports de marchandises.

PP Principe du pollueur-payeur¹²¹ :

PP1 Nombre de voitures de tourisme immatriculées au sein du périmètre du bilan¹²²

¹¹⁹ Le *Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts* publié en 2015 distinguait une quatrième composante, les « Transports publics par rail sur le réseau local (y c. les trolleybus) », qui est maintenant prise en compte par le biais des ventes totales d'électricité sur le territoire de la collectivité considérée.

¹²⁰ www.mobitool.ch (page consultée le 27.02.2020)

¹²¹ Voir l'« exemple » de la page 66.

¹²² Le *Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts* publié en 2015 prévoyait une deuxième variante, intitulée « Mobilité moyenne par personne ». Cette variante a été abandonnée, parce qu'elle est moins parlante que la première, laquelle présente en outre l'avantage de pouvoir être appliquée sans effort par toutes les communes (le nombre de véhicules immatriculés dans chaque commune est connu).

La consommation d'énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre des transports routiers peuvent être extrapolées à partir des valeurs moyennes pour la Suisse appliquées au nombre de véhicules immatriculés (voir le tableau 15, page 65).

tableau 15 : Consommation d'énergie primaire et émissions de GES par voiture de tourisme immatriculée

Par voiture de tourisme immatriculée ¹²³		
	Total énergie primaire	Émissions de GES
Moyenne suisse	1950 watts¹²⁴	4,3 t par an¹²⁴

Avec cette approche méthodologique, les valeurs moyennes d'énergie primaire et de GES par voiture de tourisme immatriculée, déterminées sur la base de la consommation totale d'essence et de diesel en Suisse, synthétisent la consommation d'essence et de diesel de toutes les catégories de véhicules (voitures de tourisme, motos, cars, bus, transport routier de marchandises, etc.)¹²⁵.

2. Transport ferroviaire de marchandises et transport ferroviaire de personnes longue distance + 3. transports aériens : suppléments par habitant

Pour le transport ferroviaire de personnes longue distance et le transport ferroviaire de marchandises, ainsi que pour les transports aériens, on applique des suppléments uniformes sur tout le territoire suisse (voir le tableau 15). 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.

¹²³ État en 2019 : 4,6 millions : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/infrastructures-transport-vehicules/vehicules.html> (page consultée le 27.02.2020)

¹²⁴ Consommation d'essence (98 023 TJ en 2018) et de diesel (116 014 TJ en 2018) totale en Suisse selon la statistique globale de l'énergie, pondérée par les facteurs KBOB correspondants, le tout divisé par le nombre de voitures de tourisme immatriculées en Suisse en 2018 (4,6 millions).

¹²⁵ Remarque : Il existe deux sources officielles de données sur les véhicules immatriculés, l'Office fédéral de la statistique (OFS) et les listes de véhicules à moteur des offices cantonaux de la statistique. Il peut y avoir des divergences entre les données de ces deux sources, essentiellement parce que l'attribution d'un véhicule à un canton et à une commune se fait sur la base de l'adresse du détenteur dans la statistique fédérale et sur la base de l'emplacement du véhicule dans les statistiques cantonales. Exemple : les voitures de location de l'aéroport de Kloten (emplacement Kloten), immatriculées pour la plupart dans le canton d'Appenzell (adresse du détenteur et immatriculation dans le canton d'Appenzell) sont :

- attribuées au canton d'Appenzell dans la statistique de l'OFS (car immatriculées dans ce canton);
- attribuées au canton de Zurich dans les statistiques cantonales, car leur lieu d'utilisation est Kloten (ZH).

L'objectif, pour la prochaine édition des présents principes directeurs, est de supprimer cette incohérence, c'est-à-dire de faire en sorte que la classification cantonale soit prise en compte et mise à disposition de manière centralisée par la Confédération / l'OFS. En effet, dans la perspective de l'établissement du bilan et pour le monitoring des performances des communes en matière de politique énergétique et climatique, le *lieu d'utilisation* des véhicules (statistiques des cantons) est plus pertinent que leur lieu d'immatriculation (statistique fédérale).

tableau 16 : Suppléments pour le transport aérien et le transport ferroviaire de marchandises et de longue distance

Suppléments par habitant		
	Energie primaire globale	Emission de gaz à effet de serre
Transports aériens ^{126 127}	360 watts par habitant	0.8 tonne par habitant par année
Transport ferroviaire de personnes longue distance et transport ferroviaire de marchandises ¹²⁸	140 watts par habitant	0.1 tonne par habitant par année

Exemple de calcul reposant sur le principe du pollueur-payeur

L'exemple ci-dessous permet de comprendre la manière dont on peut estimer la consommation d'énergie primaire due aux transports en suivant le principe du pollueur-payeur. Ce raisonnement vaut également pour l'estimation des émissions de GES. À cette fin, le tableau 17 présente les caractéristiques d'une commune fictive.

tableau 17 : Caractéristiques de la commune fictive

	Unité	Commune fictive
Nombre d'habitants	Personnes	100 000
Nombre de voitures de tourisme immatriculées	Véhicules	55 000

tableau 18 : Consommation totale d'énergie primaire due à la mobilité dans la commune fictive

Énergie primaire	Unité	V1
Transports routiers	watts/personne	1 070 ¹⁾
Transports ferroviaires (marchandises et grandes lignes)	watts/personne	140 ²⁾
Transports aériens	watts/personne	360 ²⁾
Consommation totale d'énergie primaire pour les transports	watts/personne	1 570

1) Nombre de voitures de tourisme (55 000) multiplié par la consommation d'énergie primaire par voiture (1950 watts), divisé par le nombre de personnes (100 000).

2) Voir le tableau 16, page 65

¹²⁶ Consommation de kérosène en Suisse (statistique globale de l'énergie) * facteurs de la KBOB / nombre d'habitants de la Suisse (en 2017)

¹²⁷ On sait que les citoyens prennent beaucoup plus l'avion que les habitants des campagnes, mais qu'ils possèdent aussi nettement moins de voitures. Le présent document ne prévoit cependant pas de facteur de correction tenant compte de ces éléments.

¹²⁸ Ces valeurs reposent sur une analyse des données du microrecensement 2005 sur le comportement de la population en matière de transports.

6 Annexes

6.1 Paramètres cibles de la Société à 2000 watts

Les règles d'établissement du bilan qui se rapportent aux unités délimitées géographiquement diffèrent par le périmètre et les indicateurs pris en compte de celles applicables aux bâtiments, sites et individus. Dans le premier cas, la consommation d'énergie finale constitue la seule base de l'établissement du bilan, alors que dans le second, on tient aussi compte d'autres informations liées à la consommation (voir la section 3.2).

tableau 19 : Paramètres cibles de la Société à 2000 watts, avec les valeurs cibles qui s'y rapportent

	Collectivités (unités territoriales)	Milieu bâti et bâtiments	Sites	Individus (particuliers + ménages)	Industrie + artisanat ; produits + services
Énergie primaire	en watts de puissance continue pour l'énergie primaire	en kWh d'énergie primaire	en kWh d'énergie primaire	en watts de puissance continue pour l'énergie primaire	
	totale	non renouvelable	non renouvelable + totale	totale	
	par habitant	par m ² de surface de référence énergétique et par an	par m ² de surface de référence énergétique et par an	par personne	non applicable ¹²⁹
Objectifs	2000 watts d'ici à 2050	...	La valeur cible dépend de la combinaison de types de bâtiments.	2000 watts	
Gaz à effet de serre	en kg d'éq.-CO ₂	en kg d'éq.-CO ₂	en kg d'éq.-CO ₂	en kg d'éq.-CO ₂	
	par habitant et par an	par m ² de surface de référence énergétique et par an	par m ² de surface de référence énergétique et par an	par habitant et par an	non applicable ¹²⁹
Objectifs	Neutralité carbone d'ici à 2050	Neutralité carbone (zéro émission nette)	

¹²⁹ Voir la section 4.4.

6.2 Facteurs de réduction

Les facteurs de réduction sont généralement référencés comme suit (année de référence) :

- gaz à effet de serre : par rapport à l'année 1990 (convention internationale) ;
- énergie : par rapport à l'année 2000 (par analogie à la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération).

S'il n'existe pas de données sur ces années de référence (1990 ou 2000) pour le périmètre de bilan considéré, on se réfère à la première des années pour lesquelles on dispose des données requises (année de départ, voir la figure 17).

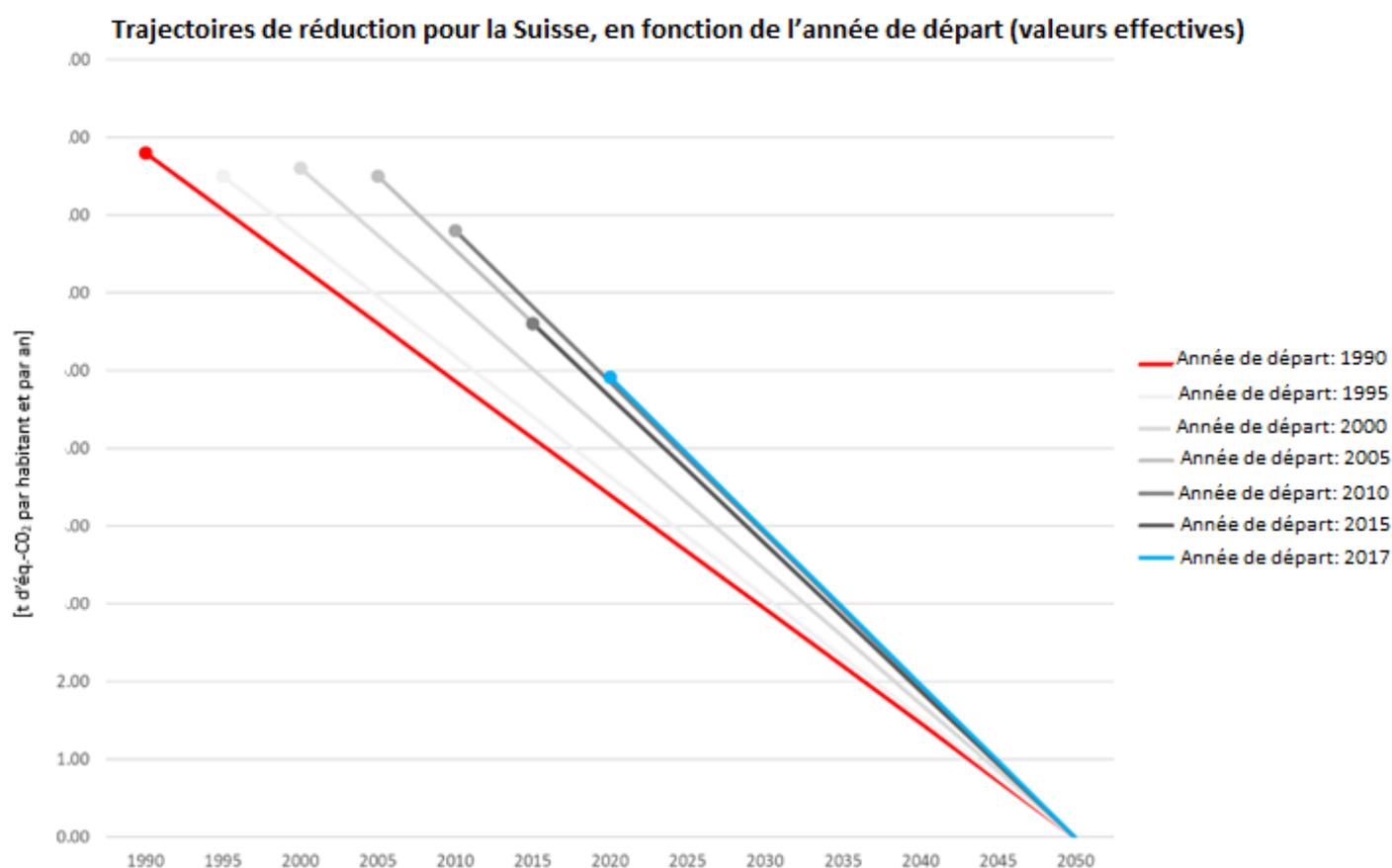


figure 17 : Trajectoires de réduction, jusqu'en 2050, des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse en fonction de différentes années de départ

Une fois que l'année de départ a été choisie et que les facteurs de réduction (la trajectoire de réduction) en découlant ont été fixés, ces éléments ne doivent plus être modifiés. C'est le seul moyen fiable de suivre l'évolution vers l'objectif. Les facteurs de réduction¹³⁰ qui s'appliquent actuellement à la Suisse sont résumés dans les deux tableaux ci-après.

¹³⁰ Les facteurs de réduction pour les années de départ ultérieures seront publiés tous les ans dans le document « Facts & Figures » sur la Société à 2000 watts disponible sur le site www.2000watt.ch ; voir aussi le tableau 21.

tableau 20 : Facteurs de réduction de l'énergie primaire en termes de puissance continue par habitant (watts par hab.).

Année cible Objectif pour la Suisse		2030 3000 watts		2050 2000 watts
<i>Année de départ (valeur effective en Suisse)</i>				
2000 (6290 watts / hab.)		- 53 %		- 68 %
2005 (6320 watts)		- 53 %		- 68 %
2010 (6040 watts)		- 50 %		- 67 %
2011 (5570 watts)		- 46 %		- 64 %
2012 (5530 watts)		- 46 %		- 64 %
2013 (5430 watts)		- 45 %		- 63 %
2014 (4810 watts)		- 39 %		- 59 %
2015 (4810 watts)		- 38 %		- 58 %
2016 (4750 watts)		- 37 %		- 58 %
2017 (4710 watts)		- 36 %		- 58 %
2018 (4490 watts)		- 33 %		- 55 %
2019				
2020				

tableau 21 : Facteurs de réduction des émissions de gaz à effet de serre liées aux processus énergétiques, par habitant et par an

Année cible Objectif pour la Suisse		2030 3,0 tonnes		2050 0,0 tonne
<i>Année de départ (situation en Suisse)</i>				
1990 (8,8 t)		- 66 %		- 100 %
1995 (8,5 t)		- 65 %		- 100 %
2000 (8,6 t)		- 65 %		- 100 %
2005 (8,5 t)		- 65 %		- 100 %
2010 (7,8 t)		- 62 %		- 100 %
2011 (7,0 t)		- 57 %		- 100 %
2012 (7,2 t)		- 58 %		- 100 %
2013 (7,2 t)		- 58 %		- 100 %
2014 (6,6 t)		- 55 %		- 100 %
2015 (6,6 t)		- 55 %		- 100 %
2016 (6,6 t)		- 55 %		- 100 %
2017 (6,5 t)		- 54 %		- 100 %
2018 (6,2 t)		- 52 %		- 100 %
2019				
2020				



6.3 Valeurs cibles et monitoring de différentes villes et communes

Voir l'étude « Städtevergleich Klimapolitik » élaborée au 1^{er} semestre 2020 par la ville de Zurich en collaboration avec le Secrétariat de la Société à 2000 watts. Contact : fachstelle@2000watt.ch

6.4 Valeurs cibles de différents cantons

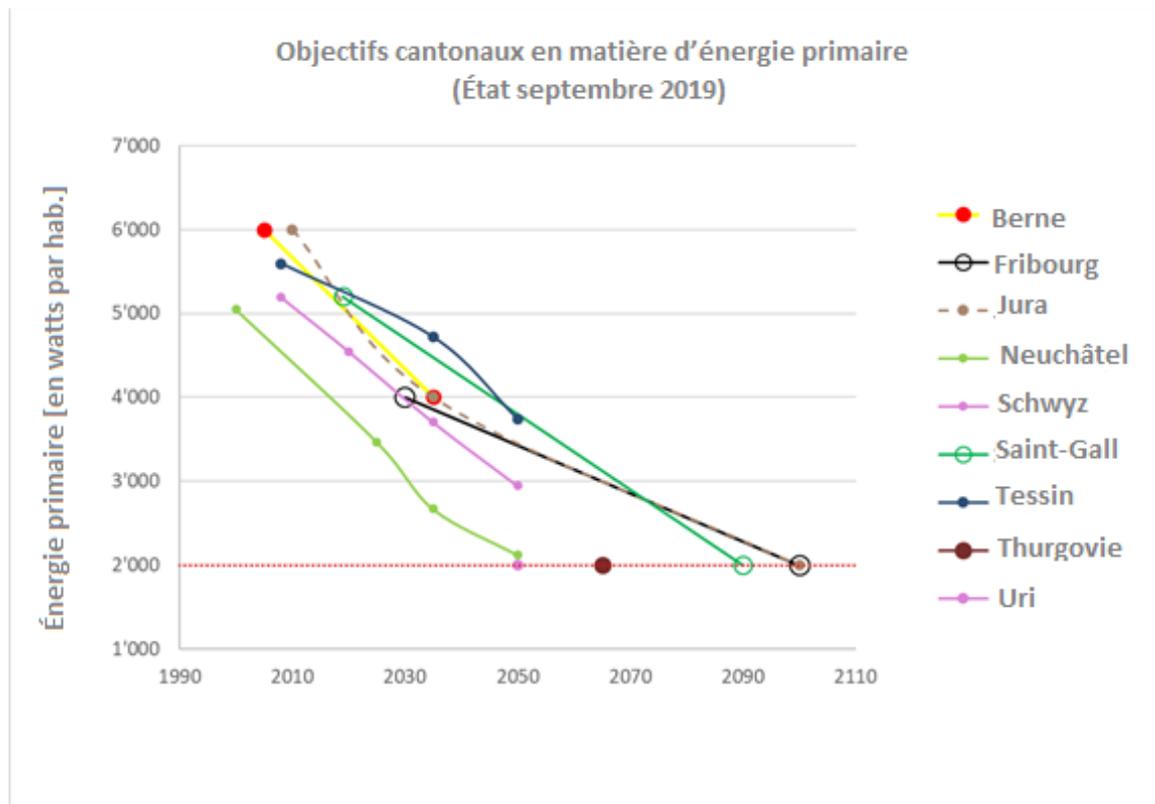


figure 18 : Objectifs cantonaux en matière d'énergie primaire

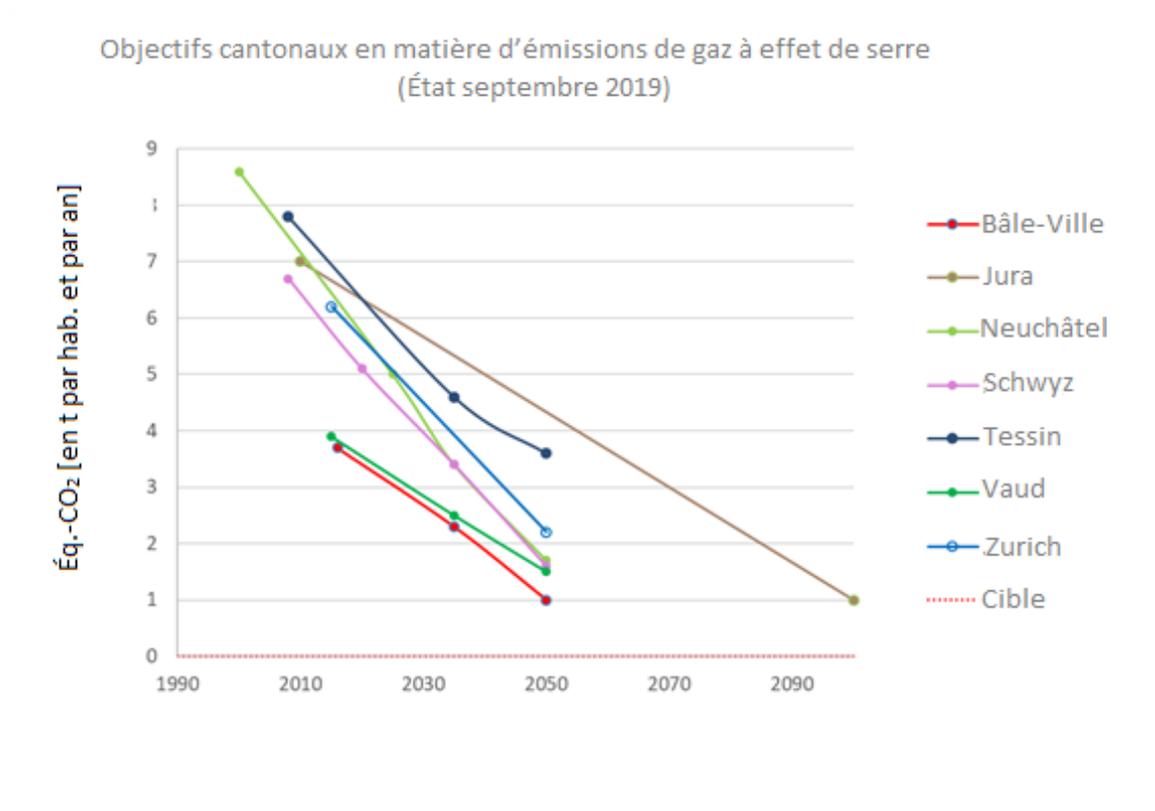


figure 19 : Objectifs cantonaux en matière d'émissions de gaz à effet de serre

6.5 Monitoring de l'évolution de la consommation d'énergie primaire et des émissions de gaz à effet de serre en Suisse

L'évolution des paramètres cibles de la Société à 2000 watts est publiée chaque année dans les « Facts & Figures » sur la Société à 2000 watts¹³¹, qui fournissent également des explications sur ses causes.

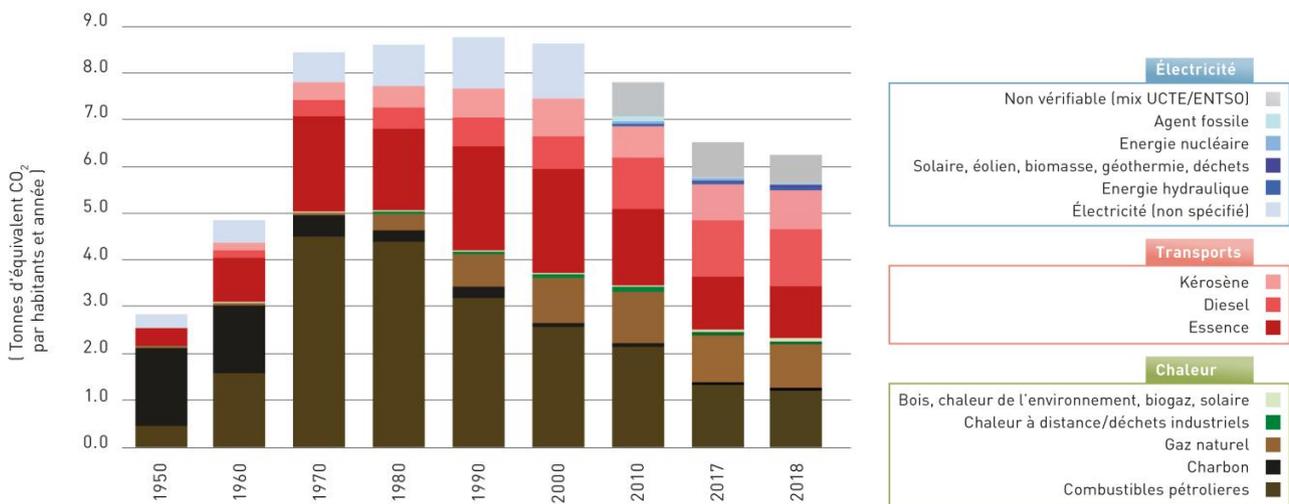


figure 20 : Évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse liées aux processus énergétiques, chaîne d'approvisionnement incluse

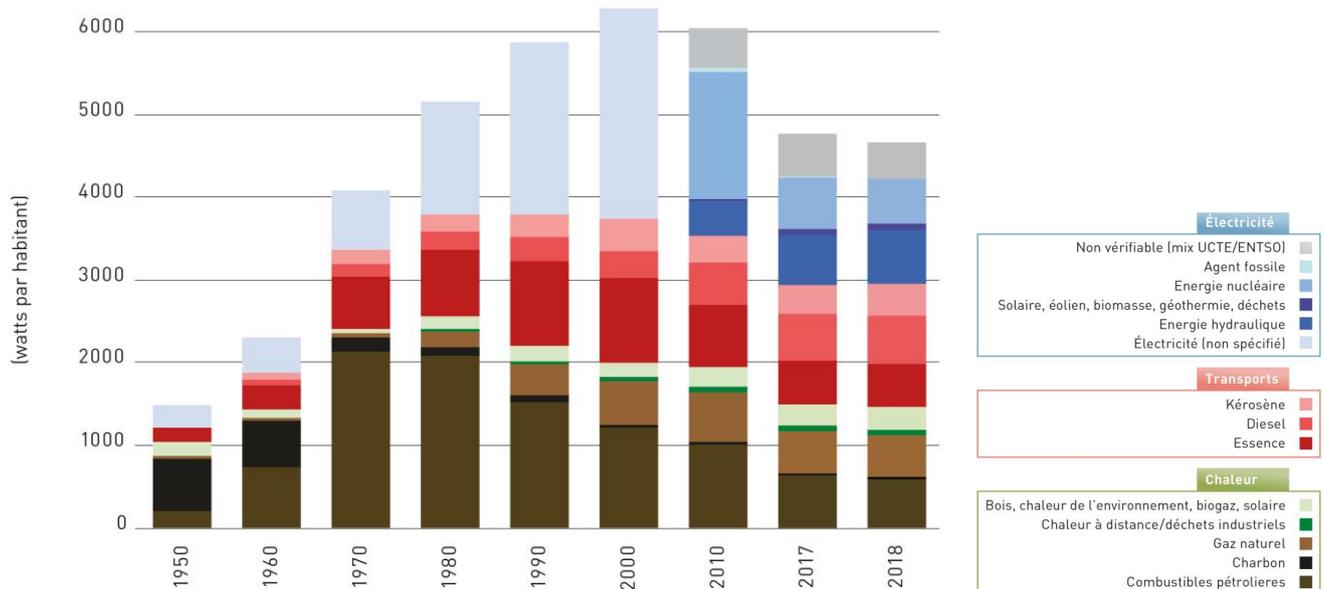


figure 21 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse

¹³¹ Voir <https://www.local-energy.swiss/fr/programme/2000-watt-gesellschaft/was-ist-die-2000-watt-gesellschaft.html#/> (page consultée le 22.02.2020)

6.6 Marquage de l'électricité en Suisse : évolution¹³²

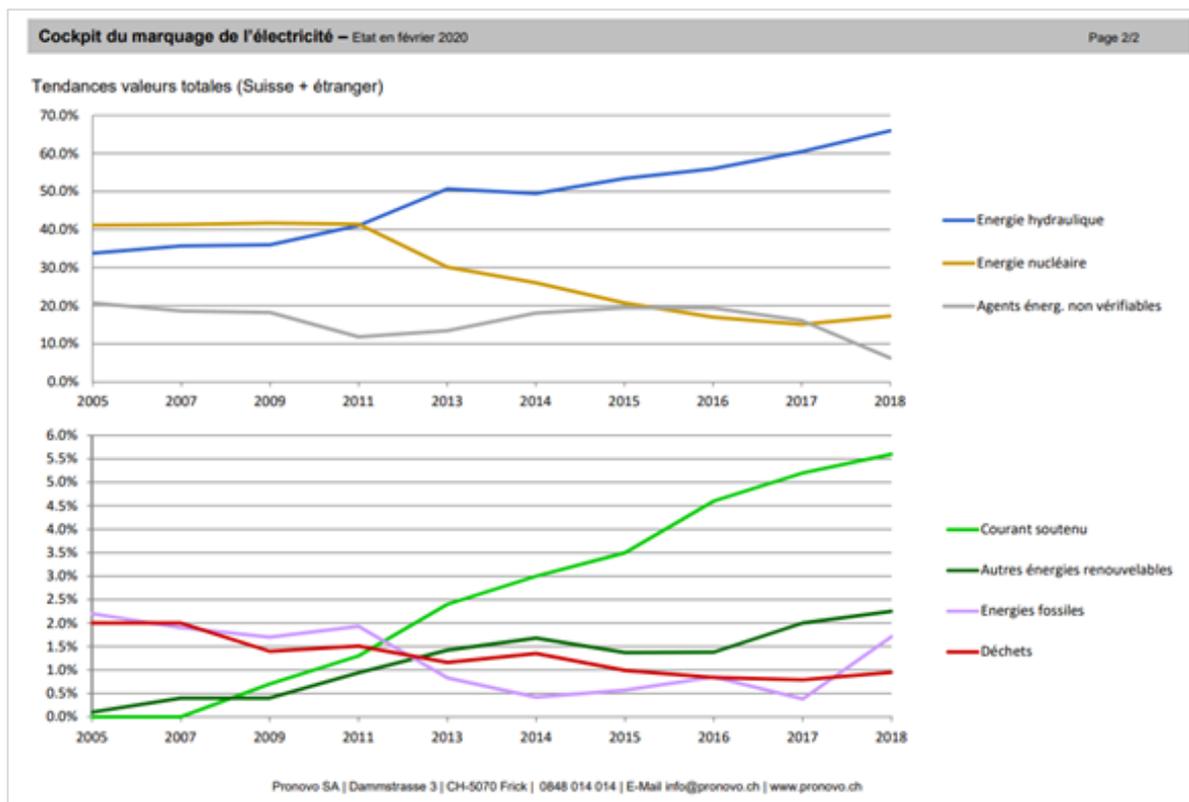
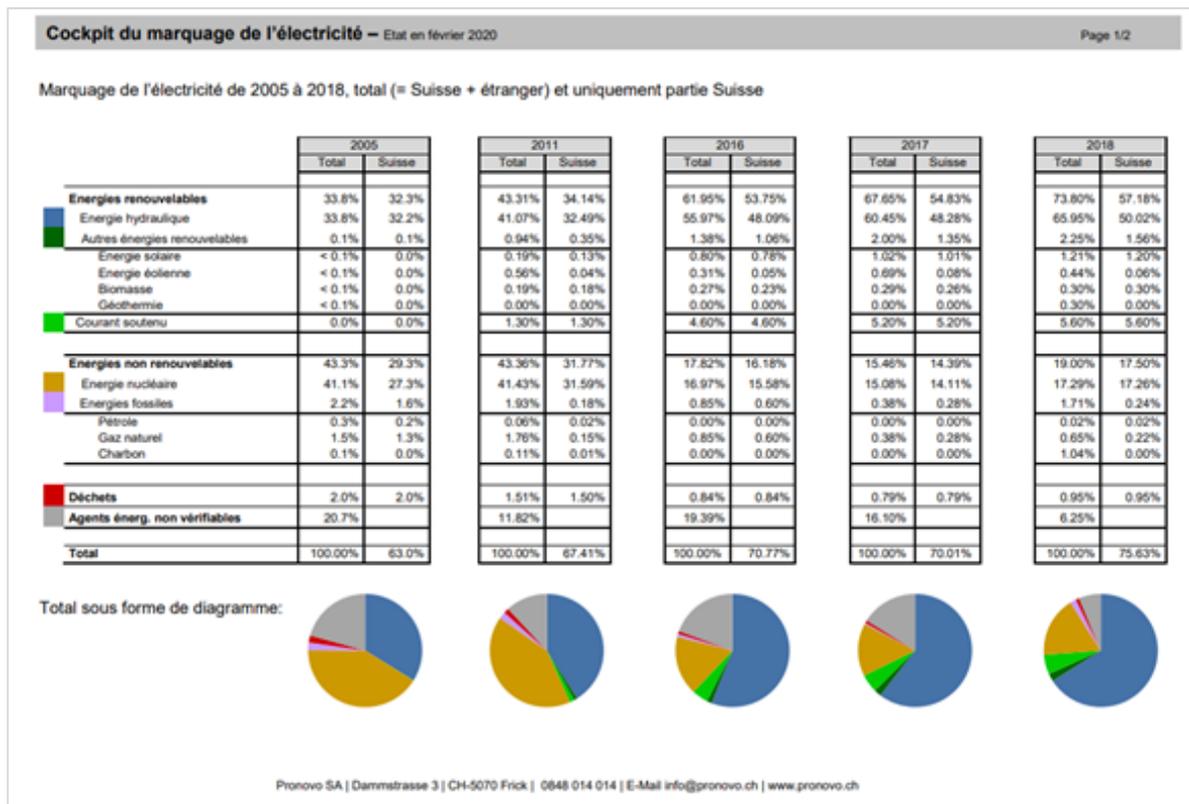


figure 22 : Évolution du marquage de l'électricité depuis 2005 (doublement de la part renouvelable)

¹³² Voir <https://www.strom.ch/fr/services/marquage-de-lelectricite>

6.7 Empreinte carbone de la Suisse due à la consommation

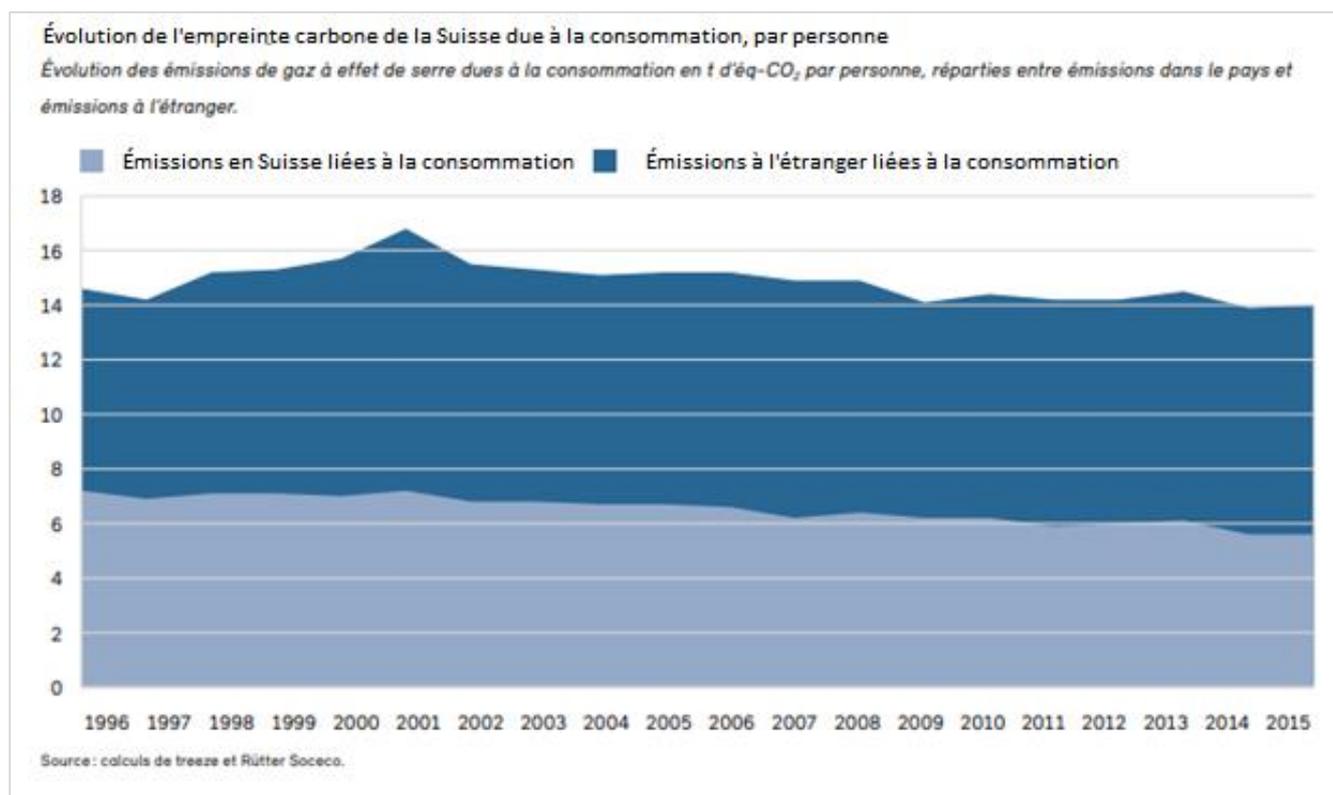


figure 23 : Empreinte carbone de la Suisse due à la consommation¹³³

¹³³ D'après *Empreintes environnementales de la Suisse*, résumé, page 12, figure D : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/publications-etudes/publications/empreintes-environnementales-de-la-suisse.html> (page consultée le : 30.01.2020)

6.8 Référence à la méthodologie du Greenhouse Gas Protocol (protocole GHGP)

Au plan international, on utilise de plus en plus l'approche des *scopes* (définie par le protocole GHGP¹³⁴), qui repose sur la chaîne de création de valeur¹³⁵ :

- **scope 1** : émissions générées sur site par l'exploitation ou le fonctionnement de l'objet dont on établit le bilan (pays, ville, bâtiment) ;
- **scope 2** : émissions générées par la production de l'énergie transportée par réseau jusqu'au site (p. ex. l'électricité produite à partir de charbon qui est importée dans un pays ou transportée jusqu'au bâtiment considéré ; chaleur à distance, etc.)¹³⁶ ;
- **scope 3** : toutes les autres émissions générées de manière indirecte (activités en amont et en aval, p. ex. émissions provoquées par la fabrication et l'élimination des matériaux de construction et des installations de production d'énergie).

Approche GHGP : si chaque acteur atteint les objectifs relevant du scope 1, la société atteindra elle aussi son objectif (p. ex. neutralité carbone)¹³⁷.

Il est judicieux d'utiliser en parallèle les deux systèmes d'établissement de bilan (celui de la Société à 2000 watts et celui du protocole GHGP) puisque leurs frontières ne sont pas délimitées de la même manière et que les fusionner n'aurait donc aucun sens¹³⁸. Néanmoins, il serait hautement souhaitable de pouvoir les comparer de façon simple et transparente, et en particulier de pouvoir disposer d'une possibilité standardisée de convertir les bilans établis selon la méthode 2000 watts en bilans GHGP, et inversement¹³⁹.

Le même défi se pose dans le secteur du bâtiment : en Suisse, le bilan des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments est très souvent établi selon les normes et règles de la SIA, sur la base des « Données des écobilans dans la construction ».

Les entreprises et les propriétaires de bâtiments ou de portefeuilles de bâtiments qui rendent compte de leurs émissions en suivant les règles des standards internationaux se fondent pour leur part souvent sur le protocole GHGP, dont les règles d'établissement de bilan sont compatibles avec le protocole de Kyoto et l'accord de Paris (voir plus haut). Cette méthode sert également de base à divers standards internationaux pour l'établissement de rapports, tels que :

- Global Reporting Initiative (GRI), Carbon Disclosure Project (CDP), Global Real Estate Sustainability Benchmark (GRESB), European Public Real Estate Association (EPRA) Sustainability Reporting.

La comparabilité des différentes méthodes d'établissement de bilan n'est pour l'heure pas assurée, faute de règles adéquates. Une telle comparabilité serait néanmoins souhaitable, car elle permettrait de généraliser l'utilisation des bilans d'émissions¹⁴⁰.

¹³⁴ Voir <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities> (page consultée le 04.02.2020)

¹³⁵ Voir la

¹³⁶ Il s'agit des émissions de GES des cheminées des centrales au gaz qui se trouvent dans le scope 2. Les émissions de GES dues aux pertes de réseau et à la chaîne d'approvisionnement en charbon relèvent du scope 3.

¹³⁷ Par conséquent, les pressions/incitations mutuelles (p. ex. par le biais de compétences en matière d'achat et de commandes) peuvent contribuer à optimiser le scope 3 (qui échappe à la sphère d'influence directe des acteurs concernés).

¹³⁸ Voir la page 61, point 1

¹³⁹ Des clarifications sont en cours et de premières approches en développement ; coordination et contact : fachstelle@2000watt.ch

¹⁴⁰ Voir l'annexe 6.9, Perspectives pour le secteur du bâtiment

Categorizing emissions

Activities taking place within a city can generate GHG emissions that occur inside the city boundary as well as outside the city boundary. To distinguish among them, the GPC groups emissions into three categories based on where they occur: scope 1, scope 2 or scope 3 emissions. Definitions are provided in Table 2, based on an adapted application of the scopes framework used in the *GHG Protocol Corporate Standard*.

The scopes framework helps to differentiate emissions occurring physically within the city (scope 1), from those occurring outside the city (scope 3) and from the use of electricity, steam, and/or heating/cooling supplied by grids which may or may not cross city boundaries (scope 2). Scope 1 emissions may also be termed “territorial” emissions because they occur discretely within the territory defined by the geographic boundary. Figure 1 illustrates

Table 2 Scopes definitions for city inventories

Scope	Definition
Scope 1	GHG emissions from sources located within the city boundary
Scope 2	GHG emissions occurring as a consequence of the use of grid-supplied electricity, heat, steam and/or cooling within the city boundary
Scope 3	All other GHG emissions that occur outside the city boundary as a result of activities taking place within the city boundary

which emission sources occur solely within the geographic boundary established for the inventory, which occur outside the geographic boundary, and which may occur across the geographic boundary.

Figure 1 Sources and boundaries of city GHG emissions

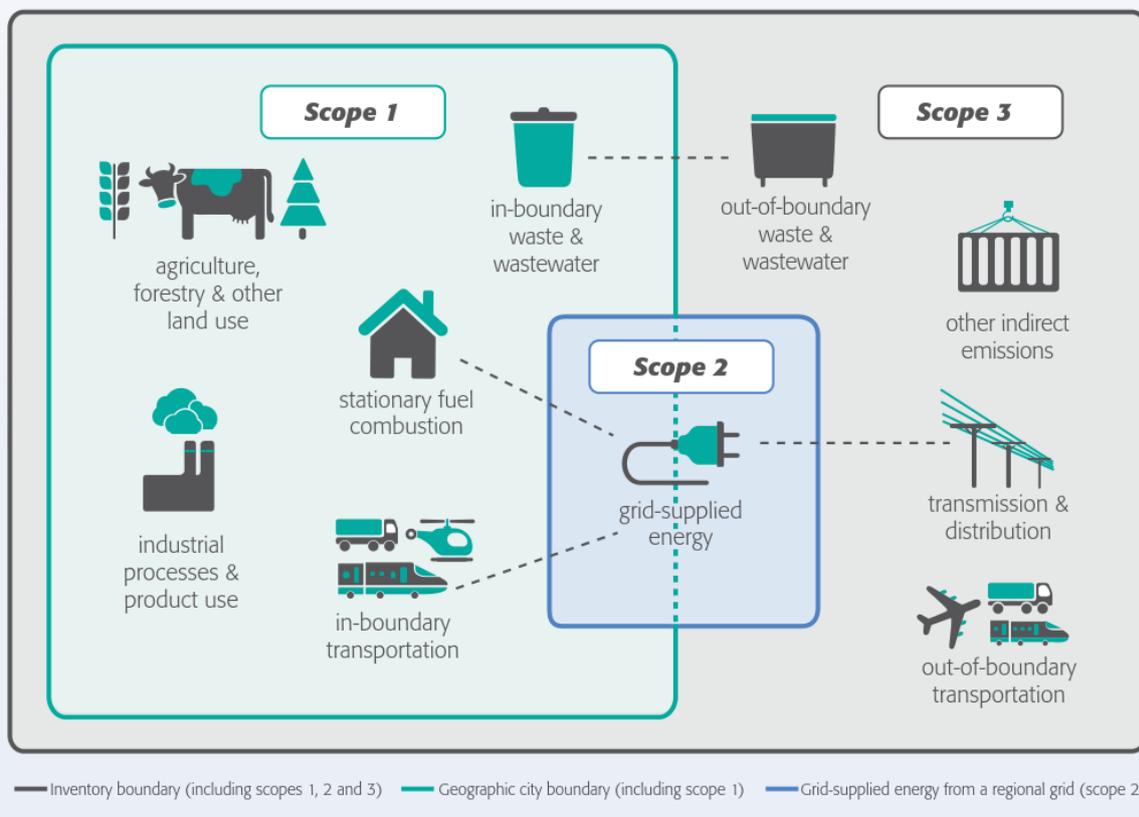


figure 24 : Extrait du « Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories », page 11

6.9 Perspective pour le secteur du bâtiment

La politique énergétique et climatique impose de nouvelles exigences aux villes et aux communes (neutralité carbone, p. ex.). Les Principes directeurs pour une Société à 2000 watts (version 2020) décrivent ces nouvelles exigences du point de vue territorial et formulent pour la Suisse trois valeurs cibles d'importance égale, à atteindre d'ici à 2050 : 2000 watts en puissance continue par personne pour l'énergie primaire (objectif n° 1), la neutralité carbone (objectif n° 2) et un approvisionnement énergétique renouvelables à 100 % (objectif n° 3).

En outre, il convient de noter que la politique climatique internationale est de plus en plus basée sur l'« approche par périmètre » (selon le GHGP Green House Gas Protocol ¹⁴¹) (voir annexe 6.8). Ici aussi, la question se pose de savoir quelles pourraient être les implications futures pour le secteur du bâtiment.

Dans la perspective de la révision du présent document (version 2020), il est donc recommandé d'examiner et de clarifier les normes et instruments existants, en particulier ceux relatifs à la voie de l'efficacité énergétique de la SIA (feuille de route possible) :

- 2020: **Pour les Sites de 2000 watts** : vérifier si un label doit être introduit en complément pour le domaine de l'exploitation avec 100% d'énergies renouvelables ou zéro émissions nettes de gaz à effet de serre (Scope 1+2 selon le GHGP). Application pilote en consultation avec la SIA 2040
- 2021: **Révision de la norme SIA 380**: Consultation prévue pour novembre 2020 ; bilan énergétique incluant la production d'énergies renouvelables prévues sur le site
- 202?: **Révision du cahier technique SIA 2040**: Examen et clarification des questions possibles suivantes:
- Adaptation dans la version 2020 du cahier technique, par exemple
 - Valeurs cibles pour le domaine exploitation : tendre vers zéro émission de CO₂
 - Valeurs indicatives pour le domaine de la construction : réduction périodique des GES en fonction des progrès réalisés par l'industrie des matériaux de construction dans la décarbonisation de ses produits (ceci est fait dans le cadre de la révision des fiches techniques, qui a lieu tous les 3-4 ans).
 - Prise en compte de la norme SIA 2032:2020, y compris les bâtiments existants (voir annexe F de la nouvelle norme SIA 2032)
 - Prise en compte de la norme SIA 2039:202 ? (lancer la révision), les analyses de données du microrecensement de la Mobilité 2020 seront probablement disponibles au cours du second semestre 2021
 - Calcul différencié de la production de l'énergie solaire sur le site
 - Intégration de spécifications méthodologiques pour le monitoring dans la phase d'exploitation ?
 - Classification et évaluation selon les périmètres internationaux conformément au GHGP (voir annexe 6.8) ?

¹⁴¹ vgl. <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities> (Zugriff: 04.02.2020)

6.10 Inventaire suisse des émissions de gaz à effet de serre

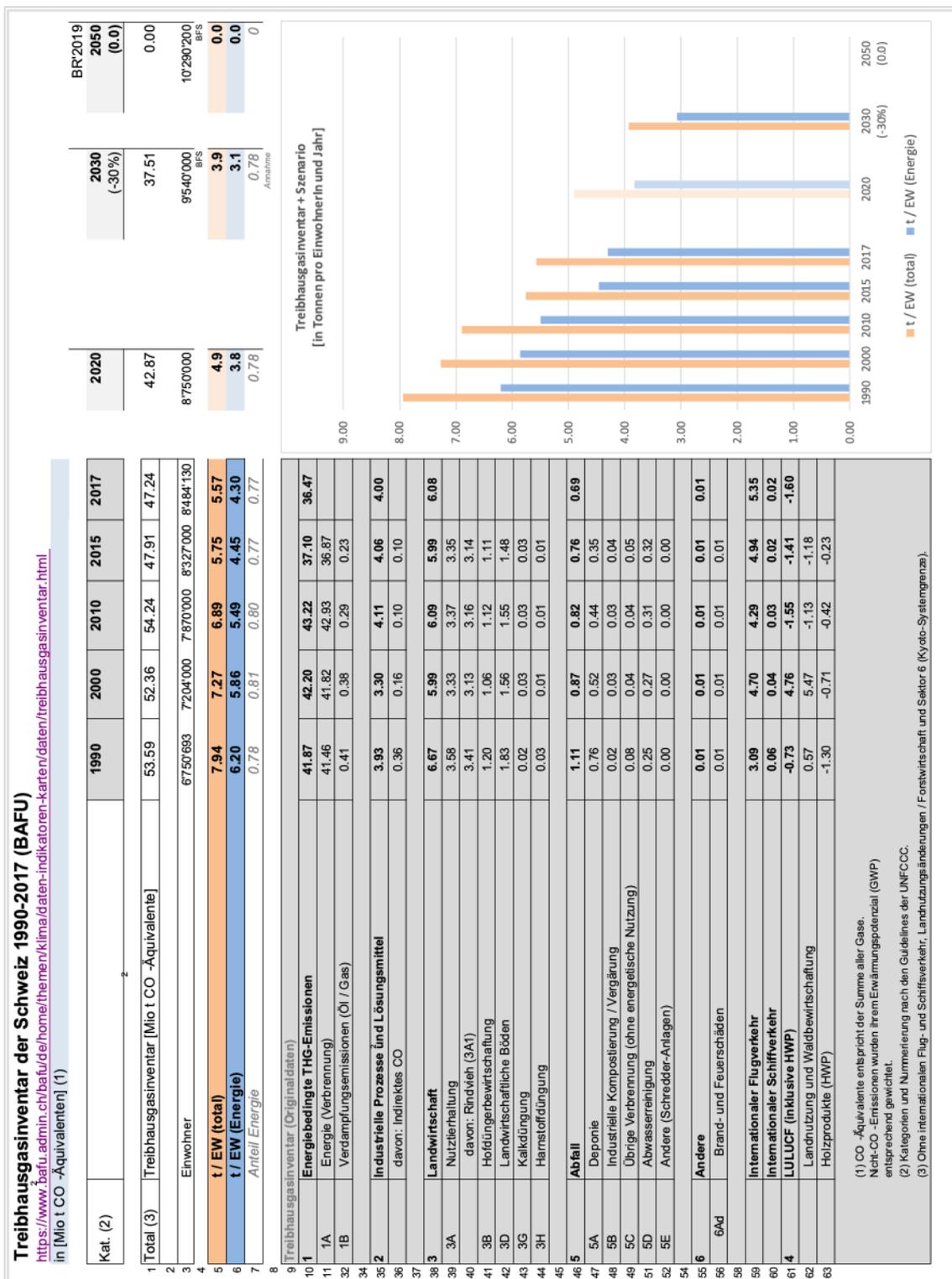


figure 25 : Inventaire suisse des émissions de GES¹⁴²

¹⁴² Source : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees/inventaire-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre.html> (page consultée le 22.02.2020)

6.11 Valeurs spécifiques des ressources en énergie primaire

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

- qu'elles soient renouvelables ou non, les ressources en 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.

Le tableau ci-dessous présente les propriétés physiques définissant les valeurs spécifiques d'un certain nombre de 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).

Ressources en énergie primaire	Propriétés physiques	Unité de référence	Valeur spécifique en 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	Énergie de l'uranium fissile pouvant être produite dans des réacteurs à eau légère, moins celle de la part d'atomes non désintégrés présents dans l'uranium appauvri et les assemblages combustibles usés.	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			
Énergie hydraulique	Énergie 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
Énergie solaire (photovoltaïque)	Rayonnement solaire collecté : courant continu à la sortie des panneaux photovoltaïques	MJ	1
Énergie solaire (thermique)	Rayonnement solaire collecté : chaleur à la sortie des capteurs solaires thermiques	MJ	1
Énergie éolienne	Énergie mécanique sur l'arbre de l'hélice (énergie cinétique du vent)	MJ	1
Chaleur de l'environnement (géothermie)	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

tableau 22 : Valeurs spécifiques des agents énergétiques primaires

6.12 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
Énergies 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, ainsi que de la construction des installations nécessaires, énergie consacrée à l'extraction, au raffinage et au transport
Nucléaire	Énergie de l'uranium fissile pouvant être produite dans des réacteurs à eau légère, moins celle de la part d'atomes non désintégrés présents dans l'uranium appauvri et les assemblages combustibles usés.	Électricité fournie	Pertes dans les turbines, le générateur et le réseau de distribution Construction des mines, des installations d'enrichissement d'uranium, des centrales nucléaires et du réseau de distribution d'électricité Énergie nécessaire à l'extraction et à l'enrichissement de l'uranium, ainsi qu'à la fabrication du combustible.
Hydraulique	Énergie potentielle de l'eau accumulée : énergie de rotation sur la turbine	Électricité 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 Énergie 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 chauffé par le soleil ¹⁾	Pertes dans le circuit solaire et dans l'accumulateur Fabrication des capteurs, du circuit solaire et de l'accumulateur Électricité nécessaire pour actionner la pompe du circuit solaire
Solaire (photovoltaïque)	Courant continu à la sortie des panneaux (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
Énergie éolienne	Énergie mécanique sur l'arbre de l'hélice (énergie cinétique du 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 Électricité nécessaire pour actionner la pompe des sondes et la pompe à chaleur
		Électricité 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 Électricité servant à actionner 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



6.13 Questions fréquemment posées à propos de la Société à 2000 watts

Voir la page d'accueil du site www.2000watt.ch

7 Listes

7.1 Glossaire – abréviations et définitions

Terme	Abréviation	Définition
Association suisse Infrastructures communales	ASIC	https://kommunale-infrastruktur.ch/
Biogaz		Gaz provenant de la méthanisation ou de la gazéification de la biomasse
Carbon Disclosure Project	CDP	https://www.cdp.net/en
chaîne d’approvisionnement en agents énergétiques	Chaîne d’approvisionnement	Sont inclus dans les flux d’énergie et de matière pour la mise à disposition de l’énergie finale : – mise à disposition des agents énergétiques nécessaires, à partir des agents énergétiques primaires ; – mise à disposition et élimination de l’infrastructure (plateformes de forage, pipelines, centrales, réseau de distribution, etc.) ; – toutes les émissions, y compris celles générées par la combustion des agents énergétiques (voir la recommandation de la KBOB, « Données des écobilans dans la construction »)
coefficient d’émission de GES		Selon la norme SIA 380:2015, quantité de GES (CO ₂ , méthane, protoxyde d’azote et autres gaz ayant un impact sur le climat) émise par chaque unité énergétique utilisée. Le coefficient d’émission de GES est exprimé en quantité d’équivalents CO ₂ produisant le même effet de serre que l’ensemble des émissions de GES. Le coefficient d’émission de GES prend en compte les émissions de GES générées par la combustion au sein du périmètre du bilan, en plus des processus considérés pour le facteur d’énergie primaire.
Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d’ouvrage publics	KBOB	Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d’ouvrage publics https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home.html
consommateurs mobiles		Moyens de transport et engins de chantier, machines agricoles et forestières, et véhicules <i>offroad</i> (engins de damage des pistes, p. ex.). La consommation d’énergie finale des consommateurs mobiles est mesurée à l’interface entre le consommateur et l’installation fixe (caténaire, prise électrique, buse d’injection de carburant) concernés.
consommateurs stationnaires		Consommateurs pour lesquels 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.
contributions déterminées au niveau national	CDN	Plans d’action nationaux des pays signataires de l’Accord de Paris décrivant la procédure utilisée pour l’élaboration, la publication et la mise à jour de leurs objectifs de réduction des émissions.
dioxyde de carbone	CO ₂	Principal gaz à effet de serre anthropique qui influe sur le bilan radiatif de la Terre. Gaz incolore et inodore résultant en particulier de la combustion de matières fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) et de la destruction des forêts, le CO ₂ est inoffensif en petites quantités (il est d’ailleurs présent dans l’air que nous expirons). La hausse de la concentration de CO ₂ dans l’atmosphère est en revanche dangereuse. (→ GES)
émissions liées à la consommation / l’utilisation d’énergie		→ émissions liées aux processus énergétiques
émissions liées aux processus énergétiques		Au sens des présents principes directeurs : toutes les émissions de GES liées au prélèvement (= à la consommation) d’énergie (énergie au sens de la statistique globale de l’énergie, y compris essence, diesel et kérosène consommés en Suisse) au sein du périmètre considéré (Suisse, p. ex.), sur tout le cycle de vie des agents énergétiques utilisés (chaîne d’approvisionnement comprise).

		<p>Sont explicitement EXCLUES : les émissions agricoles et celles générées par les processus industriels et chimiques (scope 1), ainsi que les émissions (grises) contenues dans les biens et les services (scope 3).</p> <p>Selon l'inventaire suisse des émissions de GES établi par l'OFEV : ensemble des GES générés aux points d'utilisation de l'énergie par l'approvisionnement en énergie du périmètre considéré (Suisse).</p> <p>Conséquence : l'électricité est considérée comme ne générant aucune émission (même s'il s'agit d'électricité issue de charbon allemand, puisque les émissions dues à la production sont générées en Allemagne).</p> <p>Le <i>Greenhouse Gas Protocol</i> considère pour l'évaluation des émissions non seulement le scope 1 (voir le § ci-dessus), mais aussi le scope 2 et donc les émissions générées lors de la production de l'énergie transportée par réseau jusqu'au lieu de consommation.</p> <p>Note : les émissions (grises) des installations énergétiques entrent dans la catégorie des émissions du scope 3 (et non des scopes 1+2). Elles sont donc évaluées uniquement dans le cadre de la méthodologie de la Société à 2000 watts 2000 watts ou des facteurs de la KBOB.</p>
émissions négatives	« puits technologiques »	<p>Extraction de GES présents dans l'atmosphère par des activités humaines conduites dans ce but et s'ajoutant à l'extraction naturelle résultant du cycle du carbone.</p> <p>Voir « émissions négatives » dans le glossaire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf</p>
émissions négatives nettes		<p>Situation dans laquelle les activités humaines éliminent davantage de gaz à effet de serre qu'elles n'en rejettent dans l'atmosphère. S'il est question de plusieurs gaz à effet de serre, le calcul du budget dépend de l'unité retenue pour comparer les émissions (potentiel de réchauffement global, potentiel d'évolution de la température planétaire, etc.) et de l'horizon temporel choisi.</p> <p>Voir « émissions nettes négatives » dans le glossaire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf</p>
énergie finale		<p>Énergie qui, après avoir subi des pertes liées à sa transformation et à son transport, parvient sur le lieu de consommation. Il s'agit donc de l'énergie utilisable par le consommateur.</p> <p>L'énergie finale comprend l'énergie livrée ainsi que l'énergie autoproduite et consommée sur site.</p> <p>Selon la norme SIA 380:2015, il s'agit de l'énergie disponible sur le lieu de consommation (= énergie livrée – énergie retournée + énergie autoproduite et utilisée au sein du périmètre du bilan). La consommation d'énergie finale est indiquée agent énergétique par agent énergétique.</p>
énergie grise/ GES gris		<p>Ce terme n'est pas sans poser problème dans la mesure où il combine analyse sur le cycle de vie et profil environnemental. Bien que régulièrement utilisé dans le langage courant, il n'est pas adapté pour des spécifications méthodologiques.</p> <p>L'énergie grise dépend par ailleurs du point de vue adopté : l'énergie grise contenue dans 1 kg de laine de pierre départ entrepôt correspond ainsi (en grande partie) à l'énergie d'exploitation chez Flumroc.</p>
énergie primaire		<p>Énergie dans sa forme brute, avant son exploitation, son transport et sa transformation. Exemples : pétrole brut, gaz naturel, charbon ou uranium dans leurs gisements naturels, bois sur pied, énergie potentielle de l'eau, rayonnement solaire et énergie cinétique du vent.</p> <p>La conversion de l'énergie primaire en énergie exploitable nécessite de l'énergie (extraction, transformation, transport).</p> <p>L'énergie primaire quantifie la dépense énergétique cumulée des différents agents énergétiques.</p> <p>Selon la norme SIA 380:2015, forme d'énergie brute n'ayant subi aucune utilisation ni transformation, et n'ayant été soumise à aucune forme de transport. Exemples :</p>

		pétrole brut, gaz naturel, charbon ou uranium dans leurs gisements naturels, bois sur pied, énergie potentielle de l'eau, rayonnement solaire et énergie cinétique du vent. On distingue l'énergie primaire renouvelable de l'énergie primaire non renouvelable (voir la section D.3.2.1 et le tableau 7).
énergie primaire renouvelable		L'énergie primaire renouvelable quantifie la dépense énergétique cumulée des agents énergétiques renouvelables. Les agents énergétiques renouvelables sont la force hydraulique, le bois / la biomasse (hors déboisements des forêts primaires), l'énergie solaire, l'énergie éolienne, la géothermie et la chaleur de l'environnement. L'énergie primaire renouvelable et l'énergie primaire non renouvelable cumulées forment l'énergie primaire.
énergie utile		Énergie dont bénéficie effectivement le consommateur, p. ex. sous la forme de chauffage, de chaleur prélevée dans une pièce (rafraîchissement) ou d'eau chaude au point de prélèvement. Le reste est diffusé sous la forme de chaleur (déperditions d'énergie).
équivalent CO ₂	éq.-CO ₂	Unité exprimant le potentiel d'effet de réchauffement d'un gaz sous la forme d'un multiple du potentiel de réchauffement du CO ₂ : contribution de l'émission de 1 kg d'un GES à l'absorption des rayonnements thermiques, comparée à celle de 1 kg de CO ₂ .
facteur d'énergie primaire		Selon la norme SIA 380:2015, quantité totale d'énergie primaire nécessaire pour alimenter un bâtiment en une quantité donnée d'énergie finale, exprimée sous la forme d'un rapport. Ce facteur prend en compte l'énergie nécessaire pour l'extraction, la transformation, le raffinage, le stockage, le transport et la distribution de l'énergie, ainsi que tous les processus nécessaires pour amener l'énergie au bâtiment qui la consomme. Le facteur d'énergie primaire est indiqué séparément pour l'énergie primaire renouvelable et l'énergie primaire non renouvelable.
facteurs de pondération nationaux		Selon la norme SIA 380:2015 : facteurs d'évaluation définis dans le cadre de la politique énergétique nationale. Les facteurs de pondération nationaux sont publiés sur le site de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (www.endk.ch).
gaz à effet de serre	GES	Gaz qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, contribuant ainsi au réchauffement climatique. Entrent dans cette catégorie, aux côtés du CO ₂ , le méthane, le protoxyde d'azote et les hydrofluorocarbures. Les GES n'ont pas tous le même impact en matière de réchauffement climatique. Pour les comparer, on utilise l'unité de l'équivalent CO ₂ (éq.-CO ₂). L'équivalence est calculée sur la base du potentiel de réchauffement global défini par le GIEC (PRG, en anglais <i>global warming potential</i> ou GWP), exprimé généralement sur un horizon temporel de 100 ans (PRG 100). Selon la norme SIA 380:2015, gaz émis dans l'atmosphère du fait des besoins en énergie primaire / de la consommation d'énergie primaire, processus en amont compris.
gaz renouvelable		Biogaz et gaz de synthèse produits dans le cadre de procédés power-to-gas. Exemples : hydrogène, méthane. « Gaz renouvelable » est un terme générique.
gaz renouvelable de synthèse		Il est possible de fabriquer synthétiquement certains gaz tels que l'hydrogène et le méthane. De l'hydrogène renouvelable peut p. ex. être produit par électrolyse avec du courant renouvelable et de l'eau. Il pourra être utilisé directement (industrie, mobilité) ou injecté dans le réseau de gaz. Cet hydrogène peut à son tour servir à produire du méthane renouvelable, par combinaison avec du dioxyde de carbone (CO ₂). Là encore, ce gaz pourra être injecté dans le réseau ou utilisé directement (via une station-service ou dans une installation de couplage chaleur-force). Cas particulier de la « méthanisation directe » : le dioxyde de carbone est remplacé par du gaz brut issu d'une installation de biogaz (mélange de méthane et de CO ₂).
Global Reporting Initiative	GRI	Norme de durabilité
Greenhouse Gas Protocol	GHGP	https://ghgprotocol.org/
Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	GIEC	Organisme intergouvernemental qui évalue régulièrement l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques. Les rapports du GIEC sont une source d'information crédible pour les décideurs politiques.
habitant	hab.	

inventaire suisse des émissions de gaz à effet de serre	I GES CH	L'inventaire national des gaz à effet de serre recense les émissions générées sur le territoire suisse. Réalisé en appliquant les principes méthodologiques définis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), il est utilisé pour évaluer les objectifs nationaux de réduction des émissions.
La voie SIA vers l'efficacité énergétique	SIA 2040:2017	Cahier technique de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) décrivant la méthode de calcul et les valeurs limites à respecter pour construire des bâtiments compatibles avec l'objectif intermédiaire 2050 de la Société à 2000 watts.
mix de production		Ne doit pas être confondu avec « mix livré » En 2018, le courant produit en Suisse était à 55,4 % d'origine hydraulique, à 36,1 % d'origine nucléaire, à 2,8 % d'origine fossile et à près de 6 % d'origine renouvelable (= mix de production suisse 2018). Le courant livré aux consommateurs n'est pas seulement d'origine suisse, mais aussi d'origine étrangère : la Suisse échange en effet de l'électricité avec les pays limitrophes en fonction des besoins (importations / exportations). C'est pourquoi le mix de production suisse ne reflète pas la composition moyenne du courant livré (= mix livré).
mix livré		Ne doit pas être confondu avec « mix de production » En 2018, le courant produit en Suisse était à 55,4 % d'origine hydraulique, à 36,1 % d'origine nucléaire, à 2,8 % d'origine fossile et à près de 6 % d'origine renouvelable (= mix de production suisse 2018). Le courant livré aux consommateurs n'est pas seulement d'origine suisse, mais aussi d'origine étrangère : la Suisse échange en effet de l'électricité avec les pays limitrophes en fonction des besoins (importations / exportations). C'est pourquoi le mix de production suisse ne reflète pas la composition moyenne du courant livré (= mix livré). La loi oblige depuis 2005 les entreprises suisses de fourniture d'électricité à préciser l'origine et la composition du courant livré, à des fins de transparence et pour permettre au consommateur de disposer des informations nécessaires pour choisir son produit électrique. Cette déclaration s'effectue rétroactivement, sur la base des données de l'année calendaire antérieure. Depuis 2006, ces informations doivent être communiquées à tous les clients avec la facture d'électricité. Elles sont par ailleurs publiées sur la plateforme Internet www.stromkennzeichnung.ch depuis 2013.
neutralité carbone		= zéro émission nette de CO ₂ Voir « émissions nettes égales à zéro » dans le glossaire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf
neutralité climatique		Situation dans laquelle les activités humaines n'ont pas d'incidence nette sur le système climatique. Pour atteindre la neutralité climatique, il faut compenser les émissions résiduelles par l'élimination d'émissions (de dioxyde de carbone) et tenir compte des effets biogéophysiques supranationaux ou locaux de certaines activités humaines, p. ex. celles qui modifient l'albédo de surface ou le climat local. Voir « neutralité climatique » dans le glossaire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf
non indiqué	n.i.	
nouvelle politique énergétique	NPE	Un des scénarios des Perspectives énergétiques de l'OFEN (2012) Les « Perspectives énergétiques 2035 / 2050 » seront mises à jour en 2020 par l'OFEN. Il s'agira notamment de vérifier dans quelle mesure les perspectives définies et l'objectif de la Société à 2000 watts sont compatibles avec l'objectif de neutralité carbone du Conseil fédéral. Les résultats devraient être publiés à l'automne 2020. Ils seront pris en compte dans la version actualisée des présents principes directeurs (version 2-2020).
paramètre cible		Indicateur à « optimiser » (« émissions de GES », « énergie primaire », p. ex.)
périmètre du bilan		Frontières du système pour lequel le bilan est établi.
population		Bases pour l'évolution démographique en Suisse : Toutes les valeurs formulées pour l'avenir se fondent sur les données du scénario de référence A-00-2015 de l'OFES (2030 : 9,5 millions d'habitants ; 2045 : 10,2 millions d'habitants) : OFS (2015), Scénarios pour la Suisse, page 73 :

		https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/population/evolution-future/scenarios-suisse.html (page consultée le 05.02.2019). Estimation pour 2050 : 10,3 millions d'habitants.
potentiel de réchauffement global	PRG	Les rayonnements solaires qui atteignent la Terre sont en partie absorbés par la surface terrestre, contribuant à son réchauffement, et en partie réfléchis. Les GES renvoient vers la surface les rayonnements réfléchis, ce qui accroît un peu plus le réchauffement. Les activités humaines induisent une hausse de la concentration de GES dans l'atmosphère (CO ₂ notamment). Pour pouvoir comparer l'impact des différents GES (CO ₂ , méthane, protoxyde d'azote, hydrocarbures fluorés, hydrocarbures perfluorés, hexafluorure de soufre, hydrocarbures halogénés non couverts par le Protocole de Kyoto), on considère leur potentiel de réchauffement converti en équivalents CO ₂ (éq.-CO ₂).
puits technologique		Voir « émissions négatives »
valeur cible		Quantification d'un paramètre cible. Il s'agit d'une donnée « chiffrée », p. ex. « 2000 watts2000 watts par habitant ».
watt	W	Unité de puissance. La puissance est la quantité d'énergie (susceptible d'être) fournie d'un système à un autre (production ou consommation) par unité de temps. 2000 watts2000 watts de puissance continue sur une année correspondent à : $2000 \text{ W} * 8760 \text{ h} = 17\,520 \text{ kWh}$
zéro émission nette de CO ₂ / GES	zéro net	Situation dans laquelle les émissions anthropiques nettes de CO ₂ sont compensées à l'échelle de la planète par les éliminations anthropiques au cours d'une période donnée. Voir « émissions nettes de CO ₂ égales à zéro » dans le glossaire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf

7.2 Liste des tableaux

tableau 1 : Versions précédentes du document	5
tableau 2 : Valeurs cibles pour la Suisse, énergie primaire en puissance continue (voir la figure 1).....	12
tableau 3 : Valeurs cibles pour la Suisse, GES liés aux processus énergétiques (voir la figure 4)	12
tableau 4 : Valeurs cibles pour la Suisse, part de l'énergie finale renouvelable (voir la figure 5)	12
tableau 5 : Objectifs énergétiques pour la Suisse (S2000W / LEné / SE2050)	15
tableau 6 : Objectifs pour les émissions de GES liées aux processus énergétiques en Suisse.....	19
tableau 7 : Objectifs sectoriels pour les pouvoirs publics.....	21
tableau 8 : Objectifs sectoriels pour tous les acteurs (toute la commune, tout le territoire municipal)	22
tableau 9 : Explications relatives à la figure 6	29
tableau 10: Agents énergétiques primaires et classification selon énergies renouvelables/non renouvelables et rejets de chaleur/déchets	32
tableau 11: Agents énergétiques (stade de l'énergie finale) et classification de ceux-ci en agents renouvelables/non renouvelables et rejets de chaleur/déchets	35
tableau 12 : Comparaison des exigences de performance Minergie (ECO) et SIA 2040	47
tableau 13 : Différences méthodologiques pour les unités territoriales et les individus / ménages.....	51
tableau 14 : Comparaison des systèmes d'établissement de bilan des gaz à effet de serre utilisés en Suisse	54
tableau 15 : Consommation d'énergie primaire et émissions de GES par voiture de tourisme immatriculée.....	64
tableau 16 : Suppléments pour le transport aérien et le transport ferroviaire de marchandises et de longue distance.....	65
tableau 17 : Caractéristiques de la commune fictive	65
tableau 18 : Consommation totale d'énergie primaire due à la mobilité dans la commune fictive	65
tableau 19 : Paramètres cibles de la Société à 2000 watts, avec les valeurs cibles qui s'y rapportent	66
tableau 20 : Facteurs de réduction de l'énergie primaire en termes de puissance continue par habitant (watts par hab.).....	68
tableau 21 : Facteurs de réduction des émissions de gaz à effet de serre liées aux processus énergétiques, par habitant et par an	68
tableau 22 : Valeurs spécifiques des agents énergétiques primaires.....	78

7.3 Liste des illustrations

figure 1 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse	13
figure 2 : Comparatif entre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie totale en Suisse	14
figure 3 : Comparaison des objectifs de réduction de la consommation d'énergie primaire pour la Suisse	16
figure 4 : Évolution des GES liés aux processus énergétiques en Suisse, chaîne d'approvisionnement en agents énergétiques comprise	18
figure 5 : Évolution cible pour les énergies renouvelables en Suisse	20
figure 6 : Estimation des GES et de l'énergie pour les divers périmètres considérés (en bleu : Société à 2000 watts)	28
figure 7 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse	32
figure 8 : Évolution des émissions de GES liées aux processus énergétiques pour la Suisse, compte tenu de toute la chaîne d'approvisionnement	34
figure 9 : Objets soumis au bilan Société à 2000 watts	37
figure 10 : Flux d'énergie au sein des collectivités territoriales	37
figure 11 : Objectifs de consommation d'énergie primaire pour diverses communes et années de démarrage	41
figure 12 : Exigences posées aux bâtiments et aux sites en vertu des objectifs territoriaux définis dans les présents principes directeurs	43
figure 13 : Comparaison des quatre certificats de la famille des labels du bâtiment reconnus par l'OFEN.....	49
figure 14 : Degré de réalisation des objectifs et valeurs cibles pour les émissions de GES selon l'étude d'impact (domaine « Exploitation »).....	49
figure 15 : Flux des agents énergétiques ET de l'énergie (grise) contenue dans les biens et services.....	52
figure 16 : Scénarios de réduction des émissions de gaz à effet de serre définis par le rapport spécial du GIEC ⁹⁶ pour atteindre l'objectif de 1,5 °C.	57
figure 17 : Trajectoires de réduction, jusqu'en 2050, des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse en fonction de différentes années de départ	67
figure 18 : Objectifs cantonaux en matière d'énergie primaire	70
figure 19 : Objectifs cantonaux en matière d'émissions de gaz à effet de serre	70
figure 20 : Évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse liées aux processus énergétiques, chaîne d'approvisionnement incluse	71
figure 21 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse	71
figure 22 : Évolution du marquage de l'électricité depuis 2005 (doublement de la part renouvelable)	72
figure 23 : Empreinte carbone de la Suisse due à la consommation.....	73
figure 24 : Extrait du « Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories », page 11...	75
figure 25 : Inventaire suisse des émissions de GES	77

7.4 Références bibliographiques

- AIE Agence internationale de l'énergie (2014), *Energy Technology Perspectives 2014*, https://www.youtube.com/watch?time_continue=552&v=EoifraU8j9l#t=9m10s (page consultée le 27.02.2020)
- CCNUCC Nations Unies, Convention-cadre sur les changements climatiques (2015), *Conférence des Parties, Adoption de l'Accord de Paris*, https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/french_paris_agreement.pdf (Zugriff 27.02.2020)
- DETEC (2017), *Émissions de gaz à effet de serre : Objectifs de réduction des émissions pour 2015 et pour 2020 et évolution 1990-2015 par secteur*, <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/48115.pdf> (page consultée le 27.02.2020)
- Frischknecht et al. (2014), Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts, *version longue, 2014*
- GIEC (2014), *Changements climatiques 2014. Rapport de synthèse – Résumé à l'intention des décideurs*, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf (page consultée le 27.02.2020)
- Gugerli et al. (2019), Manuel relatif au certificat pour les Sites 2000 watts https://www.2000watt.swiss/dam/jcr:33d04ff6-d0a5-4f6d-ba13-e162369bba21/2000WA_Manuel_2019_V1%200_191101_FR.pdf (page consultée le 27.02.2020)
- IEA International Energy Agency (2017), *Energy Technology Perspectives 2017*, <http://www.iea.org/etp2017/summary/> (page consultée le 27.02.2020)
- Jakob et al (2016), Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA-Effizienzpfad Energie, https://www.tep-energy.ch/docs/2016_GEPAMOD_GPM_SIA_Effizienzpfad_Schlussbericht.pdf (page consultée le 27.02.2020)
- Loi sur l'énergie, <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20121295/index.html> (page consultée le 27.02.2020)
- Loi sur le CO₂ (2013), <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20091310/201301010000/641.71.pdf> (page consultée 27.02.2020)
- Loi sur le CO₂ (2018), <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20091310/201801010000/641.71.pdf> (page consultée le 27.02.2020)
- Message relatif au premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 (Révision du droit de l'énergie) et à l'initiative populaire fédérale « Pour la sortie programmée de l'énergie nucléaire (Initiative «Sortir du nucléaire») » (2013), <https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2013/7561.pdf> (page consultée le 27.02.2020)
- OFEV (2016), *L'accord de Paris sur le climat*, https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/info-specialistes/climat--affaires-internationales/l_accord-de-paris-sur-le-climat.html (page consultée le 27.02.2020)
- OFEV (2017), *Révision totale de la loi sur le CO₂*, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/droit/totalrevision-co2-gesetz.html> (page consultée le 27.02.2020)
- OFS (2015), *Scénarios pour la Suisse*, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/population/evolution-future/scenarios-suisse.html> (page consultée le 27.02.2020)
- OFS (2017), *Évolution des données démographiques*, <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/9466631/master> (page consultée le 27.02.2020)
- Pfäffli (2017), SIA-Effizienzpfad Energie, Bestimmung der Ziel- und Richtwerte Top Down und Bottom-up, <https://www.energytools.ch/index.php/de/downloads/grundlagenberichte/send/5-grundlagenberichte/51-grundlagenberichte-sia-2040-de> (page consultée le 27.02.2020)
- UE – *Le changement climatique et vous*, https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_fr (page consultée le 27.02.2020)

Vogel *et al.* (2017), Monitoring-Standard für Areale und Gebäude
https://www.2000watt.swiss/dam/jcr:bbf933ce-dd9d-4631-bd29-2578321aa15b/Monitoring_Standard_2017_V1_0_170701.pdf (page consultée le 27.02.2020)