



## Méthode de calcul des émissions cantonales de CO<sub>2</sub> des bâtiments sur la base du registre des bâtiments et logements (RegBL)

pour le compte de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Zurich, 19.12.2016

## Mentions légales

Institution	Office fédéral de l'environnement (OFEV) Division Climat CH-3003 Berne  L'OFEV est un office du département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).
Réalisation	ECOSPEED AG Drahtzugstrasse 18 CH-8008 Zurich
Auteurs	ECOSPEED AG Christoph Hartmann Drahtzugstrasse 18 CH-8008 Zurich  TEP Energy Martin Jakob Rotbuchstrasse 68 CH-8037 Zurich
Encadrement OFEV	Regine Röthlisberger, OFEV Carla Gross, OFEV
Membres du groupe d'accompagnement	Beat Calonder, CCE Patrick Kummer, OFS Mariano Bonriposi, OFS Luca Pirovino, SIA Massimiliano Capezzali, EPFL Marcel Knöri, canton de Saint-Gall Peter Bucher, canton de Lucerne Matthias Haldi, canton de Berne Gian-Marco Alt, canton de Zurich Lukas Calmbach, canton de Bâle-Ville
Remarque	Cette étude / ce rapport a été réalisé(e) pour le compte de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Le mandataire est seul responsable du contenu du dossier.

## Sommaire

<b>1. EXPOSÉ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. OBJECTIF</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MÉTHODE</b> .....	<b>5</b>
3.1 LIMITES DU SYSTÈME ET PÉRIMÈTRE DE RÉFLEXION .....	5
3.2 APPROCHE CONCEPTUELLE .....	6
3.3 FORMULES GÉNÉRALES .....	9
3.4 APERÇU DES DONNÉES DISPONIBLES .....	10
3.5 SURFACE DE RÉFÉRENCE ÉNERGÉTIQUE – EBF .....	11
3.5.1 Bâtiments d’habitation.....	11
3.5.2 Bâtiments à usage mixte .....	12
3.5.3 Bâtiments non résidentiels.....	14
3.6 INDICATEUR ÉNERGÉTIQUE – EKZ .....	15
3.7 MIX D’AGENTS ÉNERGÉTIQUES – ET-MIX.....	18
3.8 COEFFICIENTS D’ÉMISSION DE CO <sub>2</sub> – F <sub>CO2</sub> .....	20
<b>4. RAPPORT STANDARD POUR LA CCE</b> .....	<b>21</b>
4.1 RAPPORT AU NIVEAU « BÂTIMENTS DISTINCTS » .....	21
4.2 RAPPORT AU NIVEAU « FAMILLE DE BÂTIMENTS ».....	21
<b>5. REGBL - CATALOGUE DES CARACTÈRES VERSIONS 3.7 ET 4.0</b>	<b>22</b>
<b>6. INTERVIEWS</b> .....	<b>24</b>
6.1 APPROCHE: CANTON DE SAINT-GALL.....	24
6.2 APPROCHE: CANTON DE LUCERNE.....	25
6.3 APPROCHE: CANTON DE ZURICH .....	26
6.4 APPROCHE: CANTON DE BÂLE-VILLE .....	27
6.5 APPROCHE: CANTON DE BERNE .....	28

## 1. Exposé

En vertu de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub>, les cantons suisses devront présenter à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) un rapport annuel sur les émissions de CO<sub>2</sub> du parc de bâtiments et de logements du canton à partir de 2018. Dans sa lettre du 29 janvier 2016 aux responsables des rapports, l'OFEV écrit: « les cantons qui ne disposent pas de leur propre solution ou méthode de collecte de données peuvent utiliser le logiciel ECOSPEED Region comme solution transitoire jusqu'en 2018 pour réaliser leurs rapports selon l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub>. Mais pour le moyen terme, l'OFEV recommande une collecte de données ascendante basée sur le RegBL. » Par ailleurs, l'OFEV souligne dans ce rapport que « une bonne cartographie diachronique de l'évolution des émissions cantonales des bâtiments est essentielle » (sous-entendu: rétroactive).

Concernant l'application de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub> et étant donné que le registre des bâtiments et des logements est actuellement remanié et enrichi des bâtiments non résidentiels, les cantons ont besoin d'une méthode de calcul harmonisée des émissions de CO<sub>2</sub> du parc immobilier sur la base du nouveau RegBL. Ceci concerne notamment les cantons qui utilisent le logiciel ECOSPEED Region et n'ont pas encore leur propre base de données pour calculer les émissions cantonales de CO<sub>2</sub>.

Comme les données répondant à la nouvelle structure du RegBL ne seront pas disponibles tout de suite après le lancement au printemps 2017 puisqu'elles sont collectées peu à peu, la méthode devra décrire le calcul aussi bien sur la base des données actuelles du RegBL (version 3.7) que sur la base des nouvelles données du RegBL (version 4.0). Par dérogation à l'utilisation des données du RegBL, les cantons seront aussi autorisés à recourir aux données de la statistique des bâtiments et des logements (StatBL). Celles-ci sont publiées avec un certain décalage par rapport au RegBL. Il n'est pas encore connu actuellement si les bâtiments non résidentiels se refléteront dans les données de la StatBL et du RegBL.

Le présent document se penche sur l'établissement de la méthode de calcul avec des formules exactes et des références précises aux données disponibles dans le RegBL (ou la StatBL). En outre, la méthode décrit la collecte et la mise en forme des autres données requises en plus du RegBL (indicateurs énergétiques, mix énergétique, coefficients d'émission).

## 2. Objectif

L'objectif principal est le calcul de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments sur la base des données du RegBL, assorti de la condition de la cohérence au fil des ans.

L'objectif secondaire est de fournir aux cantons une base de travail leur permettant de mettre à jour les données du RegBL aussi bien que possible. La bonne réussite de cet objectif secondaire conditionne la réalisation de l'objectif principal avec une précision suffisante.

### 3. Méthode

#### 3.1 Limites du système et périmètre de réflexion

Les bâtiments pris en compte appartiennent aux catégories de bâtiment GKAT 1021 à 1060 et aux classes de bâtiment (GKLAS) 1211 à 1279. Ils sont caractérisés par la disponibilité d'un chauffage et/ou d'un convertisseur d'énergie de l'eau chaude. Les bâtiments du secteur secondaire (industrie manufacturière et construction) ne sont pas pris en compte. Les habitations provisoires et les constructions particulières de la catégorie de bâtiment GKAT 1080 ne sont pas non plus prises en compte (voir le Figure 1).

**Figure 1** Méthode centrée sur la catégorie de bâtiment selon le RegBL

Bâtiments selon le RegBL	Avec convertisseurs d'énergie
Habitations provisoires (GKAT 1010)	
Bâtiments exclusivement à usage d'habitation (GKAT 1021, 1025)	
Bâtiments principalement/partiellement à usage d'habitation (GKAT 1030, 1040)	
Bâtiments sans usage d'habitation (GKAT 1060)	
Constructions particulières (GKAT 1080)	

Source : TEP Energy, adaptation tirée de Jakob et al. (2015) : « Bestandesaufnahme Energie- und CO<sub>2</sub>-Daten; Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO<sub>2</sub>-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen » [en allemand]

Au vu de leur diversité, les bâtiments non résidentiels ne sont pas répertoriés par catégorie de bâtiment (GKAT), mais par classe de bâtiment (GKLAS) qui détaille mieux le caractère des bâtiments. En effet, la classe permet de mieux attribuer un bâtiment à l'un des secteurs économiques sur lesquels se base la modélisation des bâtiments non résidentiels tant que les données basiques ne sont disponibles ni dans le RegBL ni dans la StatBL. La synthèse de la catégorie de bâtiment et de la classe de bâtiment sera appelée ci-après le type de bâtiment (voir aussi le tableau à la page 15).

La variante de base cartographie la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> du chauffage domestique et de la production d'eau chaude. L'énergie de processus peut également être calculée à condition qu'il soit possible de l'attribuer aux bâtiments ou à leur utilisation (c'est-à-dire aux processus industriels, voir la définition dans le cahier technique SIA 2040 *La voie SIA vers l'efficacité énergétique*).

### 3.2 Approche conceptuelle

Basée sur le rapport *Bestandesaufnahme Energie- und CO<sub>2</sub>-Daten; Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO<sub>2</sub>-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen* (Jakob et al. 2015) [Inventaire des données d'énergie et de CO<sub>2</sub>; principes de définition des données d'énergie et de CO<sub>2</sub> du parc de bâtiments dans les cantons], l'approche proposée s'appuie fondamentalement sur la méthode III.a « Modélisation ascendante de l'évolution des émissions ».

La modélisation repose essentiellement sur les éléments suivants:

- **Surface de référence énergétique**

Les données quantitatives utilisées sont la surface de référence énergétique (surface brute de plancher chauffé) et le nombre de personnes qui utilisent le bâtiment considéré si cette donnée est disponible. Pour les bâtiments résidentiels ou l'usage d'habitation, les données quantitatives s'appuient sur le RegBL. En ce qui concerne les bâtiments non résidentiels, les données quantitatives s'appuient sur le modèle de parc immobilier pendant la phase transitoire jusqu'à ce que les données correspondantes soient gérées dans le RegBL.

- **Indicateur énergétique**

La consommation spécifique (basée sur l'énergie finale) est empruntée au modèle de parc immobilier (MPI) qui discerne plusieurs attributs (type de bâtiment, année de construction, agent énergétique, etc.). Il convient aussi de faire la différence entre la chaleur de chauffage, l'eau chaude et l'énergie de processus (voir les détails au chapitre 3.6). Pour la chaleur de chauffage, la consommation est calculée dans le MPI à la manière du bilan énergétique et du Certificat énergétique cantonal des bâtiments CECB (procédure simplifiée selon SIA 380/1). Pour l'eau chaude, le besoin spécifique est différent suivant la catégorie du bâtiment et varie en fonction du nombre d'usagers ou de la surface. Pour la chaleur de chauffage et l'eau chaude, des valeurs spécifiques sont appliquées par agent énergétique pour la conversion d'énergie (facteurs d'utilisation annuels) et les coefficients d'émission. En ce qui concerne l'énergie de processus, il convient de distinguer au niveau de la consommation spécifique d'une part les processus produisant de la chaleur et des émissions, d'autre part les autres processus, en général les processus tournés vers électricité. Ces derniers ne sont pas inclus dans la variante de base et leur calcul est facultatif. Dans ce cas, le calcul est effectué conformément à l'approche du modèle TEP Tertiary mis en œuvre dans le cadre des analyses ex post de l'OFEN.<sup>1</sup>

- **Mix énergétique**

L'agent énergétique par bâtiment découle directement des informations du RegBL. Dans le cas des bâtiments d'habitation, le mix énergétique au niveau agrégé est modélisé parallèlement aux données du RegBL afin de pouvoir suivre l'évolution entre l'année considérée et l'année du dernier recensement (normalement 2000). Les données déterminantes pour les rapports sur le CO<sub>2</sub> au niveau des bâtiments distincts sont celles du RegBL. Elles sont également utilisées pour le rapport au niveau des familles de bâtiments par canton, étant donné toutefois qu'un mix modélisé

---

<sup>1</sup> OFEN (2016) : *Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren* [Analyse ex post de la consommation d'énergie des ménages suisses de 2000 à 2015 en fonction des facteurs déterminants et de l'application] ; et OFEN (2016b) : *Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren* [Analyse ex post de la consommation d'énergie suisse de 2000 à 2015 en fonction des facteurs déterminants].

d'agents énergétiques peut être utilisé en complément (voir les détails *infra*). Pour les bâtiments sans usage d'habitation, le mix d'agents énergétiques au niveau agrégé (modèle de parc immobilier) est utilisé (par exemple agrégation des caractères classe de bâtiment et époque de construction), tant que l'information correspondante par bâtiment ne figure pas dans le RegBL.

L'approche est vérifiée au niveau national suisse afin de lever certaines incertitudes, à l'image de la procédure appliquée dans le cadre des analyses ex post de l'OFEN.

En ce qui concerne les données disponibles, il convient de distinguer deux cas de figure:

- **Bâtiments d'habitation**

Au niveau granulaire, la modélisation part du bâtiment (EGID) **OU** du logement (EWID) (voir le chap. 5). Les chiffres spécifiques de la consommation d'énergie sont calculés selon différents critères (catégorie de bâtiment, époque de construction, agent énergétique, etc.) puis sont connectés avec les données quantitatives. L'agent énergétique par bâtiment est extrait du RegBL. Les agents énergétiques dans le RegBL (souvent, ils y figurent seulement lors du recensement initial) sont agrégés dans un mix d'agents énergétiques (par exemple par catégorie de bâtiment ou par époque de construction). À ce niveau d'agrégation, le modèle de parc immobilier modélise l'évolution entre l'année du dernier recensement et l'année considérée et complète ainsi les valeurs réelles du RegBL. Le mix énergétique prévisionnel est calculé en tenant compte de la probabilité qu'un changement de l'agent énergétique a eu lieu. Des différences apparaissent entre les cantons du fait de la disponibilité (par exemple: bâtiments se trouvant dans une zone de distribution de gaz et de chaleur à distance) et du fait des prix relatifs de l'énergie. La version de base tient compte de tels effets globalement ou au besoin sous forme détaillée. La comparabilité des deux approches est assurée (mix énergétique du RegBL par rapport au mix énergétique prévisionnel). Pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments des cantons, le mix énergétique à utiliser est a) pour les familles de bâtiments avec une base de données suffisante, le mix énergétique du RegBL et b) pour les autres bâtiments, accessoirement celui du MPI.

- **Bâtiments à usage mixte**

Au niveau granulaire, la modélisation part du bâtiment (EGID) **ET** du logement (EWID) (voir le chap. 3.5.2). La part de la surface de référence énergétique revenant à l'usage résidentiel est calculée sur la base du logement (EWID). La part restante de la surface de référence énergétique est calculée sur la base du MPI (voir Bâtiments non résidentiels) mais sans établir un rapport de connexité entre les bâtiments à usage mixte et les bâtiments sans usage d'habitation (non résidentiels). Les calculs restants (consommation spécifique d'énergie et mix énergétique) sont effectués selon le même principe que pour les bâtiments résidentiels (voir *supra*).

- **Bâtiments non résidentiels**

Au niveau granulaire, la modélisation part toujours du bâtiment (EGID). Les calculs restants (consommation spécifique d'énergie et mix énergétique) sont effectués selon le même principe que pour les bâtiments résidentiels (voir *supra*). Comme les données recensées dans le RegBL ne suffisent pas encore à extrapoler la surface de référence énergétique dans la rubrique des bâtiments non résidentiels (données manquantes dans le RegBL), une autre approche s'impose pendant la période de transition (jusqu'à ce que ces données soient disponibles dans le RegBL). La solution temporaire suggérée est d'utiliser les données du modèle de parc immobilier

(MPI) de TEP Energy pour calculer la surface de référence énergétique. Le MPI est élargi en conséquence pour refléter la surface de référence énergétique au niveau du canton et de la classe de bâtiment (ces données de SRE ne sont donc pas encore spécifiques des bâtiments). La modélisation de la SRE est effectuée via le RegBL dès que le niveau de qualité des données disponibles dans le RegBL est acceptable. Le calcul de la consommation spécifique est effectuée selon le même principe que pour les bâtiments résidentiels (voir *supra*). Le calcul du mix énergétique repose d'une part sur des données structurelles du canton (par exemple le mix d'agents énergétiques des bâtiments à usage mixte, les données des communes raccordées au gaz), d'autre part sur des données nationales (par exemple le mix énergétique par secteur économique).

Pour le traitement de toutes les données provenant du modèle de parc immobilier (surfaces de référence énergétiques, indicateurs énergétiques, mix énergétique), on distingue les variantes suivantes:

- **Variante de « BASE »**

La version de base gère les données des années 2015 à 2019. Il convient toutefois de préciser que la base de données utilisée pour le modèle de parc immobilier s'appuie sur l'année 2013. Les données de 2015 sont mises à jour et calibrées dans le MPI au moyen de bases statistiques. Les données des années 2015 à 2019 sont calculées sur la base de valeurs estimées.

- **Variante « AVEC EFFET RÉTROACTIF »**

Cette variante sert à calculer les données des années précédentes (par exemple pour 2000 ou pour une série chronologique de 2000 à 2015).

- **Variante « NOUVELLE ANNÉE »**

Pour cette variante, le modèle de parc immobilier est étoffé sur la base d'un nouvel extrait de données du RegBL (par exemple 2016) et une nouvelle année complète est générée.

La première phase se concentre sur la variante « BASE ». Au besoin, les autres variantes pourront être formulées et articulées en détail ultérieurement.

### 3.3 Formules générales

Les formules suivantes sont utilisées pour le calcul des consommations d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> au niveau des bâtiments distincts:

Consommation d'énergie Chauffage (H)	$EV_H(ET) = EBF \cdot EKZ_H(ET) \cdot E\_Mix_H$
Consommation d'énergie Eau chaude (W)	$EV_W(ET) = EBF \cdot EKZ_W(ET) \cdot E\_Mix_W$
Consommation d'énergie Processus (P)	$EV_P(ET) = EBF \cdot EKZ_P(ET) \cdot E\_Mix_P$
Consommation d'énergie Bâtiments (G)	$EV_G(ET) = EV_H + EV_W + EV_P$

Émissions de CO <sub>2</sub> Chauffage (H)	$CO_{2\_H} = \sum_{ET} EV_H(ET) \cdot f_{CO_2}(ET)$
Émissions de CO <sub>2</sub> Eau chaude (W)	$CO_{2\_W} = \sum_{ET} EV_W(ET) \cdot f_{CO_2}(ET)$
Émissions de CO <sub>2</sub> Processus (P)	$CO_{2\_P} = \sum_{ET} EV_P(ET) \cdot f_{CO_2}(ET)$
Émissions de CO <sub>2</sub> Bâtiments (G)	$CO_{2\_G} = CO_{2\_H} + CO_{2\_W} + CO_{2\_P}$

#### Légende

<i>EV</i>	= Consommation d'énergie	
<i>EBF</i>	= Surface de référence énergétique	voir le chap. 3.5
<i>EKZ</i>	= Indicateur énergétique par agent énergétique	voir le chap. 3.6
<i>E-Mix</i>	= Part en pour cent par agent énergétique	voir le chap. 3.7
<i>ET</i>	= Agent énergétique	voir le chap. 3.7
<i>f<sub>CO2</sub></i>	= Coefficient d'émission de CO <sub>2</sub> (équivalents CO <sub>2</sub> )	voir le chap. 3.8

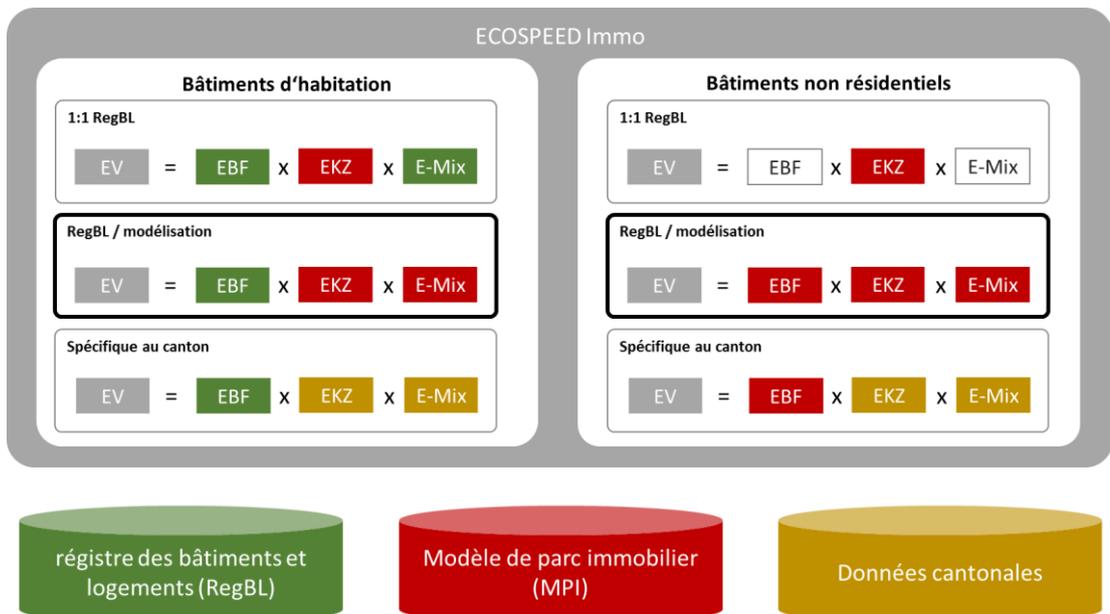
Les chapitres suivants décrivent en détail les différentes méthodes et les sources des paramètres énoncés ici. Le calcul complet se fait au niveau du bâtiment (EGID). Pour l'analyse au niveau supérieur, les données sont agrégées de manière correspondante. Pendant la période de transition jusqu'à ce que les données de la rubrique des bâtiments non résidentiels sont collectées, ce calcul appliqué aux bâtiments non résidentiels est effectué au niveau agrégé.

## 3.4 Aperçu des données disponibles

La figure ci-dessous illustre la source des données intervenant dans le calcul de la consommation d'énergie. On distingue trois calculs (et résultats) différents:

- RegBL**  
 La surface de référence énergétique et le mix énergétique sont puisés tels quels dans la base des données du RegBL. L'indicateur énergétique provient du modèle de parc immobilier. Ce calcul dresse un tableau honnête de l'état des données du RegBL. Dans le domaine des bâtiments non résidentiels, le RegBL ne contient pas encore suffisamment de données requises (surface de référence énergétique et mix énergétique).
- RegBL / modélisation**  
 La surface de référence énergétique provient du RegBL. Pour les bâtiments non résidentiels, la surface de référence énergétique est puisée provisoirement dans le modèle de parc immobilier jusqu'à ce que les données correspondantes soient incorporées dans le RegBL. L'indicateur énergétique et notamment le mix énergétique (enregistrements dans le RegBL vieux de plus de 15 ans) sont basés sur les modélisations dans le modèle de parc immobilier.
- Spécifique au canton**  
 Alors que la surface de référence énergétique découle des informations du RegBL (ou du MPI pour les bâtiments non résidentiels pendant la période de transition), les indicateurs énergétiques et/ou les agents énergétiques ou le mix énergétique peuvent provenir au choix des données cantonales (par exemple des analyses des données du contrôle des installations de chauffage).

**Figure 2: Aperçu des données disponibles et variantes de calcul**



En ce qui concerne le rapport sur les émissions de CO<sub>2</sub> en vertu de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub>, il faut déterminer laquelle des deux approches décrites précédemment doit être appliquée. La variante « RegBL / modélisation » est mise en œuvre comme solution de transition. La variante « spécifique au canton » doit être réalisée à moyen terme. La variante « RegBL » est à utiliser pour la communication interne (efforts à fournir par les cantons et les communes pour améliorer les données du RegBL).

## 3.5 Surface de référence énergétique – EBF

### 3.5.1 Bâtiments d'habitation

Pour les bâtiments exclusivement à usage d'habitation (GKAT: 1021, 1025), le calcul de la surface de référence énergétique s'appuie fondamentalement sur le RegBL. Une approche différente est mise en œuvre pour les bâtiments en fonction de la disponibilité des données dans le RegBL. L'approche initiale est l'approche 1. Celle-ci est mise en œuvre si les données correspondantes nécessaires sont disponibles. Si les données nécessaires pour l'approche 1 ne sont pas disponibles, l'approche 2 est examinée. Celle-ci est mise en œuvre si les données correspondantes sont disponibles. Si les données nécessaires pour l'approche 2 ne sont pas disponibles, l'approche 3 est mise en œuvre, et ainsi de suite.

Approche 1	Surface de référence énergétique	$EBF = WEBF$
Approche 2	Surface de référence énergétique	$EBF = WAREA \cdot f_{WAREA-EBF}$
Approche 3	Surface de référence énergétique	$EBF = WAZIM \cdot \emptyset EBF_{WAZIM}$
Approche 4	Surface de référence énergétique	$EBF = WPERSHW \cdot \emptyset EBF_{WPERSHW}$
Approche 5	Surface de référence énergétique	$EBF = GANZWHG \cdot \emptyset EBF_{GANZWHG}$
Approche 6	Surface de référence énergétique	$EBF = GAREA \cdot GASTW \cdot f_{BGF-EBF}$

#### Légende

$EBF$	= Surface de référence énergétique
$f_{WAREA-EBF}$	= Facteur de conversion de la surface habitable en surface de référence énergétique
$f_{BGF-EBF}$	= Facteur de conversion de la surface brute de l'étage en surface de référence énergétique
$\emptyset EBF_{WAZIM}$	= Surface de référence énergétique moyenne par chambre
$\emptyset EBF_{WPERSHW}$	= Surface de référence énergétique moyenne par personne
$\emptyset EBF_{GANZWHG}$	= Surface de référence énergétique moyenne par logement

Voir les autres paramètres au chap. 5

#### Définition $f_{WAREA-EBF}$

Les facteurs de conversion de la surface du logement (WAREA) en surface de référence énergétique (EBF) sont les suivants:

- Maisons individuelles (GKAT: 1021) 1.3
- Maisons à plusieurs logements (GKAT: 1025) 1.25

### Définition $f_{BGF-EBF}$

Les facteurs de conversion de la surface brute du niveau (BGF) en surface de référence énergétique (EBF) sont les suivants:

- Maisons individuelles (GKAT: 1021) 0.9
- Maisons à plusieurs logements (GKAT: 1025) 0.9

Certaines données, par exemple la surface moyenne par logement ( $\emptyset EBF_{WAZIM}$ ), sont différenciées en fonction de divers caractères du bâtiment (catégorie de bâtiment, époque de construction, etc.).

### 3.5.2 Bâtiments à usage mixte

Pour les bâtiments à usage mixte (GKAT : 1030, 1040), le calcul de la surface de référence énergétique (SRE) s'appuie fondamentalement sur le RegBL. La SRE concerne en premier lieu l'utilisation résidentielle.

#### SRE de l'usage d'habitation (WN)

Approche 1	Surface de référence énergétique	$EBF_{WN} = WEBF$
Approche 2	Surface de référence énergétique	$EBF_{WN} = WAREA \cdot f_{WAREA-EBF}$
Approche 3	Surface de référence énergétique	$EBF_{WN} = WAZIM \cdot \emptyset EBF_{WAZIM}$
Approche 4	Surface de référence énergétique	$EBF_{WN} = WPERSHW \cdot \emptyset EBF_{WPERSHW}$
Approche 5	Surface de référence énergétique	$EBF_{WN} = GANZWHG \cdot \emptyset EBF_{GANZWHG}$

#### SRE de l'usage non résidentiel (NWN)

Surface de référence énergétique  $EBF_{NWN} = GAREA \cdot GASTW \cdot f_{BGF-EBF} - EBF_{WN}$

Pendant la période de transition jusqu'à ce que les données de la rubrique des bâtiments non résidentiels soient collectées dans le RegBL, la SRE attribuée à l'usage non résidentiel est calculée uniquement à titre d'information. Pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments non résidentiels pendant la période de transition, les données agrégées du modèle de parc immobilier sont utilisées, mais aucune différence n'est faite entre les bâtiments à usage mixte et les bâtiments sans usage d'habitation.

#### Légende

- $EBF$  = Surface de référence énergétique
- $f_{WAREA-WEBF}$  = Facteur de conversion de la surface habitable en surface de référence énergétique
- $f_{BGF-WEBF}$  = Facteur de conversion de la surface brute de l'étage en surface de référence énergétique
- $\emptyset EBF_{WAZIM}$  = Surface de référence énergétique moyenne par chambre
- $\emptyset EBF_{WPERSHW}$  = Surface de référence énergétique moyenne par personne
- $\emptyset EBF_{GANZWHG}$  = Surface de référence énergétique moyenne par logement

Voir les autres paramètres au chap. 5

**Définition  $f_{WAREA-EBF}$** 

Les facteurs de conversion de la surface du logement (WAREA) en surface de référence énergétique (EBF) sont les suivants:

- Bâtiments d'habitation avec usage annexe (GKAT: 1030) 1.25
- Bâtiments partiellement à usage d'habitation (GKAT: 1040) 1.25

**Définition  $f_{BGF-EBF}$** 

Les facteurs de conversion de la surface brute du niveau (BGF) en surface de référence énergétique (EBF) sont les suivants:

- Bâtiments d'habitation avec usage annexe (GKAT: 1030) 0.9
- Bâtiments partiellement à usage d'habitation (GKAT: 1040) 0.9

### 3.5.3 Bâtiments non résidentiels

Pour les bâtiments sans usage d'habitation, le calcul au niveau des bâtiments distincts s'appuie sur l'approche suivante :

Surface de référence énergétique  $EBF = GAREA * GASTW * f_{BGF-EBF} * f_{Form}$

**Définition  $f_{BGF-EBF}$**

Le facteur de conversion de la surface brute du niveau (BGF) en surface de référence énergétique (EBF) est le suivant:

- Tous les bâtiments non résidentiels 0.9

**Définition  $f_{Form}$**

Dans certains cas, la surface de référence énergétique peut s'écarter sensiblement de l'approche surface du bâtiment (GAREA) \* nombre de niveaux (GASTW). Dans ces cas, il est possible d'appliquer un coefficient de correction de forme, par exemple pour un gratte-ciel à base large surmonté d'une tour résidentielle hélicoïdale.

**Solution alternative pendant la phase de transition**

Comme il faudra un certain temps avant que le RegBL contienne suffisamment de données pour permettre une modélisation au niveau des bâtiments non résidentiels, il faudra choisir une solution d'appoint pour la phase de transition.

Dans le modèle de parc immobilier (MPI) de TEP Energy, les surfaces de référence énergétiques ont été calculées sur la base d'une procédure d'échantillonnage et d'extrapolation adaptée. Dans ce cas, un échantillon de communes avec suffisamment de données disponibles est obtenu à l'intersection du registre des entreprises et des établissements (REE) de l'OFS et des données correspondantes du RegBL. Un modèle de régression a ensuite été adapté aux données de surface et d'employés obtenues puis appliqué à l'ensemble de la Suisse pour l'extrapolation. La procédure entière et les données sous-jacentes sont décrites en détail dans le rapport « *Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäß SIA-Effizienzpfad* » (Jakob et al, 2016) [Élargissement du modèle de parc immobilier suivant la voie SIA vers l'efficacité énergétique].

La procédure d'extrapolation peut être appliquée au niveau du canton dans le cadre de l'ordonnance sur le CO<sub>2</sub>. Ses résultats sont mis à disposition.

### 3.6 Indicateur énergétique – EKZ

L'approche méthodologique doit être choisie de façon à mapper la pluralité des types d'indicateurs énergétiques. Les cantons qui n'ont pas de solution d'échantillonnage devront mettre en œuvre des indicateurs standards en guise de solution intérimaire à moyen terme jusqu'à ce que les indicateurs spécifiques du canton soient disponibles. Tous les cantons disposant déjà de leur propre solution d'échantillonnage devront la mettre en œuvre parallèlement au jeu d'indicateurs standards.<sup>2</sup> Ceci permettra de comparer les deux approches et de mieux les interpréter. **Les descriptions ci-après tiennent compte uniquement des indicateurs standards.**

La consommation d'énergie finale par m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique (EBF) et par agent énergétique est calculée fondamentalement sur la base du besoin d'énergie utile (spécifique) et des facteurs d'utilisation par agent énergétique (en fonction de la répartition par âge des chaudières). Le transfert des résultats spécifiques par surface s'effectue au niveau des familles de bâtiments (par analogie avec les spécifications correspondantes concernant le besoin d'énergie utile et les facteurs d'utilisation). Pour le calcul du besoin spécifique d'énergie finale, il convient aussi de faire la différence entre la chaleur de chauffage, l'eau chaude et l'énergie de processus:

- **Chaleur de chauffage**

Pour déterminer la chaleur de chauffage, les valeurs spécifiques de consommation d'énergie de chauffage dans le modèle de parc immobilier sont calculés<sup>3</sup> en deux étapes: pour commencer, on calcule le besoin calorifique, ce qui permet de différencier les familles de bâtiments; dans la deuxième étape, on calcule la consommation spécifique d'énergie finale (kWh/m<sup>2</sup>) en divisant le besoin calorifique par le facteur d'utilisation.

- Le calcul du besoin de chaleur de chauffage s'appuie dans le MPI sur des informations indirectes incluant la forme géométrique des groupes de bâtiments, l'état énergétique de l'enveloppe du bâtiment (coefficients de transfert thermique variant suivant l'époque de construction et l'époque de rénovation) et le rapport entre les surfaces rénovées et non rénovées. Le besoin spécifique de chaleur de chauffage est calculé à la manière du bilan énergétique et du Certificat énergétique cantonal des bâtiments CECB (procédure simplifiée selon SIA 380/1).<sup>4</sup> Les taux de rénovation énergétique et l'efficacité énergétique moyenne des rénovations énergétiques sont calculés sur la base du MPI, comme décrit dans le rapport de L'OFEN « *Energetische Erneuerungsraten im Gebäudebereich – Synthesebericht zu Gebäudehülle und Heizanlagen* » (Jakob et al. 2014).
- La consommation spécifique est dérivée du besoin spécifique de chaleur de chauffage  $Q_h$  (voir *supra*) et du facteur d'utilisation de l'installation de chauffage utilisée. Dans le MPI, les facteurs d'utilisation dépendent de l'âge et donc indirectement de l'époque de construction des bâtiments (surtout les constructions récentes).

---

<sup>2</sup> Échantillon représentatif ou stratifié faisant référence à la population étudiée sur la base des propriétés énergétiques des bâtiments.

<sup>3</sup> En guise d'alternative, les valeurs spécifiques de consommation d'énergie de chauffage peuvent être déterminées par échantillonnage représentatif ou stratifié.

<sup>4</sup> Au besoin, l'état énergétique peut être évalué sur la base des études sur l'énergie des années précédentes (cf. Ott, Jakob et al. 2014 et Jakob et al. 2014) au moyen d'un échantillonnage représentatif ou stratifié ayant lieu périodiquement toutes les deux à cinq années.

Les différences spécifiques au niveau des cantons concernant les deux variables proviennent d'une part de la structure du parc immobilier (époques de construction, classes de bâtiments), d'autre part des activités de remplacement et de substitution. Ces dernières peuvent être cartographiées pour chaque canton soit sur la base d'une estimation professionnelle (variante de base) ou dans le cadre d'ateliers avec les représentants des cantons, soit sur la base d'un échantillonnage spécifique (cf. Jakob et al. 2012<sup>5</sup>).

- **Eau chaude**

Pour l'eau chaude, le besoin spécifique d'énergie finale est fonction de la catégorie du bâtiment et varie suivant le nombre d'usagers ou la surface. Dans le MPI, la consommation spécifique par usager est convertie sur la base des données spécifiques d'utilisation des locaux. Les données d'utilisation des locaux s'appuient d'une part sur le cahier technique SIA 2024, d'autre part sur l'échantillon indiqué précédemment (ayant servi à calculer la surface par employé) et des données nationales suisses (nombre d'habitants et employés par branche d'activité). Comme pour la chaleur de chauffage, la consommation d'énergie finale est obtenue en divisant le besoin de chaleur de chauffage par le facteur d'utilisation de l'installation de préparation et distribution d'eau chaude. De même que la chaleur de chauffage, le facteur d'utilisation dépend également de la technologie, de l'âge des installations et des habitudes de consommation (préparation d'eau chaude saisonnière ou toute l'année).

- **Énergie de processus**

En ce qui concerne l'énergie de processus calculée facultativement, il convient de distinguer au niveau du besoin spécifique d'énergie finale d'une part les processus produisant de la chaleur et des émissions, d'autre part les autres processus, en général les processus orientés électricité. Les premiers sont les activités liées à la préparation de plats (cuisiner) dans le contexte des bâtiments résidentiels, ainsi que d'autres applications diverses spécifiques au bâtiment dans le contexte des bâtiments non résidentiels. Ceux-ci sont modélisés dans le modèle TEP Tertiary mis en œuvre dans le cadre des analyses ex post de l'OFEN. Les autres processus, en règle générale liés à l'électricité tels que la ventilation, la climatisation, l'éclairage, les technologies de l'information et de la communication etc., sont amalgamés et présentés sous forme d'indicateur agrégé.

---

<sup>5</sup> Banfi S, Farsi M, Jakob M. (2012). An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings. CEPE, ETH Zürich et TEP Energy pour le compte du CCEM, de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), des cantons suisses BL, TG et ZH, de la ville de Zurich. Zurich, avril.

**Figure 3 Indicateurs énergétiques du MPI (1)**

	Type de bâtiment	Bâtiment d'habitation	Bâtiment à usage mixte	Bâtiment non résidentiel
Bâtiments distincts <sup>(2)</sup>	Maisons individuelles (GKAT 1021)	✓		
	Maisons à plusieurs logements (GKAT 1025)	✓		
	Bâtiments d'habitation avec usage annexe (GKAT 1030)		✓	
	Bâtiment partiellement à usage d'habitation (GKAT 1040)		✓	
Familles de bâtiments <sup>(3)</sup>	Habitat communautaire (GKAS 113)		✓	✓
	Hôtels et bâtiments d'hébergement (GKAS 121)		✓	✓
	Immeubles de bureaux (GKAS 122)		✓	✓
	Bâtiments commerciaux (GKAS 123)		✓	✓
	Bâtiments pour les transports et les communications (GKAS 124)		✓	✓
	Bâtiments industriels et entrepôts (GKAS 125), dans le secteur tertiaire		✓	✓
	Bâtiments à usage récréatif ou culturel (GKAS 1261)		✓	✓
	Musées et bibliothèques (GKAS 1262)		✓	✓
	Édifices culturels et religieux (GKAS 1272)		✓	✓
	Bâtiments pour l'enseignement et la recherche (GKAS 1263)		✓	✓
	Hôpitaux et établissements de santé (GKAS 1264)		✓	✓
	Salles de sport (GKAS 1265)		✓	✓
	Bâtiment d'exploitation agricole (1271)		✓	✓
Autres bâtiments non classés ailleurs (GKAS 1274)		✓	✓	

(1) L'indicateur énergétique Énergie de processus est facultatif

(2) Par époque de construction et agent énergétique

(3) Par classe de bâtiment, époque de construction et agent énergétique

Les différences spécifiques au niveau des cantons proviennent d'une part de la structure du parc immobilier (époques de construction, classes de bâtiments), d'autre part des activités de rénovation, de remplacement et de substitution. Une partie de ces variables est prise en compte dans la variante de « BASE » (voir le chap. 3.2). Les autres sont facultatives :

#### Variante de « BASE »

- Chaque canton peut avoir un besoin d'énergie spécifique même au sein d'une classe de bâtiment et d'une époque de construction données, notamment en ce qui concerne les hôpitaux, les écoles et le commerce de détail. L'absence d'homogénéité au niveau cantonal (hôpitaux universitaires avec des installations spécialisées et hôpitaux de province, universités et autres écoles, centres commerciaux et commerce de proximité) débouche sur ces différences.
- Au niveau de la consommation d'énergie et notamment du besoin de chaleur de chauffage, le relief et ses conditions climatiques propres expliquent des différences substantielles entre les cantons.

### *Variables facultatives*

- La consommation d'énergie qui varie d'un canton à l'autre s'explique aussi par les activités de rénovation des propriétaires fonciers, entre autres du fait du comportement des usagers. La politique énergétique et climatique des cantons influence ces facteurs.
- Ceci s'applique aussi aux activités de remplacement et de substitution des installations de chauffage et de préparation d'eau chaude, influencées notamment par les encouragements financiers et les autres mesures de soutien spécifiques.

À moyen terme, ces disparités doivent être cartographiées au niveau de chaque canton.

## 3.7 Mix d'agents énergétiques – *ET-Mix*

Les agents énergétiques sont d'abord attribués au niveau des bâtiments distincts ou au niveau des familles de bâtiments, puis au niveau des bâtiments résidentiels, des bâtiments à usage mixte et des bâtiments non résidentiels. **On cherchera fondamentalement à utiliser les données d'agent énergétique du RegBL.** Les informations du RegBL étant partiellement dépassées (recensement de 2000), elles sont, si possible, à compléter ou à mettre à jour. Étant donné ce décalage, le mix d'agents énergétiques devra également être modélisé parallèlement aux informations de terrain du RegBL. Comme pour la surface de référence énergétique, la réalisation comporte plusieurs étapes :

Une approche différente est mise en œuvre pour les bâtiments en fonction de la disponibilité des données dans le RegBL. L'approche initiale est l'approche 1. Celle-ci est mise en œuvre si les données correspondantes nécessaires sont disponibles. Si les données nécessaires pour l'approche 1 ne sont pas disponibles, l'approche 2 est examinée. Celle-ci est mise en œuvre si les données correspondantes sont disponibles. Si les données nécessaires pour l'approche 2 ne sont pas disponibles, l'approche 3 est mise en œuvre, et ainsi de suite.

Approche 1 Agents énergétiques du RegBL (constructions neuves et communes avec une bonne base de données).

Approche 2 Agents énergétiques du RegBL, mais modélisation de l'évolution depuis la dernière mise à jour au niveau des familles de bâtiments (données d'agent énergétique vieilles de plus de 15 ans)

Approche 3 MPI lorsque le RegBL ne contient pas de données (concerne essentiellement les bâtiments non résidentiels)

Suivant que l'approche s'applique au niveau des bâtiments distincts ou au niveau des familles de bâtiments, cette procédure est mise en œuvre de la manière suivante:

- Constructions neuves (à partir de 2000)
- Constructions anciennes (avant 2000, ou au moins 15 ans en arrière avant l'année considérée)
- Types de bâtiments

Pour la modélisation du mix d'agents énergétiques, on distingue les rubriques (types de bâtiments) suivantes:

- **Bâtiments résidentiels neufs** (y compris les bâtiments à usage mixte (GKAT 1030/1040) :
  - Application directe de l'agent énergétique du bâtiment distinct (EGID) tel qu'il figure dans le RegBL.
- **Bâtiments résidentiels anciens** (y compris les bâtiments à usage mixte (GKAT 1030/1040):
  - Application de l'agent énergétique du RegBL dans le MPI et, si elle est disponible, de la date du dernier passage à un autre agent énergétique et/ou de la métadonnée sur la date de la dernière mise à jour des données.
  - Calcul de la probabilité de la substitution entre 2000 (ou de la date du dernier passage à un autre agent énergétique) et l'année considérée dans le MPI.
  - Calcul du mix d'agents énergétiques, c'est-à-dire la répartition des différentes sources d'énergies primaires consommées par la famille de bâtiments respective moyennant une agrégation et en tenant compte de la pénétration des installations de chauffage fonctionnant avec plusieurs agents énergétiques (notamment pour l'eau chaude).
- **Bâtiments non résidentiels neufs**
  - Calcul de la probabilité d'un agent énergétique par bâtiment, ou de leur répartition par groupe de bâtiments dans le MPI sur la base des résultats au niveau des bâtiments à usage mixte reposant sur les données nationales suisses (cf. l'étude de Wüest & Partner pour l'OFEV/l'OFEN sur les parts de marché dans les constructions neuves<sup>6</sup> et les recommandations de l'OFEV<sup>7</sup>) et des variables structurelles cantonales dans le MPI ou dans TEP Tertiary.
- **Bâtiments non résidentiels anciens**
  - Calcul de la probabilité d'un agent énergétique par bâtiment, ou de leur répartition par groupe de bâtiments dans le MPI sur la base des données nationales suisses (statistique de l'énergie, enquête sur la consommation d'énergie dans le secondaire et le tertiaire) et des variables structurelles cantonales dans le MPI ou dans TEP Tertiary.

---

<sup>6</sup> Wüest & Partner (2016) : « *Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2002-2015 – Aktualisierung 2015* » [Systèmes de chauffage: évolution des parts de marché de 2002 à 2015 - Mise à jour 2015], Berne/Zurich, mai, pour le compte de l'OFEN.

<sup>7</sup> OFEV (2015): « *Empfehlungen für Projekte und Programme in den Bereichen Komfort und Prozesswärme – Anhang F zur Mitteilung Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland* » [Recommandations aux projets et programmes en matière de confort et d'énergie de processus - Annexe F pour la communication des projets et programmes de réduction des émissions en Suisse], OFEV, secrétariat Compensation, Berne, mars (Version 2).

### 3.8 Coefficients d'émission de CO<sub>2</sub> – $f_{CO_2}$

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées sur la base de l'énergie finale. Les coefficients d'émission de CO<sub>2</sub> applicables sont publiés par l'Office fédéral de l'environnement et identiques aux coefficients utilisés pour l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre. Parallèlement à l'évaluation de l'énergie finale, il est recommandé de calculer aussi les émissions sur la base de l'énergie primaire (analyse du cycle de vie, ou LCA pour Life Cycle Assessment) (voir aussi la méthode de la société à 2000 watts).

Les coefficients s'appuient sur les listes d'agents énergétiques du RegBL (GENHZ & GENWW). Leurs valeurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

**Figure 4 Coefficients d'émission de CO<sub>2</sub> (équivalents CO<sub>2</sub>)**

	Émissions directes <sup>8</sup>	Émissions directes et indirectes (ACV) <sup>9</sup>
Sources d'énergie	g/kWh d'énergie finale	g/kWh d'énergie finale
Mazout	265	301
Charbon (briquettes)	334	399
Gaz naturel	203	228
Électricité (mix de production CH)	0	27
Bois (bûches)	0	27
Pompe à chaleur (air/eau)	0	63
Capteur solaire (capteur plan thermique pour la production d'eau chaude dans une maison individuelle)	0	37
Chaleur à distance (moyenne CH)	0	108
Autre agent énergétique (biogaz)	0	130

L'élargissement de la liste des agents énergétiques devra être vérifiée dans le cadre de la mise en œuvre ultérieure. Toutefois, la liste doit comprendre au minimum les agents énergétiques figurant dans le RegBL. En plus des coefficients d'émission de CO<sub>2</sub>, la future plate-forme de calcul doit assurer suffisamment de souplesse pour permettre d'intégrer d'autres coefficients (par exemple les polluants atmosphériques, les coefficients d'énergie primaire, les unités de charge écologique).

<sup>8</sup> Source : Fiche d'information « Facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> selon l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse », OFEV 2016 (valeurs susceptibles de changer au fil des ans)

<sup>9</sup> Source : Données des écobilans dans la construction 2016 de KBOB/eco-bau (valeurs susceptibles de changer au fil des ans)

## 4. Rapport standard pour la CCE

Le rapport standard est conçu pour répondre au besoin élémentaire d'information des cantons. Il requiert les deux rapports suivants:

### 4.1 Rapport au niveau « bâtiments distincts »

**Figure 5** Rapport interne (canton) → Méthode « RegBL »

Les données au niveau des bâtiments distincts sont mises à la disposition des cantons. Ceci doit leur permettre d'améliorer le RegBL progressivement moyennant les échanges et un processus participatif avec les communes. C'est ce qui explique que les informations relatives aux agents énergétiques sont les données d'origine figurant dans le RegBL. Lorsque l'information ne figure pas dans le RegBL, la colonne correspondante reste vide. Dans ce cas, les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées à l'aide du mix moyen de la famille de bâtiments correspondante.

Gebäude EGID-Nr.	Baujahr	EV kWh	CO2 t	EBF m <sup>2</sup>	EKZ kWh/m <sup>2</sup>	CO2-KZ kg/m <sup>2</sup>	Energieträger
<b>Wohngebäude</b>							
Einfamilienhäuser							
	1170001						
	1170002						
Mehrfamilienhäuser							
	1170100						
	1170101						
<b>Gebäude mit Mischnutzung</b>							
Gebäude mit Nebennutzung ...							
	1170201						
	1170202						
Gebäude mit teilw. Wohnnutz. ...							
	1170301						
	1170302						
<b>Nicht-Wohngebäude</b>							
Hotels							
	1170501						
	1170502						
Bürogebäude							
	356						
...							

### 4.2 Rapport au niveau « famille de bâtiments »

**Figure 6** Rapport externe (ordonnance sur le CO<sub>2</sub>) → Méthode « RegBL / modélisation »

Pour le rapport vis-à-vis de l'extérieur, les informations manquantes dans le RegBL (notamment celles des bâtiments non résidentiels) doivent être modélisées sur la base d'hypothèses. (voir le chap. 3.5, 3.6, 3.7).

Gebäudetyp	EV kWh	CO2 t	EBF m <sup>2</sup>	EKZ kWh/m <sup>2</sup>	CO2-KZ kg/m <sup>2</sup>	E-Mix %
<b>Wohngebäude</b>						
Einfamilienhäuser						
Mehrfamilienhäuser						
<b>Gebäude mit Mischnutzung</b>						
Gebäude mit Nebennutzung						
Gebäude mit teilw. Wohnnutzung						
<b>Nicht-Wohngebäude</b>						
Hotels						
Bürogebäude						
...						

## 5. RegBL - Catalogue des caractères Versions 3.7 et 4.0

### Entité Bâtiment

Caractère	Nom	Cat. 3.7	Cat. 4.0	Nécessaire pour le projet?
EGID	Identificateur fédéral de bâtiment	✓	✓	✓
GGDENR	Numéro OFS de la commune	✓	✓	✓
GGRID	Identificateur fédéral de parcelle	✓	✓	✓
GGBKR	Numéro de secteur du registre foncier	✓	✓	✓
GPARG	Numéro de parcelle	✓	✓	✓
GEBNR	Numéro officiel de bâtiment	✓	✓	✓
GBEZ	Nom du bâtiment	✓	✓	✓
GANZDOM	Nombre d'entrées du bâtiment	✓	✓	✓
GKODE	Coordonnée E du bâtiment (East)	✓	✓	✓
GKODN	Coordonnée N du bâtiment (North)	✓	✓	✓
GKSCE	Provenance des coordonnées	✓	✓	✓
GLOC 1-4	Codes locaux	✓	✓	✓
GSTAT	Statut du bâtiment	✓	✓	✓
GKAT	Catégorie de bâtiment	✓	✓	✓
GKLAS	Classe de bâtiment	✓	nouveau	✓
GBAUJ	Année de construction du bâtiment	✓	✓	✓
GBAUP	Époque de construction du bâtiment	✓	✓	✓
GRENJ	Année de rénovation du bâtiment	✓	✓	✓
GRENPN	Époque de rénovation du bâtiment	✓	✓	✓
GABBJ	Année de démolition du bâtiment	✓	✓	✓
GAREA	Surface du bâtiment	✓	✓	✓
GASTW	Nombre de niveaux	✓	✓	✓
GAZZI	Nombre de pièces d'habitation indépendantes	✓	✓	✓
GANZWHG	Nombre de logements	✓	✓	✓
GHEIZ	Système de chauffage	1 AE	2 AE	✓
GENHZ	Agents énergétiques pour le chauffage	✓	✓	✓
GWWV	Installation de fourniture d'eau chaude	✓	✓	✓
GENWW	Agents énergétiques pour l'eau chaude	✓	✓	✓
GEBF	Surface de référence énergétique (SRE)		✓	✓
GVOL	Volume du bâtiment		✓	✓
GVOLSCE	Volume du bâtiment - Source de données		✓	✓
GSCHUTZR	Abri de protection civile		✓	✓
GQUARTIER	Code de quartier		✓	✓
??	Utilisation de l'énergie produite oui/non		✓	✓
??	Type d'installation centralisée/décentralisée		✓	✓
??	Source de données		✓	✓
??	Date de suivi		✓	✓
	Entité Entrée du bâtiment	✓	✓	✓
	Entité Logement	✓	✓	✓

- ✓ impératif
- ✓ souhaitable

## Entité Logement

Caractère	Nom	Cat. 3.7	Cat. 4.0	Nécessaire pour le projet?
EGID	Identificateur fédéral de bâtiment	✓	✓	✓
EWID	Identificateur fédéral de logement	✓	✓	✓
WEDID	Lien sur l'entrée du bâtiment	✓	✓	✓
WHGNR	Numéro administratif de logement	✓	✓	✓
WSTWK	Étage	✓	nouveau	✓
??	À plusieurs étages oui/non		✓	✓
WBEZ	Situation sur l'étage	✓	✓	✓
WEINR	Numéro physique de logement	✓	✓	✓
WSTAT	Statut du logement	✓	nouveau	✓
WBAUJ	Année de construction du logement	✓	✓	✓
WABBJ	Année de démolition du logement	✓	✓	✓
WAZIM	Nombre de pièces	✓	✓	✓
WAREA	Surface du logement	✓	✓	✓
WKCHE	Équipement de cuisine	✓	✓	✓
WNART	Affectation du logement	✓	✓	✓
WNARTSCE	Source d'information de l'affectation	✓	✓	✓
WNARTDAT	Date d'actualisation de l'affectation	✓	✓	✓
WNARTKOM	Commentaire sur l'affectation	✓	✓	✓
WPERSHW	Personne(s) avec domicile principal	✓	✓	✓
WPERSNW	Personne(s) avec domicile secondaire	✓	✓	✓
WERSTBELEGDAT	Date de la première occupation	✓	✓	✓
WGBANMERKUNG	Restriction d'utilisation selon LRS	✓	✓	✓

## Entité Entrée du bâtiment

Caractère	Nom	Cat. 3.7	Cat. 4.0	Nécessaire pour le projet?
EGID	Identificateur fédéral de bâtiment	✓	✓	✓
EGAID	Identificateur fédéral de l'adresse		✓	✓
EDID	Identificateur fédéral de l'entrée	✓	✓	✓
DSTAT	Statut de l'entrée du bâtiment	✓		✓
DSTR	Désignation de rue	✓	✓	✓
DEINR	Numéro d'entrée du bâtiment	facultatif	obligat.	✓
DARDC	Code d'adresse officiel	✓		✓
DPLZ4	Numéro postal d'acheminement	✓	✓	✓
??	Adresse principale et complément d'adresse		✓	✓
??	Adresse officielle oui/non		✓	✓
DKODE	Coordonnée E de l'entrée (East)	✓	✓	✓
DKODN	Coordonnée N de l'entrée (North)	✓	✓	✓

## 6. Interviews

### 6.1 Approche: canton de Saint-Gall

Interview du 1.9.2016 avec Marcel Knöri, responsable Données énergétiques, Office de l'environnement et de l'énergie du canton de Saint-Gall.

Objet	Méthode
<b>Formules générales</b>	
Consommation d'énergie Bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EV_H = EBF \times EKZ_H / \text{Rendement par agent énergétique} \times ET\text{-Mix par époque de construction (GBAUP)}</math></li> <li>▪ <math>EV_{WW} = \text{Nombre de personnes} \times EV_{WW}/\text{personne} \times ET\text{-Mix ou } EBF \times EKZ_{WW} \times ET\text{-Mix par époque de construction (GBAUP)}</math></li> </ul>
Émissions de CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>CO_{2-H} = EV_H \times \text{coefficient de CO}_2 \text{ par agent énergétique}</math></li> <li>▪ <math>CO_{2-WW} = EV_{WW} \times \text{coefficient de CO}_2 \text{ par agent énergétique}</math></li> </ul>
<b>Surface de référence énergétique (EBF)</b>	
Approche	▪ Surface de référence énergétique (GEBF) = Surface du logement (WAREA)
Indications manquantes	▪ La valeur médiane est calculée sur la base de la classification de l'usage et du nombre de niveaux.
<b>Indicateur énergétique (EKZ)</b>	
Approche « consommation réelle »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Base = Consommation d'énergie finale de chaleur à distance/gaz par bâtiment (EGID) et catégorie de bâtiment (GKAT)</li> <li>▪ <math>EKZ_H = \text{Besoin calorifique normalisé de chaleur à distance/gaz} / \text{surface de référence énergétique en fonction de l'utilisation et de l'époque de construction (GBAUP)}</math></li> <li>▪ <math>EKZ_W = \text{Indicateur par personne ou par surface de référence énergétique}</math></li> <li>▪ Les indicateurs <math>EKZ_H</math> sont utilisés pour les bâtiments ayant le même usage et la même époque de construction (GBAUP).</li> </ul>
<b>Mix d'agents énergétiques (ET-Mix)</b>	
Approche « RegBL »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>ET\text{-Mix}_H = \text{Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour le chauffage (GENHZ) \&amp; relevés (gaz et chaleur à distance) et programmes d'encouragement}</math></li> <li>▪ <math>ET\text{-Mix}_{WW} = \text{Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour l'eau chaude (GENWW)}</math></li> </ul>

$H = \text{Chauffage}$ ,  $WW = \text{Eau chaude}$ ,  $EV = \text{Consommation d'énergie (MJ/a)} / EBF = \text{Surface de référence énergétique (m}^2) / EKZ = \text{Indicateur énergétique (MJ/(m}^2\text{a))} / ET = \text{Agent énergétique}$

## 6.2 Approche: canton de Lucerne

Interview du 12.9.2016 avec Peter Bucher, Office de l'environnement et de l'énergie et Sascha Brunner, Géoinformation (RAWI)

Objet	Méthode
<b>Formules générales</b>	
Cons. d'énergie Bâtiment	▪ $EV_{H+WW} = EV_H + EV_{WW}$
Cons. d'énergie Chauffage	▪ $EV_H = EBF \times EKZ_H \times f_{San} \times ET-Mix_H \rightarrow$ par agent énergétique et par époque de construction (GBAUP)
Cons. d'énergie Eau chaude	▪ $EV_{WW} = WENN(n\_Pers=0;500;WENN(Kat=1021;800*n\_Pers+600;800*n\_Pers+400)) \times ET-Mix_{WW}$
Cons. d'énergie Processus	▪ $EV_{PE}$ = Valeurs fixes de consommation d'électricité en fonction du nombre de personnes (au niveau du logement selon la maison individuelle, maison à plusieurs logements, première personne et suivantes)
Émissions de CO <sub>2</sub> Chauffage	▪ $CO_{2-H} = EV/ET_H \times$ coefficient de CO <sub>2</sub> par agent énergétique
	▪ $CO_{2-WW} = EV/ET_{WW} \times$ coefficient de CO <sub>2</sub> par agent énergétique
	▪ $CO_{2-H+WW} = CO_{2-H} + CO_{2-WW}$
<b>Surface de référence énergétique (EBF)</b>	
Approche « surface du logement »	▪ $EBF =$ Surface du logement (WAREA) x coefficient correcteur (Kulawik & Bucher, 2014)
Indications manquantes	▪ Surface du logement (WAREA) = Nombre de pièces (WAZIM) x 28m <sup>2</sup> ou Nombre de personnes (WPERSHEW) x 50m <sup>2</sup> ou Nombre de logements (GANZWHG) x 100m <sup>2</sup>
<b>Indicateur énergétique (EKZ)</b>	
Approche « échantillon »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EKZ_H =</math> échantillon « Martinelli &amp; Menti AG » par catégorie de bâtiment / rendement de l'installation de chauffage <math>\rightarrow</math> par époque de construction (GBAUP)</li> <li>▪ L'indicateur <math>EKZ_H</math> est utilisé pour tous les bâtiments de la même catégorie de bâtiment (GKAT) et de la même époque de construction (GBAUP).</li> </ul>
<b>Mix d'agents énergétiques (ET-Mix)</b>	
Approche « RegBL »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>ET-Mix_H =</math> Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour le chauffage (GENHZ)</li> <li>▪ <math>ET-Mix_{WW} =</math> Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour l'eau chaude <math>\rightarrow</math> utilisé uniquement pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>

$H =$  Chauffage,  $WW =$  Eau chaude,  $PE =$  Énergie de processus,  $EV =$  Consommation d'énergie (MJ/a) /  $EBF =$  Surface de référence énergétique (m<sup>2</sup>) /  $EKZ =$  Indicateur énergétique (MJ/(m<sup>2</sup>a)) /  $ET =$  Agent énergétique /  $f_{San} =$  Effet de la rénovation

## 6.3 Approche: canton de Zurich

Interview du 23.9.2016 avec Gian-Marco Alt, AWEL ZH

Objet	Méthode <sup>(1)</sup>
<b>Formules générales</b>	
Cons. d'énergie Bâtiment	▪ $EV_{\text{Bâtiment}} = EV_{\text{H+WW}}$
Bâtiment d'habitation	▪ $EV/ET_{\text{H+WW}} = EV_{\text{GES; Ménage; H+WW}} / EBF_{\text{Suisse}} \times EBF_{\text{CantonZH}} \times ET\text{-Mix}_{\text{H+WW}} \times KALI^{(2)}$
Bâtiments du tertiaire	▪ $EV/ET_{\text{H+WW}} = EV_{\text{GES; DL; H+WW}} / \text{Employés}_{\text{Suisse; DL}} \times \text{Employés}_{\text{CantonZH; DL}} \times ET\text{-Mix}_{\text{H+WW}} \times KALI^{(2)}$
Émissions de CO <sub>2</sub> Chauffage	▪ $CO_{2\text{-H+WW}} = EV/ET_{\text{H+WW}} \times \text{Coefficient de CO}_2 \text{ par agent énergétique}$
Remarque	▪ En général, les calculs ne tiennent pas compte de l'année de construction.
<b>Surface de référence énergétique (EBF)</b>	
Approche	▪ $EBF = \text{Surface du logement (WAREA)}$
Indications manquantes	▪ La surface du logement (WAREA) est complétée via la valeur médiane de l'échantillon considéré.
<b>Indicateur énergétique (EKZ)</b>	
Non utilisé.	
<b>Mix d'agents énergétiques (ET-Mix)</b>	
Approche « RegBL »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>ET\text{-Mix}_{\text{H+WW}} = \text{Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour le chauffage (GENHZ)}</math></li> <li>▪ Le mix d'agent énergétiques est défini sur la base du nombre de logements (GANZWHG) par agent énergétique, pas sur la base de la surface du logement (WAREA) par agent énergétique</li> </ul>

*H = Chauffage, WW = Eau chaude, DL = Secteur tertiaire, EV = Consommation d'énergie (MJ/a) / EBF = Surface de référence énergétique (m<sup>2</sup>) / EKZ = Indicateur énergétique (MJ/(m<sup>2</sup>a)) / ET = Agent énergétique / GES = Statistique globale suisse de l'énergie*

- (1) La description de la méthode se limite aux thèmes de l'énergie et du CO<sub>2</sub>. Le canton de Zurich calcule aussi les polluants atmosphériques (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, etc.). Pour la rubrique de la consommation de bois, ce sont essentiellement des informations détaillées sur le contrôle des installations de chauffage qui sont utilisées. Cette méthode n'est pas décrite dans ce document.*
- (2) KALI : le canton de Zurich applique l'approche top-down à toutes les communes suisses et corrige les valeurs obtenues sur la base des degrés-jour de chauffe (DJC) par commune (les DJC sont calculés sur la base des données d'altitude et de zone climatique par commune). Pour finir, les valeurs de toutes les communes sont corrigées proportionnellement pour qu'elles correspondent de nouveau globalement à la valeur nationale initiale.*

## 6.4 Approche: canton de Bâle-Ville

Interview du 26.9.2016 avec Lukas Calmbach, Office de la statistique du canton de Bâle-Ville

Objet	Méthode
<b>Formules générales</b>	
Consommation d'énergie Bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EV_{H+WW} = EBF \times EKZ_H / \text{rendement de l'installation de chauffage} + EV_{WW} \rightarrow \text{par agent énergétique et époque de construction (GBAUP)}</math></li> <li>▪ <math>EV_{WW} = \text{Nombre de personnes} \times 850 \text{ kWh/Personne (ET comme } EV_{H+WW})</math></li> </ul>
Émissions de CO <sub>2</sub> Chauffage	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>CO_{2\text{-Chaleur}} = EV_{H+WW} \times \text{coefficient de CO}_2 \text{ par agent énergétique}</math></li> </ul>
<b>Surface de référence énergétique (EBF)</b>	
Approche	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EBF = \text{Surface du bâtiment (GAREA)} \times \text{Nombre de niveaux (GASTW)}^{(1)}</math></li> </ul>
<b>Indicateur énergétique (EKZ)</b>	
Approche	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Base = Consommation réelle de chaleur à distance, de gaz et d'électricité par bâtiment (EGID) et catégorie de bâtiment (GKAT) de Bâle-Ville</li> <li>▪ <math>EKZ_H = (\text{consommation de chaleur à distance/gaz par bâtiment (EGID)} \times \text{rendement} + \text{Énergie solaire thermique (si applicable)} - EV_{WW}) / EBF \rightarrow \text{par époque de construction (GBAUP)}</math></li> <li>▪ L'indicateur <math>EKZ_H</math> est utilisé pour tous les bâtiments de la même catégorie de bâtiment (GKAT) et de la même époque de construction (GBAUP).</li> </ul>
<b>Mix d'agents énergétiques (ET-Mix)</b>	
Approche « contrôle des installations de chauffage »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>ET\text{-Mix}_{H+WW} = \text{Données du contrôle des installations de chauffage (Feko)} \text{ et bases de données spécifiques relatives aux pompes à chaleur et à l'énergie solaire thermique}</math></li> </ul>
Indications manquantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Affectation des agents énergétiques des immeubles voisins (manuellement)</li> </ul>

$H = \text{Chauffage}$ ,  $WW = \text{Eau chaude}$ ,  $EV = \text{Consommation d'énergie (MJ/a)} / EBF = \text{Surface de référence énergétique (m}^2) / EKZ = \text{Indicateur énergétique (MJ/(m}^2\text{a))} / ET = \text{Agent énergétique}$

(1) Les bâtiments agricoles constituent une exception:  $EBF = \text{Surface du logement (WAREA)}$

## 6.5 Approche: canton de Berne

Documents et interview de Matthias Haldi, Office de la coordination environnementale et de l'énergie (OCEE) de Berne

Objet	Méthode
<b>Formules générales</b>	
Consommation d'énergie Bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EV_H = EBF \times EKZ \times EKZ_H \times E-Mix_H</math></li> <li>▪ <math>EV_{WW} = EBF \times EKZ_{WW} \times E-Mix_{WW}</math></li> </ul>
Émissions de CO <sub>2</sub> Chauffage	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>CO_H = EV_H \times</math> coefficient de CO<sub>2</sub> par agent énergétique</li> <li>▪ <math>CO_{WW} = EV_{WW} \times</math> coefficient de CO<sub>2</sub> par agent énergétique</li> </ul>
<b>Surface de référence énergétique (EBF)</b>	
Approche « Surface du bâtiment »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EBF = EBF_{CECB}</math> (en cas de CECB)</li> <li>▪ <math>EBF =</math> Surface du logement (WAREA) x coefficient correcteur</li> </ul>
<b>Indicateur énergétique (EKZ)</b>	
Approche « CECB »	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>EKZ_H = EKZ_{H-CECB}</math></li> <li>▪ <math>EKZ_{WW} = EKZ_{WW-CECB}</math></li> </ul>
<b>Mix d'agents énergétiques (ET-Mix)</b>	
RegBL	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>ET-Mix_H =</math> Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour le chauffage (GENHZ)</li> <li>▪ <math>ET-Mix_{WW} =</math> Données d'agent énergétique du RegBL pour les AE pour l'eau chaude (GENWW)</li> </ul>
Autres bases	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contrôle des installations de chauffage, caractéristiques de refoulement, informations relatives à la concession/autorisation</li> </ul>

$H =$  Chauffage,  $WW =$  Eau chaude,  $EV =$  Consommation d'énergie (MJ/a) /  $EBF =$  Surface de référence énergétique ( $m^2$ ) /  $EKZ =$  Indicateur énergétique (MJ/( $m^2a$ )) /  $ET =$  Agent énergétique