

# Protocole de révision de la méthode One Planet Living

## Notice pour le calcul des performances OPL-01 « Zéro Carbone »

---

**Emetteur :** One Planet Living, un partenariat entre WWF Suisse et Implenia Suisse SA

**Date :** Avril 2018

---

**Auteur :** François Guisan, Intégrateur Développement Durable, Implenia Suisse SA

**Réviseurs OPL :** Catherine Martinson, Directrice du Travail Régional, WWF Suisse  
Benoit Stadelmann, Responsable du Travail Régional pour la Romandie, WWF Suisse

**Coordination HES-SO :** Florent Joerin, Professeur en Gouvernance Territoriale à la HEIG-VD

**Réviseurs HES-SO :** Reto Camponovo, Professeur ordinaire responsable du Laboratoire d'Energie en Environnement et Architecture à l'HEPIA-GE  
François Maréchal, directeur du Groupe de recherche en Analyse et synthèse de systèmes énergétiques durables à la HES-SO-VS

**Notice pour le calcul des performances OPL 01 - Zéro Carbone - Plan d'Actions de Durabilité (PAD-OPL)**

<b>OPL 01 Zéro carbone - Valeurs cibles* pour des quartiers OPL en Suisse</b>							
<b>Réf.</b>	<b>Descriptifs</b>	<b>A. Indicateurs de performance</b>		<b>B. Indicateurs de qualité</b>		<b>Cahiers techniques</b>	
						<b>Délais</b>	
OPL 01.1	Energie primaire non renouvelable	< 7'300	kWh <sub>p</sub> /pers.an	> 15	% renouv. sur site en expl.	SIA 2040, KBOB 2016	-
OPL 01.2	Emissions totales de CO <sub>2</sub>	< 1'300	kgCO <sub>2</sub> /pers.an	< 4	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an en expl.	SIA 2040, KBOB 2016	-
OPL 01.3	Limitation du gaspillage de ressources	> 30	% rend. éxerg.	> 50	% courant certifié renouv.	EPFL - F. Maréchal	-

\* Les valeurs limites à atteindre pour un projet seront définies dans le Plan d'Actions de Durabilité OPL propre à la convention OPL dudit projet et peuvent différer des valeurs cibles mentionnées ici, selon prises en compte de spécificités locales (socio-économiques, urbaines et géo-topographiques).

**Données de références, enjeux pour les quartiers OPL**

La confédération travaille au projet d'une société à 2000 Watt qui fixe d'ici à 2050 des objectifs en construction, exploitation et mobilité, visant une réduction de trois fois notre consommation actuelle d'énergie pour tous besoins confondus, soit moins de 17'500 kWh/pers.an contre les plus de 52'000 kWh/pers.an actuels. Presque la moitié est due à l'énergie grise, exploitation et à la mobilité individuelle. L'autre moitié concerne les activités et les infrastructures. Les ambitions de réduction des émissions de carbone sont plus importantes encore avec un facteur de réduction de plus de quatre fois par rapport à nos émissions actuelles.

Les performances OPL ci-dessus doivent permettre d'atteindre de tels objectifs et se calculent selon les cahiers techniques SIA pour une société à 2000 Watts et les valeurs de références KBOB, selon les versions la plus récentes à la date de signature de la convention OPL entre les parties :

- SIA 2040 – La voie SIA vers l'efficacité énergétique
- SIA 2032 – L'Energie Grise des bâtiments
- SIA 2039 – Mobilité, consommation énergétique des bâtiments en fonction de leur localisation

En termes d'objectifs de résultats et pour atteindre les cibles d'une société à 2000 Watts, la démarche OPL exige en exploitation des énergies de sources propres, ne dépassant pas les seuils d'énergie non-renouvelable conformes aux écobilans KBOB de 0,452 pour l'incinération des déchets et à 0,800 en fourniture électrique, pour un mix pondéré de réseau et renouvelable. Les sources doivent être connues et plus de la moitié de la fourniture électrique d'origine certifiée renouvelable.

Les valeurs développées ci-après concernant l'énergie grise et l'énergie d'exploitation correspondent à des immeubles de logements. Le calcul doit tenir compte des autres affectations, conformément aux références correspondantes dans les cahiers techniques 2040 et 2032, conformément aux valeurs ci-dessus.

## OPL 01.1 Maîtrise de la demande énergétique :

### Références et cahiers techniques pour le mode de calcul de performances

#### **Cahier technique SIA 2040 « La voie SIA vers l'efficacité énergétique », conforme à une société à 2000 Watts**

Le calcul des besoins de chaleur doit respecter les fractions utiles des systèmes de production de chaleur et les coefficients de performances référencés dans ce cahier technique, rattaché aux valeurs décrites dans les chapitres 3 et 4 de la norme SIA 380/1.

A titre d'exemple, pour de l'habitat collectif (60 m<sup>2</sup>/pers.) selon les calculs de la SIA 2040 référencées sur les valeurs d'écobilans KBOB 2016, les performances One Planet Living en énergie primaire non-renouvelable ne devraient pas dépasser les seuils suivants :

<u>Confort thermique :</u>	<u>Energie finale</u>	<u>Facteur de conversion</u>	<u>Energie primaire non-renouvelable</u>
Demande d'énergie liée au chauffage (65 MJ/m <sup>2</sup> ):	18,10 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an	< 0,452 (éq. CaD sur incinération des déchets)	<b>&lt; 900 kWh<sub>p</sub>/pers.an (15 kWh/m<sup>2</sup> an)</b>
Demande en Eau Chaude Sanitaire (ECS) (50 MJ/m <sup>2</sup> ):	13,90 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
<u>Consommations électriques :</u>			
Auxiliaires Chauffage et ECS (2 MJ/m <sup>2</sup> ):	0,55 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an	< 0,800 (seuil de tolérance, valeur pondérée) <i>Equilibre entre production sur site, mix réseau dont plus de 50% de courant certifié renouvelable</i>	<b>&lt; 1'100 kWh<sub>p</sub>/pers.an (18 kWh/m<sup>2</sup> an)</b>
Ventilation (6 MJ/m <sup>2</sup> ):	1,70 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
Éclairage (12 MJ/m <sup>2</sup> ):	3,30 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
Equipements d'exploitation (25 MJ/m <sup>2</sup> ):	6,90 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
Autres besoins du ménage (35 MJ/m <sup>2</sup> ):	9,70 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		

#### **Cahier technique SIA 2032 « L'énergie grise des bâtiments », conforme à une société à 2000 Watts**

Les cibles des besoins en énergie grise d'un bâtiment d'habitats collectifs (installations et matériaux de construction, rapportés à leur durée de vie) ramenées à la surface de plancher sont de l'ordre de 30 kWh/m<sup>2</sup> an (110 MJ/m<sup>2</sup> an). Les éléments ayant la plus grande incidence sur ces valeurs sont les ciments, aciers (fers) et bétons. Les données de référence sont les valeurs des écobilans KBOB selon la version la plus récente à la date de demande définitive de construire (par étape).

La méthode de calcul prend en compte le cycle de vie du bâtiment (mise en œuvre, recyclage futur et/ou l'élimination du matériau en fin de vie). Les matériaux sont identifiés par groupes d'éléments. Pour être sûr d'atteindre la cible au global il faut procéder par un calcul en cascade (target cascading) en distinguant différents groupes, avec leur poids d'influence approximatif qui sont habituellement alignés sur les valeurs suivantes :

## Notice pour le calcul des performances OPL 01 - Zéro Carbone – avril 2018

Excavation:	5 %	}	<b>&lt; 1'800 kWh/pers.an</b> (30 kWh/m <sup>2</sup> an) d'énergie primaire non renouvelable
Fondation	6 %		
Structure porteuse:	22 %		
Enveloppe complète avec dalle de fond:	36 %		
Installations techniques	23 %		
Elimination / Recyclage futur :	8 %		

### Cahier technique SIA 2039 « Mobilité – consommation énergétique des bâtiments en fonction de leur localisation », conforme à une société à 2000 Watts

Le calcul des besoins de mobilité induite se base sur les recensements fédéraux de trafic et considère des valeurs moyennes de distances parcourues par les suisses, que l'on trouve référencées dans la notice de calcul liée au principe des transports durables (principe 3). Ces distances sont traduites en quantité d'énergie selon les qualités d'une flotte aux consommations et émissions de gaz à effet de serre pondérées pour 2015 et 2050. Cet équivalent d'énergie est modulé par différents facteurs d'influence de la localisation qui vont faire varier les valeurs sur la moyenne. Les coefficients à prendre en compte pour ces différents facteurs d'influence sont clairement décrits dans le cahier technique SIA 2039 et donnés en exemple ci-dessous.

La mobilité quotidienne moyenne suisse, selon la flotte 2015, est de 6'320 kWh/pers an, soit de 105 kWh<sub>p</sub>/m<sup>2</sup> an. L'objectif de la société à 2000 Watts est de pouvoir maîtriser cette mobilité pour une flotte plus performante d'ici à 2050 à une valeur inférieure à 2'190 kWh/pers an (36,5 kWh<sub>p</sub>/m<sup>2</sup> an).

A titre d'exemple, de l'habitat collectif hors centre de métropole (localisation suburbaine), mais bien desservie en transports (desserte B) avec un supermarché à moins de 200m, selon la SIA 2039, aurait des valeurs de référence de consommation énergétique / GES de mobilité induite inférieures à :

Type de commune (Suburbaine) :	1,05 / 1,05	}	<b>&lt; 3'500 kWh/pers.an</b> (58 kWh/m <sup>2</sup> an) d'énergie primaire non renouvelable
Qualité de desserte TP (classe B) :	0,98 / 0,97		
Distance aux achats (centre commercial) :	0,80 / 0,78		
Distance au carsharing in situ (<0,1 km) :	0,90 / 0,86		
Intensité de loisir (moyenne) :	0,99 / 0,99		
Nombre de stationnements (0,7places/lgmt) :	0,96 / 0,96		
Disponibilité d'une voiture particulière (40%) :	0,80 / 0,79		
Détention facilitée d'un abonnement TP (80%) :	0,96 / 0,80		
Revenu moyen des ménages :	0,99 / 0,99		

### **Rendus OPL 01.1 A par lots livrés pour la révision des Indicateurs de performance - Energie primaire non-renouvelable:**

Projet (demande définitive) : Bilan énergétique conforme aux SIA 2040, SIA 2039 et SIA 2032, avec un mémo de synthèse sur les mesures constructives envisagées permettant l'identification de ces mesures, si possible sur plans et coupes, permettant d'appréhender les consommations en énergie primaire estimées du quartier en exploitation, ramenées à la personne (kWh/pers. an), respectant les ratios de surface/personne à appliquer à chaque affectation (logements, activités ou équipements).

Chantier/Livraison : vérification de la bonne exécution des mesures envisagées en projet, décrites dans le mémo de synthèse, avec

- Certificats de livraison (bon de réception MO) des sous-traitants et installateurs,
- Tests d'infiltration à l'air garantissant le respect des exigences de simulation thermique (fin du Gros-Œuvre),
- Test de thermographie ou de conductivité de l'enveloppe, en cas de doutes sur la qualité de livraison de certains éléments (à la demande des réviseurs),
- Garantie de mise en service améliorée des installations de production/distribution/diffusion de chaleur ou climatisation et de ventilation.

Exploitation : Rapport des bilans énergétiques annuels à l'échelle du quartier, à produire par période de trois ans, ramenées à la personne (kWh/pers. an), respectant les ratios SIA 2040 de surface/personne à appliquer à chaque affectation (logements, activités ou équipements).

- Suivi des consommations des ménages
- Suivi des consommations des communs
- Suivi de mobilité par sondage des usagers finaux et extrapolation des consommations ramenées à la personne.
- En cas de rénovation de bâtiment, les étapes Projet et Chantier/Livraison doivent être reproduites selon les cahiers techniques SIA en vigueur au moment de la dépose de projet.

### **Rendus OPL 01.1 B par lots livrés pour la révision des indicateurs de qualité – Energie renouvelable produite sur site:**

Projet (demande définitive) : Description et justificatifs des solutions de fourniture énergétique prévues, avec leurs parts en énergie renouvelable correspondant.

Chantier/Livraison : Vérification des contrats de fourniture énergétique avec certificats de provenance.

Exploitation : Suivi de fourniture énergétique avec certificats de provenance.

## OPL 01.2 Maîtrise des émissions totales CO<sub>2</sub>:

### Références et cahiers techniques pour le mode de calcul de performances

#### Cahier technique SIA 2040 « La voie SIA vers l'efficacité énergétique », conforme à une société à 2000 Watts (Réf. GES selon KBOB/Ecobilan 2016)

Conformément aux hypothèses développées précédemment (incinération des déchets et PV (2 + mix CH), pour respecter les seuils maximaux des objectifs de résultats One Planet Living, les émissions de gaz à effet de serre selon KBOB/Ecobilan version 2016, ne devraient pas être supérieures à :

Confort thermique :	Energie finale (demande)	Facteur Gaz à Effet de Serre (GES)	Emissions globales de CO <sub>2</sub>
Demande d'énergie liée au chauffage (65 MJ/m <sup>2</sup> ):	18,10 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an	< 0,089 (Incinération des déchets)	<b>&lt; 170 kgCO<sub>2</sub>/pers.an</b> (< 3 kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an)
Eau chaude sanitaire (50 MJ/m <sup>2</sup> ) :	13,90 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
<b>Consommations électriques :</b>			
Auxiliaires Chauffage et ECS (2 MJ/m <sup>2</sup> ) :	0,55 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an	< 0,031 (seuil maximum pondéré) <i>Equilibre entre production sur site, mix réseau dont plus de 50% de courant certifié renouvelable</i>	<b>&lt; 41 kgCO<sub>2</sub>/pers.an</b> (< 1 kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an)
Ventilation (6 MJ/m <sup>2</sup> ) :	1,70 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
Éclairage (12 MJ/m <sup>2</sup> ) :	3,30 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
Equipements d'exploitation (25 MJ/m <sup>2</sup> ) :	6,90 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		
Autres besoins du ménage (35 MJ/m <sup>2</sup> ) :	9,70 kWh <sub>f</sub> /m <sup>2</sup> an		

#### Cahier technique SIA 2032 « L'énergie grise des bâtiments », conforme à une société à 2000 Watts

Conformément aux hypothèses déjà citées, pour respecter les objectifs de résultats One Planet Living, les émissions de gaz à effet de serre ne devraient pas dépasser:

Facteur d'émission de GES maximale pour l'énergie grise : **< 510 kgCO<sub>2</sub>/pers.an** (8,5 kgCO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup> an)

#### Cahier technique SIA 2039 « Mobilité – consommation énergétique des bâtiments en fonction de leur localisation », conforme à une société à 2000 Watts

En appliquant les facteurs de correction GES liés aux facteurs de corrections utilisés pour le calcul de l'énergie liée à la mobilité induite (voir p. 3), les émissions de gaz à effet de serre respectant les objectifs de résultats One Planet Living pour la mobilité individuelle (référence 2015 de 1'370 kgCO<sub>2</sub>/pers.an) ne devraient pas dépasser :

Facteur d'émission pour la mobilité induite : **< 557 kgCO<sub>2</sub>/pers.an** (9 kgCO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup> an)

**Rendus OPL 01.2 A par lots livrés pour la révision des Indicateurs de performance - Emissions totales CO<sub>2</sub> (énergie grise, mobilité et exploitation):**

Projet (demande définitive) : Justifier le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> estimées sur la base du bilan énergétique conforme aux SIA 2040, SIA 2039 et SIA 2032, avec un mémo de synthèse sur les mesures constructives envisagées permettant si possible l'identification de ces mesures sur plans et coupes et permettant d'appréhender les consommations en énergie primaire estimées du quartier en exploitation, ramenées à la personne (kWh/pers. an), respectant les ratios SIA 2040 de surface/personne à appliquer à chaque affectation (logements, activités ou équipements).

Chantier/Livraison : Vérification de la bonne exécution des mesures envisagées en projet (idem rendu précédent), décrites dans le mémo de synthèse, avec

- Certificats de livraison (bon de réception MO) des sous-traitants et installateurs qui concernent la qualité de l'enveloppe thermique,
- Tests d'infiltration à l'air (blower door test ou éq.) garantissant le respect des attentes de simulation thermique (fin Gros-Œuvre)q,
- Test de thermographie ou de conductivité de l'enveloppe, en cas de doutes sur la qualité de livraison de certains éléments (à la demande des réviseurs),
- Garantie de mise en service améliorée des installations de production/distribution/diffusion de chaleur ou climatisation et de ventilation.

Exploitation : Justifier le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> estimées sur la base des bilans énergétiques annuels à l'échelle du quartier, ramenées à la personne (kWh/pers.an), respectant les ratios de surface/personne à appliquer aux logements, aux postes de travail (activités) ou aux équipements.

- Suivi des consommations des ménages
- Suivi des consommations des communs
- Suivi de mobilité par sondage des usagers finaux et extrapolation des consommations ramenées à la personne.
- En cas de rénovation de bâtiment, les étapes Projet et Chantier/Livraison doivent être reproduites selon les cahiers techniques SIA en vigueur au moment de la dépose de projet.

**Rendus OPL 01.2 B par lots livrés pour la révision des Indicateurs de qualité - Emissions CO<sub>2</sub> en exploitation :**

Projet (demande définitive) : Description des consommations énergétiques prévues pour le confort et consommation des ménages, calcul de la part CO<sub>2</sub>.

Livraison : Estimation des consommations de confort et consommations des ménages selon mise en marche améliorée des installations, calcul de la part CO<sub>2</sub>

Exploitation : Suivi énergétique des consommations de confort et des ménages, calcul de la part CO<sub>2</sub>.

Notice pour le calcul des performances OPL 01 - Zéro Carbone – avril 2018

OPL 01.3 Limitation du gaspillage des ressources (bilan exergétique) :

**Références et cahiers techniques pour le mode de calcul de performances**

(ad interim. voir pour détail de calcul: "Method of calculation of the exergy indicator in a local law on energy", par F. Maréchal, Professeur EPFL.)

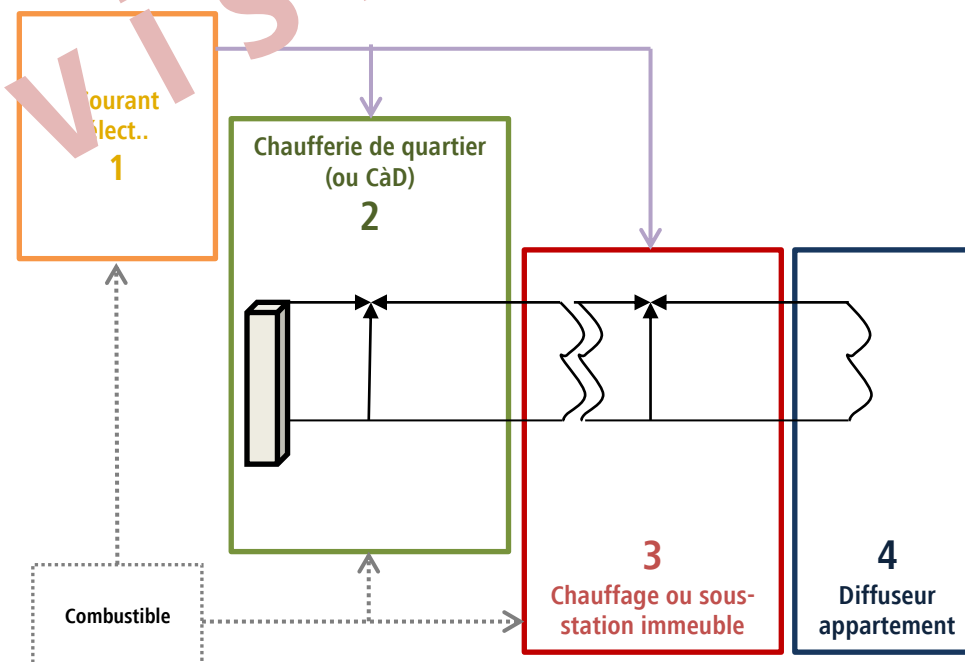
Le bilan global de rendement permettant de savoir quelle est la destruction de la ressources (bilan exergétique) se calcule en fonction des vecteurs énergétiques de chacun des sous-systèmes du quartier qui composent la totalité du système de fourniture énergétique pour la production de chaleur utile.

Nous distinguons jusqu'à quatre sous-systèmes, illustrés sur la figure ci-jointe, qui sont :

- (1) Fourniture électrique au quartier
- (2) Centrale de quartier production de chaleur ou chauffage à distance
- (3) Système de chauffage d'immeuble ou sous-station
- (4) Diffuseurs de chaleur dans les logements

Rendement exergétique à considérer par sous-système :

- Electricité (1) :
  - Production renouvelable in-situ: 1,00
  - Production hydraulique renouvelable réseau : 0,88
  - Mix-Suisse : 0,70
  - Mix-EU : 0,45
  - Usine d'incinération : 0,23
- Chaufferie (2 et 3), Haute, Moyenne ou basse température :
  - PAC eau/eau : 0,40 HT, 0,50 MT, 0,60 BT, 0,60 réseau
  - PAC air/eau : 0,30 HT, 0,38 MT, 0,46 BT
  - Chaudière gaz/pellets : 0,20 HT, 0,18 MT, 0,13 BT
  - Echangeurs (sous-stations) : 0,86 HT, 0,76 MT, 0,54 BT
  - Solaire thermique avec stock : 0,90
- Diffuseurs de chaleur dans les logements (4)
  - Diffuseurs fluides : 0,33 HT, 0,38 MT, 0,53 BT
  - Radiateurs électriques : 0,07



Le calcul s'exécute par la multiplication des rendements de chaque sous-système : [% 1] x [% 2] x [% 3] x [% 4] = % global

Dans le cas où il y a plusieurs solutions dans un même sous système, le rendement moyen sera calculé, par exemple, entre une PAC et un système solaire thermique.



**Rendus OPL 01.3 A par lots livrés pour la révision des Indicateurs de performance – Limitation du gaspillage selon bilan exergétique:**

Projet (demande définitive) : Justificatifs des modes de calcul du bilan exergétique conformes aux solutions de production de chaleur/froid envisagées

Chantier/Livraison : Justificatifs de la procédure de « mise en œuvre améliorée » et des performances stabilisées des installations (sous-production, distribution/diffusion) du bâtiment, garantissant les meilleurs rendements globaux possibles.

Exploitation : Rapport sur le monitoring et suivi annuels de fonctionnement des installations de production de chaleur avec les comptabilités de systèmes réellement atteintes.

**Rendus OPL 01.3 B par lots livrés pour la révision des Indicateurs de qualité – Part de courant certifié, consommé par les ménages:**

Projet (demande définitive) : Description des solutions de fourniture énergétique électrique prévues, avec leurs parts de courant certifié renouvelable.

Chantier/Livraison : Vérification des contrats de fourniture énergétique électrique avec certificats de provenance du courant certifié renouvelable.

Exploitation : Suivi de fourniture énergétique électrique avec certificats de provenance du courant certifié renouvelable.

Suivi des performances Zéro Carbone (OPL 01) par phase de projet :

