

pmp

Plate-forme **Maison Passive** a.s.b.l



BeGlobal

Présentation & Méthodologie

Emmanuelle ROTA,

Benoît QUEVRIN

Relecture : Caroline KINTS

Appui technique : Marny DI PIETRANTONIO

Namur – Juin 2012

Avec le soutien de



Et la participation de



Projet BeGlobal

Equipe BeGlobal :

Emmanuelle ROTA, PMP a.s.b.l.
Benoit QUEVRIN, PMP a.s.b.l.
Caroline KINTS, PMP a.s.b.l.
Marny DI PIETRANTONIO, PMP a.s.b.l.

Comité d'Accompagnement BeGlobal :

ARGELES Aymé, CCW, Belgique
CITHERLET Stéphane, LESBAT, Suisse
DARUL Marie, CD2E, France
DE SCHRYVER Céline, CCBC, Belgique
DELEM Laetitia, CSTC, Belgique
GOSSET Serge, Cluster Eco-Construction, Belgique
HENROTAY Caroline, IBGE, Belgique
MASSART Catherine, Architecture & Climat, Belgique
MESTDAGH François, DG O4, Belgique
PAYET Jérôme, Cycleco, France
THIELEMANS Benoît, CERAA, Belgique
VAN LOON Stefan, PHP v.z.w, Belgique

Adresse :

Plateforme Maison Passive a.s.b.l. (PMP)
Rue Nanon, 98
B-5002 NAMUR
www.maisonpassive.be
info@maisonpassive.be

REMERCIEMENTS

La Plateforme Maison Passive a.s.b.l. remercie l'ensemble des membres du comité d'accompagnement pour le temps qu'ils ont consacré au projet, pour leur aide précieuse et pour leurs connaissances qui nous ont permis de le faire avancer vers ce qu'il est devenu.

Nous tenons également à remercier nos partenaires financiers pour leur confiance en ce projet ; sans eux, celui-ci n'aurait pu voir le jour.

Enfin, nous remercions toutes les personnes que nous avons pu rencontrer ou contacter dans le cadre du projet : tous ceux qui nous ont reçus en Belgique, en France, aux Pays-Bas, en Suisse et qui ont pu nous apporter leur aide de près ou de loin.

TABLE DES ABREVIATIONS

ACV : Analyse de Cycle de Vie

ART : Agroscope de Reckenholz-Tänikon – Station de Recherche

a.s.b.l : Association Sans But Lucratif

ECS : Eau Chaude Sanitaire

EMPA : Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche

EPD : Environmental Product Declaration (*Déclaration Environnementale de Produit*)

EPFL : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

ETHZ : Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich

GWP : Global Warming Potential (*Potentiel de Réchauffement Global*)

KBOB : Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
(*Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics*)

IBO : Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie (*Institut autrichien pour l'éco-construction*)

IPB : Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren
(*Communauté d'intérêts des maîtres d'ouvrage professionnels privés*)

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (*Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*)

PHI : Passivhaus Institut

PHP : Passiefhuis Platform v.z.w.

PHPP : Passivhaus Projectierungs Paket

PMP : Plateforme Maison Passive a.s.b.l.

PSI : Institut Paul Scherrer

SOMMAIRE

Remerciements.....	i
Table des abréviations.....	iii
1 Introduction.....	1
2 Objectifs du projet BeGlobal	3
3 Le PHPP.....	5
4 Définition du champ de l'étude.....	7
4.1 Bilan énergétique global d'un bâtiment.....	7
4.2 Bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment	7
4.3 Les éléments de construction considérés dans l'étude.....	7
4.3.1 Parois extérieures	7
4.3.2 Parois intérieures.....	7
4.3.3 Toitures.....	8
4.3.4 Portes et fenêtres	8
4.3.5 Structure	8
4.3.6 Fondations	8
4.3.7 Eléments divers.....	8
4.4 Les éléments exclus de l'étude.....	8
4.4.1 Systèmes / Ventilation.....	8
4.4.2 Câblages et canalisations.....	8
4.4.3 Finitions	8
4.4.4 Autres éléments.....	8
4.5 Cas de la rénovation	9
5 Indicateurs, transport et durée de vie considérés	11
5.1 Energie grise	11
5.2 Emissions de gaz à effet de serre	11
5.3 Energie primaire globale.....	11
5.4 Transport	12
5.4.1 Zonage géographique	12
5.4.2 Mode de transport	13
5.5 Durée de vie des bâtiments.....	14
5.6 Durée de vie des matériaux.....	14
6 Bases de données	15
6.1 Critères de choix de la base de données	15
6.1.1 Transparence	15
6.1.2 Fiabilité des informations	15
6.1.3 Facteur géographique.....	15
6.1.4 Choix des indicateurs / Terminologie	15

6.1.5	Mise à jour	16
6.2	Base de données 'KBOB'	16
6.2.1	Transparence	16
6.2.2	Fiabilité des informations	16
6.2.3	Facteur géographique.....	17
6.2.4	Choix des indicateurs / Terminologie	17
6.2.5	Mise à jour	17
6.3	Base de données 'Ecobilan de parois'	17
6.3.1	Transparence	18
6.3.2	Fiabilité des informations	18
6.3.3	Facteur géographique.....	18
6.3.4	Choix des indicateurs / Terminologie	18
6.3.5	Mise à jour	18
6.4	Base de données 'Producteurs'	18
6.4.1	Transparence	18
6.4.2	Fiabilité des informations	18
6.4.3	Facteur géographique.....	19
6.4.4	Choix des indicateurs / Terminologie	19
6.4.5	Mise à jour	19
7	Méthode de calcul	21
7.1	Bilan énergétique global d'un bâtiment.....	21
7.1.1	Energie initiale globale	22
7.1.2	Energie d'utilisation globale	30
7.1.3	Energie d'élimination globale	31
7.2	Bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment	38
7.2.1	Emissions de gaz à effet de serre initiales globales.....	39
7.2.2	Emissions de gaz à effet de serre d'utilisation globales	48
7.2.3	Emissions de gaz à effet de serre d'élimination globale	48
8	Données nécessaires	56
9	Résultats	58
10	Références	60
11	Annexes	61
11.1	Annexe 1 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des parois intérieures proposées par défaut	61
11.2	Annexe 2 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des planchers intérieurs proposées par défaut	63
11.3	Annexe 3 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des structures proposées par défaut	65
11.4	Annexe 4 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des planchers de fondation proposées par défaut	66

1 INTRODUCTION

Le concept de « maison passive » n'est pas nouveau, il a émergé au début des années 1990 grâce au Professeur Wolfgang Feist. Dans les années 1980, les maisons basse-énergie étaient déjà le standard des constructions neuves en Suède et au Danemark.

Une maison passive est, selon le Passivhaus Institut (PHI), un bâtiment qui atteint une température ambiante agréable sans chauffage conventionnel en hiver, et sans climatisation en été (GROBE, 2008).

Il y a 3 critères à respecter pour le passif résidentiel en Belgique : le besoin annuel d'énergie pour le chauffage doit être inférieur ou égal à 15 kWh/(m².a), le taux de renouvellement d'air sous une pression de 50 Pa doit être inférieur ou égal à 0,6 h⁻¹ et le pourcentage de surchauffe (plus de 25°C) doit être inférieur ou égal à 5%. Un quatrième critère viendra prochainement s'ajouter aux 3 déjà en vigueur : il déterminera une limite pour les besoins en énergie primaire.

L'engouement pour le passif ne cesse de croître. Aujourd'hui, la Belgique compte plus de 130 bâtiments certifiés passifs. De plus, beaucoup de projets passifs sont en cours : bâtiments résidentiels et tertiaires, en construction ou rénovation.

Par l'octroi de différents subsides, les pouvoirs publics belges sont actuellement dans une dynamique d'encouragement à la construction et à la rénovation passive, très basse et basse énergie, ou encore « zéro énergie ». Dans ce cadre, la PMP (Plateforme Maison Passive a.s.b.l.) et la PHP (Passiefhuis Platform v.z.w.) jouent un rôle important, puisque ce sont elles qui délivrent les certificats « Bâtiment passif ».

Dans un contexte d'évolution croissante des exigences énergétiques en Belgique et en Europe, la PMP a.s.b.l. a souhaité développer un outil de calcul du bilan énergétique, et des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment.

Ce nouvel outil, à destination notamment des architectes et des bureaux d'études, permet de proposer à l'utilisateur une information nouvelle concernant deux indicateurs d'impacts environnementaux : le bilan énergétique global d'un bâtiment et ses émissions de gaz à effet de serre. Nous réaliserons ici un écobilan du bâtiment, qui correspond aux deux premières étapes de l'analyse de cycle de vie : la définition des objectifs et du champ de l'étude, et l'analyse de l'inventaire.

Pourquoi « BeGlobal » ? « be » parce qu'il s'agit d'un projet belge et « global » parce qu'il réalise un calcul du bâtiment dans sa globalité.

Voici la méthodologie détaillée du projet BeGlobal. Celle-ci est présentée sous plusieurs sections. Après avoir exposé les objectifs du projet et défini brièvement le logiciel PHPP, nous décrirons le champ de l'étude. Nous ferons alors un point sur les éléments pris en compte dans l'étude, où nous définirons notamment l'énergie grise. Nous présenterons nos attentes vis-à-vis des bases de données et les bases de données choisies pour le module. Ensuite, nous détaillerons la méthode de calcul des résultats, nous verrons quelles sont les données nécessaires pour l'encodage d'un projet et enfin, nous verrons comment seront présentés les résultats.

2 OBJECTIFS DU PROJET BEGLOBAL

Le projet « BeGlobal » s'inscrit dans la dynamique d'optimisation de l'efficacité énergétique des bâtiments impulsée par les pouvoirs publics belges, à la fois en région Bruxelles-Capitale, en Flandre et en Wallonie.

Le projet a plusieurs objectifs. Dans un premier temps, il s'agit de proposer un outil simple, mais pas simpliste, de calcul du bilan énergétique global du bâtiment.

Dans la continuité de ce premier objectif, il est nécessaire de proposer à l'utilisateur un minimum d'encodage supplémentaire en exploitant au maximum les données inscrites dans le PHPP. En effet, l'outil BeGlobal est un module complémentaire au logiciel PHPP existant, c'est pourquoi nous souhaitons extraire les informations que l'utilisateur aura encodées dans le PHPP et les intégrer dans ce module.

L'outil a également pour vocation de donner des informations supplémentaires sur le bilan énergétique global du bâtiment. C'est là tout son intérêt. En conjuguant les données extraites du PHPP, préalablement encodées par l'utilisateur, avec la/les base(s) de données sélectionnée(s), l'outil BeGlobal donnera des résultats quant au bilan énergétique du bâtiment (énergie grise et énergie consommée durant la vie du bâtiment : chauffage, eau chaude sanitaire (ECS), électricité domestique et refroidissement) et proposera également le bilan des émissions de gaz à effet de serre de ce bâtiment.

Enfin, cet outil est développé avec un objectif à long terme : permettre, grâce à ce module, de proposer une certification « passif + » qui intégrera l'aspect environnemental (énergie grise et émissions de gaz à effet de serre) en complément des données énergétiques prises en compte jusqu'ici. Cela entre dans le cadre des aides financières et fiscales proposées par les Régions afin d'encourager les constructions et rénovations passives, très basse et basse énergie ainsi que « zéro énergie ».

Notons que le logiciel BeGlobal sera également utilisable sans le PHPP. Des données supplémentaires seront à renseigner. Cependant, l'utilisation du logiciel PHPP facilitera l'encodage et l'obtention des résultats à l'utilisateur.

3 LE PHPP

Le Passivhaus Projectierungs Paket (PHPP) est un outil d'aide à la conception de bâtiments passifs développé par le PHI et traduit en français par la PMP a.s.b.l. C'est en Belgique le seul outil reconnu pour s'assurer que les critères du standard passif sont respectés. Après encodage des données et vérification de celles-ci, le certificat « Bâtiment passif » peut-être délivré.

Le PHPP ne se limite pas au résidentiel. En effet, de plus en plus de bâtiments tertiaires, notamment des écoles et des bureaux s'orientent vers une démarche passive. De plus, de nombreux bâtiments font l'objet d'une rénovation très basse ou basse énergie.

Concernant l'outil en lui-même, il s'agit d'un ensemble de feuilles de calcul Excel qui permettent de réaliser le calcul des bilans énergétiques (chauffage, ECS, électricité domestique et refroidissement), de calculer la puissance de chauffage, de déterminer les débits de ventilation adaptés, d'évaluer le confort d'été... Au total, l'encodage d'une trentaine de feuilles permet de calculer le besoin annuel d'énergie de chauffage, et de savoir si les critères du standard passif sont respectés ou non.

Le PHPP est actuellement disponible dans sa version 2007 ainsi que dans sa version 1.5 BE beta, cependant le logiciel BeGlobal utilisera uniquement le PHPP2007 enregistré au format .xls.

4 DEFINITION DU CHAMP DE L'ETUDE

Pour commencer, il est impératif de définir le champ de l'étude et ainsi fixer les limites des éléments considérés ou exclus du champ de l'étude.

4.1 Bilan énergétique global d'un bâtiment

Le bilan énergétique global d'un bâtiment est défini comme étant la somme des consommations liées à l'énergie grise de tous les matériaux nécessaires à la construction du bâtiment (cf. 5.1) et l'énergie primaire consommée durant la vie du bâtiment, c'est-à-dire pour le chauffage, l'ECS, l'électricité domestique et le refroidissement. Ce bilan sera exprimé en kWh.

Trois autres lectures de ce bilan énergétique global seront proposées. Il pourra se rapporter à la surface de référence énergétique et/ou au nombre d'occupants.

4.2 Bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment

Le bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment est défini comme étant la somme des émissions de gaz à effet de serre pour chaque poste suivant :

- Extraction et transport des matières premières vers le lieu de fabrication
- Transformation des matières premières et fabrication du produit
- Mise en œuvre du produit
- Emissions dues à l'utilisation du bâtiment (consommations)
- Fin de vie du produit : incinération / recyclage / mise en décharge
- Transport vers la mise en œuvre des matériaux
- Transport vers la fin de vie des matériaux

Ce bilan sera exprimé en kg EqCO₂.

Trois autres lectures de ce bilan global des émissions de gaz à effet de serre seront proposées. Il pourra se rapporter à la surface de référence énergétique et/ou au nombre d'occupants.

4.3 Les éléments de construction considérés dans l'étude

Un certain nombre d'éléments de construction a été considéré dans l'étude. C'est ce qui est détaillé dans cette section.

La section suivante quant-à elle précisera quels éléments de construction sont exclus de l'étude.

4.3.1 Parois extérieures

Nous considérerons l'enveloppe extérieure du bâtiment, qui sera détaillée paroi par paroi. Cette section ne comprend que les parois extérieures verticales.

4.3.2 Parois intérieures

Les parois intérieures verticales uniquement seront prises en compte dans cette section. Un choix de parois intérieures par défaut est proposé à l'utilisateur. L'utilisateur pourra à la fois sélectionner des parois intérieures par défaut, et des parois intérieures détaillées qu'il aura lui-même encodé.

4.3.3 Toitures

Les toitures seront à encoder sous l'onglet 'Toitures'. Plusieurs types de toitures pourront être renseignés.

4.3.4 Portes et fenêtres

Partant du présupposé qu'elles représentent une part non négligeable du bilan énergétique d'un bâtiment, les portes et fenêtres (vitrages, châssis, panneaux opaques) seront intégrées au calcul.

4.3.5 Structure

Nous intégrerons la structure du bâtiment au calcul. Nous fixerons des valeurs forfaitaires pour différents types de structures (ossature bois, béton, métal...). (cf. Annexe 4).

4.3.6 Fondations

S'agissant des fondations, nous considérerons 3 types de fondations :

- Fondations sur vide ventilé
- Fondations sur terre-plein
- Fondations sur cave

4.3.7 Eléments divers

Une section sera laissée à l'utilisateur pour encoder ce qui n'entre pas dans les catégories ci-dessus.

4.4 Les éléments exclus de l'étude

4.4.1 Systèmes / Ventilation

Les éléments des différents systèmes (ECS, ventilation, chauffage...) ne seront pas considérés dans l'outil BeGlobal. Par contre, leurs consommations seront comptabilisées dans la section '7.1.2. Energie d'utilisation globale référencée'.

Notons que l'utilisateur pourra encoder manuellement ses systèmes en tant qu'élément divers. Dans ce cas, il faut se reporter aux paragraphes concernant les éléments divers du point '7 - Méthode de calcul'.

4.4.2 Câblages et canalisations

Les câblages et canalisations seront exclus du champ de l'étude.

4.4.3 Finitions

Les finitions ne seront pas non plus intégrées au calcul, l'outil devant rester simple et les données étant peu disponibles.

4.4.4 Autres éléments

Les éléments n'ayant pas été cités parmi ceux considérés dans l'étude sont exclus de l'étude.

4.5 Cas de la rénovation

Le module BeGlobal permettra l'encodage de projets de rénovation. Deux informations seront demandées pour chaque matériau : celui est-il réutilisé, celui-ci est-il réutilisable ? Ainsi, si l'une ou les deux informations sont cochées, les calculs seront réalisés en conséquence, évitant la double comptabilisation de la phase de production ou d'élimination ainsi que le transport.

5 INDICATEURS, TRANSPORT ET DUREE DE VIE CONSIDERES

Nous considérerons, dans un premier temps, les indicateurs d'impact environnemental dont le bilan est le plus significatif pour le secteur du bâtiment à l'échelle globale : l'énergie grise et les émissions de gaz à effet de serre.

Nous prendrons également en compte le transport, la durée de vie des bâtiments et la durée de vie des matériaux, données sans lesquelles les résultats seraient erronés et incomplets.

5.1 Energie grise

L'énergie grise d'un produit est définie comme le total des apports énergétiques nécessaires durant toutes les étapes de la vie de ce produit.

Dans l'outil BeGlobal, sera prise en compte l'énergie nécessaire à :

- L'extraction et le transport des matières premières
- La transformation des matières premières et la fabrication du produit
- La mise en œuvre du produit
- La fin de vie du produit : incinération/ recyclage / mise en décharge

L'énergie grise est calculée en kilowattheure (kWh) par unité de mesure : par exemple kWh/m³, kWh/tonne, kWh/m² ; ou en mégajoules (MJ) selon la table de données utilisée (cf. '6 – Bases de données').

Pour information, notons les conversions suivantes :

- 1 kWh = 3,6 MJ
- 10 kWh \cong 1 l de mazout ou 1m³ de gaz.

Les données d'énergie grise que nous utiliserons ici sont celles fournies par la/les base(s) de données sélectionnée(s) (cf. '6 – Bases de données').

5.2 Emissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre sont un poste très important dans le bilan environnemental d'un bâtiment. La construction d'un bâtiment émet une quantité relativement importante de gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone (CO₂). Il est donc impératif de mesurer ces émissions et de les prendre en compte afin de donner une indication sur cet impact environnemental.

Les émissions de gaz à effet de serre seront exprimées en kg équivalent CO₂ (kg EqCO₂).

En ce qui concerne les émissions dues aux matériaux et aux transports, nous utiliserons la/les base(s) de données sélectionnée(s) par l'utilisateur (cf. '6 – Bases de données').

5.3 Energie primaire globale

L'énergie primaire globale est l'énergie brute qui n'a pas encore été soumise à une conversion ou à une transformation. Il s'agit de la somme de la part d'énergie primaire renouvelable (éolien, biomasse, solaire, hydraulique) et de la part d'énergie primaire non renouvelable (nucléaire, fossile, bois issu de déboisement des forêts primaires).

Ce résultat sera exprimé en kWh.

Les données utilisées dans l'outil BeGlobal seront tirées de la/les base(s) de données sélectionnée(s) (cf. '6 – Bases de données').

5.4 Transport

Le transport est le point sur lequel l'avis des spécialistes diverge le plus. Il est évident que le transport a un très fort impact, notamment sur les émissions de gaz à effet de serre et sur l'énergie grise. Cependant il est difficile de trouver des données de transport adaptées à chaque produit et calculées de manière identique. Pour une partie des matériaux issues des bases de données, les données de transport sont déjà intégrées dans les résultats fournis. Pour ceux dont ce n'est pas le cas, la PMP propose deux options : utiliser les valeurs par défaut établies par la PMP ou encoder manuellement les données de transport si on en connaît la composition.

La méthode de calcul des valeurs par défaut est présentée ci-après. Les donner à encoder manuellement peuvent s'appuyer sur cela également.

5.4.1 Zonage géographique

Le premier aspect qui entre en compte pour le calcul du transport est le zonage géographique. Quatre zones sont définies :

- [1] La Belgique
- [2] Les pays limitrophes de la Belgique (Allemagne, France, Grande-Bretagne, Luxembourg et Pays-Bas)
- [3] Les pays européens hors ceux déjà considérés en [2]
- [4] Le reste du monde hors [1], [2] et [3]

Le calcul du transport est fait sur une base de moyennes.

Pour le calcul du nombre de kilomètres moyens dans le territoire belge, nous avons regardé où se situaient les différentes usines de production de matériaux de construction en Belgique. A la suite de quoi, nous avons établi que la distance maximum entre une usine et un point de livraison quelconque était d'environ 90 km. Lors de la sélection du transport pour la zone « Belgique », le logiciel BeGlobal prendra la valeur de 90 km comme distance moyenne.

Concernant les pays limitrophes, nous en avons considéré cinq : l'Allemagne, la France, la Grande-Bretagne, le Luxembourg et les Pays-Bas. Nous avons tracé un cercle concentrique autour de ces cinq pays, puis nous avons mesuré le rayon et avons divisé cette valeur par 2. Cela nous donne une valeur moyenne de 550 km. Nous avons utilisé cette même méthode pour l'Europe (hors pays déjà considérés en zone [2]) et pour le Monde (hors Europe), et nous obtenons les valeurs de 1055 km pour la zone [3] et 10000 km pour la zone [4].

Dans le cas de l'utilisation des valeurs par défaut, une enquête a été effectuée auprès de fournisseurs de matériaux de construction afin de connaître la provenance de leurs fournitures. Suite à quoi nous avons pu établir des statistiques par type de produits. Ainsi, un matériau β provient à $x\%$ de la zone [1], à $x\%$ de la zone [2], à $x\%$ de la zone [3] et à $x\%$ de la zone [4]. Les calculs sont réalisés automatiquement et intégrés dans l'onglet transport du logiciel.

Si l'utilisateur encode manuellement les données transport de son produit, il devra sélectionner dans un menu déroulant la zone de la provenance de ses produits de construction, et il devra ajouter une ligne par mode de transport avec le kilométrage associé.

5.4.2 Mode de transport

Il est nécessaire de considérer également le mode de transport. En effet, sur une courte distance, l'usage d'un camion 3,5-28T ou d'un navire de haute mer n'entraînera ni les mêmes coûts, ni les mêmes consommations d'énergie, ni les mêmes émissions de gaz à effet de serre. Voici les hypothèses considérées pour le calcul des valeurs par défaut :

Pour la zone [1], nous considérerons que le transport se fait à hauteur de¹ :

- 86 % par camions +28 T
- 8 % par transport fluvial
- 5 % par camions 3,5-28 T
- 1 % par transport ferroviaire

Pour la zone [2], nous considérerons que le transport se fait à hauteur de² :

- 91 % par camion 3,5-28 T
- 8 % par transport fluvial
- 1 % par transport ferroviaire

Pour la zone [3], nous considérerons que le transport se fait à hauteur de² :

- 69 % par camion +28T
- 22 % par camion 3,5-28 T
- 8% par transport fluvial
- 1 % par transport ferroviaire

Pour la zone [4], nous considérerons que le transport se fait à hauteur de² :

- 85 % par navire de haute-mer
- 6 % par camion 3,5-28 T
- 6 % par camion +28 T
- 2 % par transport fluvial
- 1 % par transport ferroviaire

Comme évoqué dans la section précédente, si l'utilisateur souhaite encoder manuellement la partie transport, ce sera à lui de sélectionner la zone de provenance de son produit, puis le type de transport nécessaire ainsi que le nombre de kilomètres parcourus. L'utilisateur pourra ajouter autant de type de transport qu'il le souhaite.

Concernant le transport d'élimination, deux cas se présenteront. Si les matériaux sont réutilisés sur place, il faudra cocher la case correspondante (cf. 8.2.4), et indiqué « 0 » pour le nombre de kilomètres parcourus, ainsi le transport d'élimination ne sera pas considéré deux fois.

Dans le cas contraire, nous considérerons que l'ensemble du transport d'élimination est réalisé en Belgique grâce à des véhicules de 3,5-16T. Nous admettons que le transport moyen entre le chantier d'où proviennent les déchets en fin de vie et le lieu d'élimination de ces déchets est de 30 km. En effet, 213 centres sont autorisés pour effectuer le tri-recyclage des déchets inertes de construction et de démolition (1).

Le nombre de kilomètres attribué au transport d'élimination pourra être modifié par l'utilisateur s'il veut être plus précis que la valeur par défaut proposée par la PMP.

¹ Source des valeurs utilisées : www.plan.be – Valeurs prises en compte : Répartition modale du transport national de marchandises, répartition pour la catégorie 'Minéraux bruts ou manufacturés et matériaux de construction' 2000 à 2006 en milliers de tonnes

² Extrapolation des valeurs de la zone [1].

5.5 Durée de vie des bâtiments

Le calcul du bilan énergétique global d'un bâtiment peut être réalisé sur la durée de vie totale du bâtiment pour autant qu'on la connaisse. Cet élément est essentiel si l'on veut connaître l'impact par année du bâtiment. Un menu déroulant proposera le type d'affectation du bâtiment à laquelle une durée de vie sera automatiquement attribuée.

Toutefois, la durée de vie d'un bâtiment n'est pas une donnée fixe, elle dépend du système constructif, de la localisation de la construction, des matériaux employés, de la réalisation de la construction et de son affectation... C'est pourquoi, nous prendrons une hypothèse simplificatrice :

- Résidentiel : 80 ans
- Tertiaire : 80 ans

Cette valeur de 80 ans est basée sur une étude néo-zélando-suisse (ALTHAUS H.-J., KELLENBERGER D., 2008) sur l'intérêt de la simplification de la prise en compte des éléments de construction dans l'analyse de cycle de vie (ACV).

La durée de vie d'un bâtiment, exprimée en années, permettra de fournir des consommations (énergie grise et émissions de gaz à effet de serre) par année de vie du bâtiment.

5.6 Durée de vie des matériaux

Il est indispensable de connaître et de prendre en compte la durée de vie des matériaux. A ce jour, il n'existe pas de norme ou de loi imposant une méthode de calcul de la durée de vie de chaque matériau ; les chiffres dont nous disposons sont ceux diffusés par les fabricants.

Cette information « durée de vie du matériau » sera intégrée au module BeGlobal. Nous donnerons une valeur moyenne pour chaque groupe de matériaux. Celle-ci pourra être modifiée par l'utilisateur dans le cas de données spécifiques émises par un producteur. Une seule valeur est proposée dans les bases de données, cependant si vous souhaitez être plus précis, vous pouvez modifier ces valeurs matériau par matériau afin de prendre en compte l'affectation de chaque matériau grâce au tableau ci-après proposé par la PMP.

La durée de vie de chaque groupe de matériaux proposée par la PMP (en années) :

	Structure	Peau extérieure	Peau intérieure	Autre
Bétons	80	60	40/20	/
Bois	80	50	20/10	30
Isolants	/	/	/	40
Briques/Terre cuite	80	60	40/20	/
Métaux	80	50	-/10	/
Plâtres/Enduits	/	30	20/5	/
Vitrage/Châssis	/	40	20/10	/
Pierres	150	150	40/20	/
Ardoises/Tuiles	/	80	/	/
Membranes d'étanchéité/Frein-vapeur/Pare-vapeur	/	30	40	40

Bâtiments résidentiels
Bâtiments tertiaires

pmp_{asbl}

Tableau 1 - Durée de vie des matériaux selon leur affectation

6 BASES DE DONNEES

Lorsque l'on sélectionne une base de données que l'on souhaite utiliser, il est impératif de fixer les attentes la concernant.

S'agissant du projet BeGlobal, nos attentes concernent cinq points :

- La transparence
- La fiabilité des informations
- Le facteur géographique
- Le choix des indicateurs / la terminologie
- La mise à jour

6.1 Critères de choix de la base de données

6.1.1 Transparence

Nous avons la volonté de créer un outil transparent, tout en utilisant une base de données qui n'est pas la nôtre. Dans un objectif de cohérence, les bases de données implémentées dans le module BeGlobal devront donc elles aussi faire preuve de transparence.

Cette transparence concerne plusieurs points :

- La source des données
- La/les méthode(s) de calcul
- Les limites du système de l'analyse de cycle de vie du produit étudié

6.1.2 Fiabilité des informations

La fiabilité des informations disponibles dans les bases de données devra être éprouvée. Pour cela un descriptif de chaque base de données sera proposé par la PMP a.s.b.l., ainsi qu'une brève présentation de leurs auteurs.

6.1.3 Facteur géographique

Les bases de données implémentées dans l'outil BeGlobal seront sélectionnées en fonction du caractère géographique des données fournies. En effet, de nombreuses tables existent, mais les données ne correspondent pas toujours à la réalité belge. Actuellement, il n'existe pas de base de données belge concernant les matériaux de construction. C'est pourquoi nous devons utiliser d'autres bases de données dans un premier temps. Cependant, nous sélectionnerons les plus cohérentes possibles avec la réalité belge.

6.1.4 Choix des indicateurs / Terminologie

Nous souhaitons donner des indications sur l'énergie grise et les émissions de gaz à effet de serre liées à la vie complète d'un bâtiment, il paraît évident que les tables utilisées contiendront ces informations.

La terminologie des bases de données devront être la même que celle du projet. Nous devons donc trouver des bases de données qui répondent à nos critères d'exigences.

6.1.5 Mise à jour

Les évolutions futures pourront donc être liées aux bases de données (ajout d'une nouvelle base, évolution de la base actuelle), à des modifications du PHPP, ou encore à l'ajout de nouveaux indicateurs d'impact environnemental aux résultats.

Les utilisateurs seront informés de toute nouvelle mise à jour.

6.2 Base de données 'KBOB'

La base de données proposée par KBOB utilise les données spécifiques aux matériaux de construction de la base de données Ecoinvent. Cette dernière est une base de données d'inventaire du cycle de vie de plus de 4 000 produits dans plusieurs domaines (énergie, transports, matériaux de construction, etc...). Celle-ci est née de l'initiative du Centre Ecoinvent - *Swiss Centre for Life Cycle Inventories*, un centre de compétences qui réunit plusieurs organismes tels que :

- L'Agroscope de Reckenholz-Tänikon (Station de Recherche) (ART)
- L'École Polytechnique Fédérale de Zurich (ETHZ)
- L'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
- L'Institut Paul Scherrer (PSI)
- Le Laboratoire Fédéral d'Essai des Matériaux et de Recherche (EMPA)

L'ensemble des points suivants font référence à la base de données Ecoinvent puisque KBOB n'en est qu'un extrait spécifique aux matériaux de construction.

6.2.1 Transparence

La transparence dans la base de données Ecoinvent est maximale. Chaque jeu de données de la base Ecoinvent fait l'objet d'une documentation détaillée au maximum. Pour des raisons de confidentialité il y a néanmoins quelques jeux de données (moins d'une dizaine sur les plus de 4 000 jeux) qui ne sont pas accessibles sur ce niveau détaillé.

Second point sur la transparence : la documentation (les rapports qui décrivent tous ces jeux de données) est accessible à tout le monde gratuitement ; il suffit de s'inscrire comme « guest » sur le site Ecoinvent et tous les rapports en format .pdf sont disponibles.

6.2.2 Fiabilité des informations

La source des données est documentée dans le rapport respectif de chaque jeu de données. Le recueil des données est réalisé selon le guide de qualité Ecoinvent (cf. Rapport n°1 d'Ecoinvent). La validation est effectuée par une autre institution d'Ecoinvent (cf. Rapport n°1 d'Ecoinvent). Les données d'Ecoinvent sont toutes calculées de la même façon.

Le centre Ecoinvent existe depuis 1997. Les organismes qui font partie de ce centre de compétence sont des organismes fiables et reconnus en Suisse. De plus, un conseil consultatif international a été mis en place, regroupant des organisations comme WWF, PRé Consultants B.V., Sylvatica ou encore Life Cycle Strategies.

La base de données Ecoinvent est utilisée et utilisable avec plusieurs logiciels d'analyse de cycle de vie dont SimaPro, Umberto ou encore Emis.

6.2.3 Facteur géographique

Cette base de données internationale fournit des données pour l'Europe, pour la Suisse et pour d'autres zones. Dans l'attente d'une base de données purement belge, nous utiliserons au maximum les données 'Europe' d'Ecoinvent.

La liste des zones géographiques couvertes est disponible dans le rapport 'Overview and Methodology' (Frischknecht R. et al, 2007).

6.2.4 Choix des indicateurs / Terminologie

La base de données Ecoinvent propose un très grand nombre d'indicateurs d'impacts environnementaux. Cependant, nous nous intéresserons dans un premier temps aux indicateurs explicités au point '5 – Indicateurs, transport et durées de vie considérés', soit : l'énergie grise et les émissions de gaz à effet de serre.

La définition de l'énergie grise d'Ecoinvent s'appuie sur le cahier technique SIA 2032 « Energie grise des bâtiments ». Selon ce document, l'énergie grise est définie comme la quantité d'énergie primaire non renouvelable nécessaire pour les étapes de l'extraction des matières premières jusqu'aux procédés de fabrication et de transformation et pour l'élimination. Cela correspond à la somme de la consommation énergétique fossile, nucléaire et du bois issu du déboisement des forêts primaires.

L'énergie primaire globale sera la somme de la part d'énergie primaire renouvelable et la part d'énergie primaire non renouvelable, somme exprimée en MJ.

Les émissions de gaz à effet de serre calculées dans Ecoinvent correspondent à l'indicateur « GWP 100a » (Global Warming Potential) sur 100 ans selon la méthode IPCC 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change).

6.2.5 Mise à jour

Lors de mises à jour de la base de données Ecoinvent, les données seront adaptées à la modification dans le module BeGlobal, et les utilisateurs sont avertis des modifications, évolutions et ajouts de la base de données.

6.3 Base de données 'Ecobilan de parois'

La base de données Ecobilan de parois est une base de données réalisée par Sophie Trachte et André De Herde (Architecture et Climat) avec le soutien de la Région Wallonne.

Cette base de données est tirée de l'ouvrage *Choix des Matériaux – Ecobilan de paroi* (De Herde A., TRACHTE). L'ouvrage est consultable sur le site Energie de la Région Wallonne (3). « Le présent ouvrage s'inscrit dans cette ligne de conduite puisqu'il offre aux concepteurs les moyens pratiques lui permettant de concevoir des parois performantes et respectueuses des économies d'énergie et de l'environnement. Pour assister le lecteur dans sa conception, l'ouvrage réunit les approches quantitative (énergie grise, effet de serre, acidification, ozone) et qualitative (ressources utilisés, déchets produits, potentiel de recyclage) en tenant compte de la durée de vie de chaque matériau. »

La base de données reprend les approches quantitatives par matériau de construction.

6.3.1 **Transparence**

L'ouvrage détaille la méthodologie d'évaluation des différents impacts environnementaux ainsi que les hypothèses de travail et les données prises en considération.

6.3.2 **Fiabilité des informations**

Cette base de données est une compilation de 3 bases de données : Ecoinvent, KBOB et Eco-soft. Les deux premières sont évoquées dans la section précédente qui leur est réservée. Eco-soft est quand à elle une base de données autrichienne basée sur la base de données des matériaux de construction de l'IBO qui comprend actuellement plus de 500 matériaux de construction Les matériaux de construction sont évalués étape par étape.

6.3.3 **Facteur géographique**

Cette base de données n'est pas une base de données belge car les auteurs n'ont pas réussi à obtenir des fabricants les informations nécessaires. Il s'agit donc d'une compilation de 3 bases de données. Cependant, les 3 bases de données reprisent proposent des données pour des pays européens.

6.3.4 **Choix des indicateurs / Terminologie**

Nous nous intéressons aux indicateurs explicités au point '5 – Indicateurs, transport et durées de vie considérés', soit : l'énergie grise et les émissions de gaz à effet de serre. Ces deux indicateurs sont repris dans cette base de données.

6.3.5 **Mise à jour**

Lors de mises à jour de la base de données Ecobilan de parois, les données seront adaptées à la modification dans le module BeGlobal, et les utilisateurs sont avertis des modifications, évolutions et ajouts de la base de données.

6.4 **Base de données 'Producteurs'**

Chaque matériau de cette base de données est proposé par le producteur de ce matériau. Les valeurs reprises sont issues des EPD (Environmental Product Declaration) spécifiques à chaque matériau.

Attention de ne pas oublier que chaque EPD, même si elle doit respecter les normes ISO 14025, 14040 et 14044, n'utilise pas les mêmes unités fonctionnelles, ni les mêmes frontières du système étudié. Il faut donc rester vigilant sur la comparaison de deux matériaux entre eux, et prendre connaissance des EPD complètes.

6.4.1 **Transparence**

Chaque producteur dont les données sont reprises dans la base de données nous fournit une EPD par produit qui a préalablement été vérifié par un expert extérieur à l'entreprise. Nous ne mettons à disposition que des données qui ont été validé.

6.4.2 **Fiabilité des informations**

Ce paragraphe rejoint le précédent. Un organisme expert externe à chaque entreprise à vérifié les données proposées par les producteurs avant de les valider.

6.4.3 Facteur géographique

Les producteurs qui fournissent leurs données pour le logiciel sont implantés en Belgique et il s'agit majoritairement d'EPD belges. Cependant certaines d'entre elles ont été réalisées dans d'autres pays comme la France par exemple ou elles sont européennes.

6.4.4 Choix des indicateurs / Terminologie

Nous nous intéressons aux indicateurs explicités au point '5 – Indicateurs, transport et durées de vie considérés', soit : l'énergie grise et les émissions de gaz à effet de serre. Ces deux indicateurs sont repris dans les EPD des producteurs.

6.4.5 Mise à jour

Lors de mises à jour d'une EPD, les données seront adaptées à la modification dans le module BeGlobal, et les utilisateurs sont avertis des modifications, évolutions et ajouts de la base de données.

7 METHODE DE CALCUL

Le module BeGlobal a pour vocation de calculer le bilan énergétique global d'un bâtiment, ainsi que le bilan des émissions de gaz à effet de serre. La méthode de calcul est détaillée dans les pages qui suivent.

Elle se base sur les données extraites de la base de données sélectionnée.

7.1 Bilan énergétique global d'un bâtiment

$$B_{E,G} = E_{I,G} + E_{U,G} + E_{E,G}$$

Où :

$B_{E,G}$: Bilan énergétique global en énergie primaire du bâtiment [kWh]

$E_{I,G}$: Energie initiale globale [kWh]

$E_{U,G}$: Energie d'utilisation globale [kWh]

$E_{E,G}$: Energie d'élimination globale [kWh]

Pour rappel (cf. '4.1 – Bilan énergétique global d'un bâtiment'), trois autres lectures de ce bilan énergétique global seront proposées. Il pourra se rapporter à la surface de référence énergétique et/ou au nombre d'occupants.

$$B_{E,G,S} = \frac{B_{E,G}}{S_{Ref}}$$

Où :

$B_{E,G,S}$: Bilan énergétique global par unité de surface [kWh/m²]

$B_{E,G}$: Bilan énergétique global en énergie primaire du bâtiment [kWh]

S_{Ref} : Surface de référence énergétique [m²]

$$B_{E,G,O} = \frac{B_{E,G}}{N_O}$$

Où :

$B_{E,G,O}$: Bilan énergétique global par nombre d'occupant [kWh/personne]

$B_{E,G}$: Bilan énergétique global en énergie primaire du bâtiment [kWh]

N_O : Nombre d'occupant [-]

$$B_{E,G,S,O} = \frac{B_{E,G} / S_{Ref}}{N_O}$$

Où :

$B_{E,G,S,O}$: Bilan énergétique global par unité de surface et par nombre d'occupants [kWh/m²/personne]

$B_{E,G}$: Bilan énergétique global en énergie primaire du bâtiment [kWh]

S_{Ref} : Surface de référence énergétique [m²]

N_O : Nombre d'occupant [-]

7.1.1 Energie initiale globale³

$$E_{I,G} = E_{F,mat} + E_{T,mat}$$

Où :

$E_{I,G}$: Energie initiale globale [kWh]

$E_{F,mat}$: Energie de fabrication des matériaux [kWh]

$E_{T,mat}$: Energie de transport des matériaux [kWh]

Avec :

$$E_{F,mat} = E_{F,PE} + E_{F,PI} + E_{F,PL} + E_{F,FE} + E_{F,ST} + E_{F,FO} + E_{F,DI}$$

Où :

$E_{F,mat}$: Energie de fabrication des matériaux [kWh]

$E_{F,PE}$: Energie de fabrication des parois extérieures [kWh]

$E_{F,PI}$: Energie de fabrication des parois intérieures [kWh]

$E_{F,PL}$: Energie de fabrication des planchers [kWh]

$E_{F,FE}$: Energie de fabrication des portes et fenêtres [kWh]

$E_{F,ST}$: Energie de fabrication de la structure [kWh]

$E_{F,FO}$: Energie de fabrication des fondations [kWh]

$E_{F,DI}$: Energie de fabrication d'éléments divers [kWh]

7.1.1.1 Energie de fabrication des parois extérieures

$$E_{F,PE} = \sum_{x=1}^n E_{F,PE,x}$$

Où :

$E_{F,PE}$: Energie de fabrication des parois extérieures [kWh]

n : Nombre de parois différentes [-]

$E_{F,PE,x}$: Energie de fabrication de la paroi extérieure x [kWh]

³ L'énergie initiale globale, exprimée en kWh, est la consommation globale d'énergie nécessaire de l'extraction à la mise en service d'un produit.

$$E_{F,PE,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \left\{ \frac{a_{m1,y} \cdot E_{F,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y}}{3,6} + \frac{a_{m2,y} \cdot E_{F,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y}}{3,6} + \frac{a_{m3,y} \cdot E_{F,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y}}{3,6} \right\}$$

Où :

$E_{F,PE,x}$: Energie de fabrication de la paroi extérieure x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$E_{F,mi,y}$: Energie de fabrication du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$$N_{C,mi,y} = ENT \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) + b$$

Avec :

$$b = 0 \text{ si } \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) - ENT \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) = 0$$

$$b = 1 \text{ si } \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) - ENT \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) \neq 0$$

Où :

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

ENT : Entier

$D_{V,B}$: Durée de vie du bâtiment [années] – cf. '5.4 – Durée de vie des bâtiments'

$D_{V,mi}$: Durée de vie du matériau mi [années] – cf. '5.5 – Durée de vie des matériaux'

7.1.1.2 Energie de fabrication des parois intérieures

De manière détaillée, l'énergie de fabrication des parois intérieures sera calculée de la manière suivante :

$$E_{F,PI} = \sum_{x=1}^n E_{F,PI,x}$$

Où :

$E_{F,PI}$: Energie de fabrication des parois intérieures [kWh]

n : Nombre de parois différentes [-]

$E_{F,PI,x}$: Energie de fabrication de la paroi intérieure x [kWh]

$$E_{F,PI,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \left\{ \frac{a_{m1,y} \cdot E_{F,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y}}{3,6} + \frac{a_{m2,y} \cdot E_{F,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y}}{3,6} + \frac{a_{m3,y} \cdot E_{F,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y}}{3,6} \right\}$$

Avec :

$E_{F,PI,x}$: Energie de fabrication de la paroi intérieure x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$E_{F,mi,y}$: Energie de fabrication du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

Il sera possible d'encoder les parois intérieures par m² de paroi type, soit :

$$E_{F,PI,x} = S_x \cdot E_{F,PI,x}^*$$

Où :

$E_{F,PI,x}$: Energie de fabrication de la paroi intérieure x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

$E_{F,PI,x}^*$: Energie approximative de fabrication de la paroi intérieure x [kWh/m²] – cf. 'Annexe 1'

7.1.1.3 Energie de fabrication des planchers⁴

De manière détaillée, l'énergie de fabrication des planchers sera calculée de la manière suivante :

$$E_{F,PL} = \sum_{x=1}^r E_{F,PL,x}$$

Où :

⁴ Pour rappel ce point ne concerne que les planchers entre les étages (cf. 4.3.1 'Parois extérieures').

$E_{F,PL}$: Energie de fabrication des planchers [kWh]

r : Nombre de planchers [-]

$E_{F,PL,x}$: Energie de fabrication du plancher x [kWh]

$$E_{F,PL,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \left\{ \frac{a_{m1,y} \cdot E_{F,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y}}{3,6} + \frac{a_{m2,y} \cdot E_{F,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y}}{3,6} + \frac{a_{m3,y} \cdot E_{F,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y}}{3,6} \right\}$$

Avec :

$E_{F,PL,x}$: Energie de fabrication du plancher x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$E_{F,mi,y}$: Energie de fabrication du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

De manière plus approximative, on peut calculer comme suit :

- Dans le cas où il n'existe qu'une composition de plancher intérieur :

$$E_{F,PL} = S_{PL,AP} \cdot E_{F,PL}^*$$

Avec :

$E_{F,P}$: Energie de fabrication des planchers [kWh]

$S_{PL,AP}$: Surface approximative du plancher intérieur [m²]

$E_{F,PL}^*$: Energie approximative de fabrication du plancher intérieur [kWh/m²] – cf. 'Annexe 2'

Avec :

$$S_{PL,AP} = A_{ch} - S_{Sol} - \sum_{g=1}^t P_g \cdot e_{Ext} - \frac{e_{Ext}}{2} \cdot l_{mit,g}$$

Où :

$S_{PL,AP}$: Surface de construction approximative des planchers [m²]

A_{ch} : Surface brute de plancher chauffé [m²]

S_{Sol} : Surface du sol du rez [m²]

P_g : Périmètre de l'étage g , mitoyen compris [m]

t : Nombre d'étages [-]

e_{Ext} Epaisseur moyenne des murs extérieurs [m]

$l_{mit,g}$: Longueur mitoyenne de l'étage g [m]

- Dans le cas où il y a différentes compositions de plancher intérieur :

$$E_{F,PL} = \sum_r S_{PL,r} \cdot E_{F,PL,r}^*$$

Où :

$E_{F,PL}$: Energie de fabrication des planchers [kWh]

r : Nombre de planchers [-]

$S_{PL,r}$: Surface du plancher intérieur r [m²]⁵

$E_{F,PL,r}^*$: Energie approximative de fabrication du plancher intérieur r [kWh/m²] – cf. 'Annexe 2'

7.1.1.4 Energie de fabrication des portes et fenêtres

$$E_{F,FE} = E_{F,FE,V} + E_{F,FE,Ch} + E_{F,FE,Esp}$$

Où :

$E_{F,FE}$: Energie de fabrication des portes et fenêtres [kWh]

$E_{F,FE,V}$: Energie de fabrication des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kWh]

$E_{F,FE,Ch}$: Energie de fabrication des châssis des portes et fenêtres [kWh]

$E_{F,FE,Esp}$: Energie de fabrication des espaceurs des fenêtres [kWh]

7.1.1.4.1 Energie de fabrication des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres

$$E_{F,FE,V} = \sum_i \left\{ (S_{THC,i} - S_{PO,i}) \cdot \frac{E_{F,V,i}}{3,6} \cdot N_{C,V,i} + S_{PO,i} \cdot \frac{E_{F,PO,i}}{3,6} \cdot N_{C,PO,i} \right\}$$

Où :

$E_{F,FE,V}$: Energie de fabrication des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kWh]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{THC,i}$: Surface totale hors châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{PO,i}$: Surface du panneau opaque de la porte ou fenêtre i [m²]

$E_{F,V,i}$: Energie de fabrication du vitrage de la porte ou fenêtre i [kWh/m²]

$E_{F,PO,i}$: Energie de fabrication du panneau opaque de la porte ou fenêtre i [kWh/m²]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$N_{C,V,i}$: Nombre de cycles du vitrage V [-]

$N_{C,PO,i}$: Nombre de cycles de la paroi opaque PO [-]

⁵ La surface de plancher intérieur dans ce cas de figure sera à calculer par l'utilisateur en fonction du projet.

Notons que :

$$S_{THC,i} = S_{Tot,i} - S_{Ch,i}$$

Avec :

$S_{THC,i}$: Surface totale hors châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{Tot,i}$: Surface totale de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

La surface du châssis est soit donnée par le PHPP, soit calculée comme suit :

$$S_{Ch,i} = 2(h_i + l_i) \cdot e_{Ch,i} - 4(e_{Ch,i})^2$$

Avec :

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

h_i : Hauteur de la porte ou fenêtre i [m]

l_i : Largeur de la porte ou fenêtre i [m]

$e_{Ch,i}$: Epaisseur du châssis de la porte ou fenêtre i [m]

7.1.1.4.2 Energie de fabrication des châssis des portes et fenêtres

$$E_{F,FE,Ch} = \sum_i S_{Ch,i} \cdot \frac{E_{F,Ch,i}}{3,6} \cdot N_{C,Ch,i}$$

Où :

$E_{F,FE,Ch}$: Energie de fabrication des châssis des portes et fenêtres [kWh]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$E_{F,Ch,i}$: Energie de fabrication du châssis de la porte ou fenêtre i [kWh/m²]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$N_{C,Ch,i}$: Nombre de cycles du châssis Ch [-]

7.1.1.4.3 Energie de fabrication des espaceurs des fenêtres

$$E_{F,FE,Esp} = \sum_i (e_{v,i} + 2 \cdot d_{Esp,i}) \cdot 0,001 \cdot [2(h_i - 2 \cdot e_{Ch,i}) + 2(l_i - 2 \cdot e_{Ch,i})] \cdot \left(\frac{F_{Esp,i}}{3,6} \cdot \rho_{Esp,i} \cdot N_{C,Esp,i} \right)$$

Où :

$E_{F,FE,Esp}$: Energie de fabrication des espaceurs des fenêtres [kWh]

$e_{v,i}$: Espacement total entre les vitrages de la fenêtre i [m]

$d_{Esp,i}$: Epaisseur des espaceurs de la fenêtre i [m]⁶
 0,001 : Longueur de profilé proposée par défaut [m]
 h_i : Hauteur de la porte ou fenêtre i [m]
 $e_{Ch,i}$: Epaisseur du châssis de la porte ou fenêtre i [m]
 l_i : Largeur de la porte ou fenêtre i [m]
 $F_{Esp,i}$: Energie de fabrication des espaceurs de la fenêtre i [kWh/kg]
 3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh
 $\rho_{Esp,i}$: Masse volumique des espaceurs de la fenêtre i [kg/m³]
 $N_{C,Esp,i}$: Nombre de cycles de l'espaceur Esp [-]

Dans le cas de triple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 2$

Dans le cas de quadruple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 3$

7.1.1.5 Energie de fabrication de la structure

$$E_{F,ST} = \frac{F_{ST}^*}{3,6} \cdot m_{ST}$$

Où :

$E_{F,ST}$: Energie de fabrication de la structure [kWh]

F_{ST}^* : Energie approximative de fabrication de la structure [MJ/kg] – cf. 'Annexe 3'

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

m_{ST} : Masse de la structure [kg]

7.1.1.6 Energie de fabrication des fondations

$$E_{F,FO} = E_{F,FO,RA} + E_{F,FO,SE} + E_{F,FO,PIE} + E_{F,FO,MU} + E_{F,FO,PL}$$

Où :

$E_{F,FO}$: Energie de fabrication des fondations [kWh]

$E_{F,FO,RA}$: Energie de fabrication des radiers [kWh]

$E_{F,FO,SE}$: Energie de fabrication des semelles [kWh]

$E_{F,FO,PIE}$: Energie de fabrication des pieux [kWh]

$E_{F,FO,MU}$: Energie de fabrication des murs de fondation [kWh]

$E_{F,FO,PL}$: Energie de fabrication des planchers [kWh]

7.1.1.6.1 Energie de fabrication des radiers

$$E_{F,FO,RA} = 0$$

⁶ Nous prendrons par défaut une valeur de 0,004 m.

Où :

$E_{F,FO,RA}$: Energie de fabrication des radiers [kWh]

Les radiers sont déjà encodés dans les parois extérieures.

7.1.1.6.2 Energie de fabrication des semelles

$$E_{F,FO,SE} = 0,5 \cdot 0,5 (P_b - l_{mit,g} + l_{mp,i}) \cdot \frac{F_{FO,SE}}{3,6} \cdot \rho_{FO,SE}$$

Où :

$E_{F,FO,SE}$: Energie de fabrication des semelles [kWh]

0,5 : Profondeur de la semelle [m]

0,5 : Largeur de la semelle [m]

P_b : Périmètre du bâtiment [m]

$l_{mit,g}$: Longueur mitoyenne de l'étage g [m]

$l_{mp,i}$: Longueur des murs porteurs intérieurs [m]

$F_{FO,SE}$: Energie de fabrication du matériau composant la semelle [MJ/kg]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$\rho_{FO,SE}$: Masse volumique du matériau composant la semelle [kg/m³]

7.1.1.6.3 Energie de fabrication des pieux

$$E_{F,FO,PIE} = V_{PIE} \cdot \frac{F_{FO,PIE,mat}}{3,6} \cdot \rho_{FO,PIE}$$

Où :

$E_{F,FO,PIE}$: Energie de fabrication des pieux [kWh]

V_{PIE} : Volume des pieux [m³]

$F_{FO,PIE,mat}$: Energie de fabrication du matériau des pieux [MJ/kg]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$\rho_{FO,PIE}$: Masse volumique des pieux [kg/m³]

7.1.1.6.4 Energie de fabrication des murs de fondation

$$E_{F,FO,MU} = S_{Fond} \cdot E_{F,FO,MU}$$

Dans le cas où l'on se trouve sur terre plein, alors :

$$E_{F,FO,MU} = 0$$

Où :

$E_{F,FO,MU}$: Energie de fabrication des murs de fondation [kWh]

S_{Fond} : Surface nette du mur de fondation [m²]

$E_{F,FO,MU}$: Energie approximative de fabrication des murs de fondation [kWh/m²]

7.1.1.6.5 Energie de fabrication des planchers

Dans le cas où l'on se trouve sur radier ou vide ventilé, alors :

$$E_{F,FO,PL} = 0$$

Dans le cas d'une cave :

$$E_{F,FO,PL} = S_{PL} \cdot E_{F,FO,PL}^*$$

Où :

$E_{F,FO,PL}$: Energie de fabrication des planchers [kWh]

S_{PL} : Surface du plancher de la cave [m²]

$E_{F,FO,PL}^*$: Energie approximative de fabrication des planchers [kWh/m²] – cf. 'Annexe 4' si on utilise les valeurs par défaut

7.1.1.7 Energie de fabrication d'éléments divers

Par défaut, nous considérerons que l'énergie de fabrication des éléments divers est nulle.

Cependant, la possibilité sera laissée à l'utilisateur d'encoder manuellement les données correspondant à ses systèmes de chauffage, de ventilation ou tout autre élément qu'il souhaiterait intégrer au calcul.

7.1.1.8 Energie de transport

$$E_{T,mat} = \sum_{i=0}^m m_{mat,i} \cdot K_{mat,i} \cdot N_{km,i} + \sum_{j=0}^l S_{mat,j} \cdot K_{mat,j} \cdot N_{km,j} + \sum_{k=0}^n V_{mat,k} \cdot K_{mat,k} \cdot N_{km,k}$$

Où :

$E_{T,mat}$: Energie de transport des matériaux [kWh]

$m_{mat,i}$: Masse du matériau i [kg]

$K_{mat,i}$: Energie de transport pour le matériau i [kWh/kg/km]

$S_{mat,j}$: Surface du matériau j [m²]

$K_{mat,j}$: Energie de transport pour le matériau j [kWh/m²/km]

$V_{mat,k}$: Volume du matériau k [m³]

$K_{mat,k}$: Energie de transport pour le matériau k [kWh/m³/km]

N_{km} : Nombre de kilomètres parcourus pour le matériau i , j et k [km]

7.1.2 Energie d'utilisation globale

$$E_{U,G} = E_{U,G,r} \cdot S_{Ref} \cdot D_{V,B}$$

Où :

$E_{U,G}$: Energie d'utilisation globale [kWh]

$E_{U,G,r}$: Energie d'utilisation globale référencée [kWh/m².an]

S_{Ref} : Surface de référence énergétique [m²]

$D_{V,B}$: Durée de vie du bâtiment [années] – cf. '5.4 – Durée de vie des bâtiments'

Il s'agit de la consommation en énergie primaire qui est fournie par le PHPP et qui regroupe le chauffage, l'ECS, l'électricité domestique et le refroidissement.

7.1.3 Energie d'élimination globale

$$E_{E,G} = E_{E,mat} + E_{TE,mat}$$

Où :

$E_{E,G}$: Energie d'élimination globale [kWh]

$E_{E,mat}$: Energie d'élimination des matériaux [kWh]

$E_{TE,mat}$: Energie de transport d'élimination des matériaux [kWh]

Avec :

$$E_{E,mat} = E_{E,PE} + E_{E,PI} + E_{E,PL} + E_{E,FE} + E_{E,ST} + E_{E,FO} + E_{E,DI}$$

Où :

$E_{E,mat}$: Energie d'élimination des matériaux [kWh]

$E_{E,PE}$: Energie d'élimination des parois extérieures [kWh]

$E_{E,PI}$: Energie d'élimination des parois intérieures [kWh]

$E_{E,PL}$: Energie d'élimination des planchers [kWh]

$E_{E,FE}$: Energie d'élimination des portes et fenêtres [kWh]

$E_{E,ST}$: Energie d'élimination de la structure [kWh]

$E_{E,FO}$: Energie d'élimination des fondations [kWh]

$E_{E,DI}$: Energie d'élimination d'éléments divers [kWh]

7.1.3.1 Energie d'élimination des parois extérieures

$$E_{E,PE} = \sum_{x=1}^n E_{E,PE,x}$$

Où :

$E_{E,PE}$: Energie d'élimination des parois extérieures [kWh]

n : Nombre de parois différentes [-]

$E_{E,PE,x}$: Energie d'élimination de la paroi extérieure x [kWh]

$$E_{E,PE,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \left\{ \frac{a_{m1,y} \cdot E_{E,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y}}{3,6} + \frac{a_{m2,y} \cdot E_{E,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y}}{3,6} + \frac{a_{m3,y} \cdot E_{E,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y}}{3,6} \right\}$$

Où :

$E_{E,PE,x}$: Energie d'élimination de la paroi extérieure x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$E_{E,mi,y}$: Energie d'élimination du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

7.1.3.2 Energie d'élimination des parois intérieures

De manière détaillée, l'énergie d'élimination des parois intérieures sera calculée de la manière suivante :

$$E_{E,PI} = \sum_{x=1}^n E_{E,PI,x}$$

Où :

$E_{E,PI}$: Energie d'élimination des parois intérieures [kWh]

n : Nombre de parois différentes [-]

$E_{E,PI,x}$: Energie d'élimination de la paroi intérieure x [kWh]

$$E_{E,PI,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \left\{ \frac{a_{m1,y} \cdot E_{E,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y}}{3,6} + \frac{a_{m2,y} \cdot E_{E,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y}}{3,6} + \frac{a_{m3,y} \cdot E_{E,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y}}{3,6} \right\}$$

Avec :

$E_{E,PI,x}$: Energie d'élimination de la paroi intérieure x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$E_{E,mi,y}$: Energie d'élimination du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

Il sera possible d'encoder les parois intérieures par m² de paroi type, soit :

$$E_{E,PI,x} = S_x \cdot E_{E,PI,x}^*$$

Où :

$E_{E,PI,x}$: Energie d'élimination de la paroi intérieure x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

$E_{E,PI,x}^*$: Energie approximative d'élimination de la paroi intérieure x [kWh/m²] – cf. 'Annexe 1'

Notons que l'énergie d'élimination des portes intérieures est considérée à la section 7.1.3.4 'Energie de fabrication des portes et fenêtres'.

7.1.3.3 Energie d'élimination des planchers

De manière détaillée, l'énergie d'élimination des planchers sera calculée de la manière suivante :

$$E_{E,PL} = \sum_{x=1}^r E_{E,PL,x}$$

Où :

$E_{E,PL}$: Energie d'élimination des planchers [kWh]

r : Nombre de planchers différents [-]

$E_{E,PL,x}$: Energie d'élimination du plancher x [kWh]

$$E_{E,PL,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \left\{ \frac{a_{m1,y} \cdot E_{E,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y}}{3,6} + \frac{a_{m2,y} \cdot E_{E,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y}}{3,6} + \frac{a_{m3,y} \cdot E_{E,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y}}{3,6} \right\}$$

Avec :

$E_{E,PL,x}$: Energie d'élimination du plancher x [kWh]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$E_{E,mi,y}$: Energie d'élimination du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

De manière plus approximative, on peut calculer comme suit :

- Dans le cas où il n'existe qu'une composition de plancher intérieur :

$$E_{E,PL} = S_{PL,AP} \cdot E_{E,PL}^*$$

Où :

$E_{E,PL}$: Energie d'élimination des planchers [kWh]

$S_{PL,AP}$: Surface approximative du plancher intérieur [m²]

$E_{E,PL}^*$: Energie d'élimination approximative des planchers [kWh/m²] – cf. 'Annexe 2'

- Dans le cas où il y a différentes compositions de plancher intérieur :

$$E_{E,PL} = \sum_r S_{PL,r} \cdot E_{E,PL,r}^*$$

Où :

$E_{E,PL}$: Energie d'élimination des planchers [kWh]

$S_{PL,r}$: Surface du plancher intérieur r [m²]⁷

$E_{E,PL,r}^*$: Energie approximative d'élimination du plancher intérieur r [kWh/m²] – cf. 'Annexe 2'

r : Nombre de planchers [-]

7.1.3.4 Energie d'élimination des portes et fenêtres

$$E_{E,FE} = E_{E,FE,V} + E_{E,FE,Ch} + E_{E,FE,Esp}$$

Où :

$E_{E,FE}$: Energie d'élimination des portes et fenêtres [kWh]

$E_{E,FE,V}$: Energie d'élimination des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kWh]

$E_{E,FE,Ch}$: Energie d'élimination des châssis des portes et fenêtres [kWh]

$E_{E,FE,Esp}$: Energie d'élimination des espaceurs des fenêtres [kWh]

7.1.3.4.1 Energie d'élimination des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres

$$E_{E,FE,V} = \sum_i \left\{ (S_{THC,i} - S_{PO,i}) \cdot \frac{E_{E,V,i}}{3,6} \cdot N_{C,V,i} + S_{PO,i} \cdot \frac{E_{E,PO,i}}{3,6} \cdot N_{C,PO,i} \right\}$$

Où :

$E_{E,FE,V}$: Energie d'élimination des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kWh]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{THC,i}$: Surface totale hors châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{PO,i}$: Surface du panneau opaque de la porte ou fenêtre i [m²]

$E_{E,V,i}$: Energie d'élimination du vitrage de la porte ou fenêtre i [kWh/m²]

$E_{E,PO,i}$: Energie d'élimination du panneau opaque de la porte ou fenêtre i [kWh/m²]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

⁷ La surface de plancher intérieur dans ce cas de figure sera à calculer par l'utilisateur en fonction du projet.

$N_{C,V,i}$: Nombre de cycles du vitrage V [-]

$N_{C,PO,i}$: Nombre de cycles du panneau opaque PO [-]

7.1.3.4.2 Energie d'élimination des châssis des portes et fenêtres

$$E_{E,FE,Ch} = \sum_i S_{Ch,i} \cdot \frac{E_{E,Ch,i}}{3,6} \cdot N_{C,Ch,i}$$

Où :

$E_{E,FE,Ch}$: Energie d'élimination des châssis des portes et fenêtres [kWh]

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$E_{E,Ch,i}$: Energie d'élimination du châssis de la porte ou fenêtre i [kWh/m²]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$N_{C,Ch,i}$: Nombre de cycles du châssis Ch [-]

7.1.3.4.3 Energie d'élimination des espaceurs des fenêtres

$$E_{E,FE,Esp} = \sum_i (e_{v,i} + 2 \cdot d_{Esp,i}) \cdot 0,001 \cdot [2(h_i - 2 \cdot e_{Ch,i}) + 2(l_i - 2 \cdot e_{Ch,i})] \cdot \left(\frac{E_{E,Esp,i}}{3,6} \cdot \rho_{Esp,i} \cdot N_{C,Esp,i} \right)$$

Où :

$E_{E,FE,Esp}$: Energie d'élimination des espaceurs des fenêtres [kWh]

$e_{v,i}$: Espacement total entre les vitrages de la fenêtre i [m]

$d_{Esp,i}$: Epaisseur des espaceurs de la fenêtre i [m]⁸

0,001 : Longueur de profilé proposée par défaut [m]

h_i : Hauteur de la porte ou fenêtre i [m]

$e_{Ch,i}$: Epaisseur du châssis de la porte ou fenêtre i [m]

l_i : Largeur de la porte ou fenêtre i [m]

$E_{E,Esp,i}$: Energie d'élimination des espaceurs de la fenêtre i [kWh/kg]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$\rho_{Esp,i}$: Masse volumique des espaceurs de la fenêtre i [kg/m³]

$N_{C,Esp,i}$: Nombre de cycles de l'espaceur Esp [-]

Dans le cas de triple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 2$

Dans le cas de quadruple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 3$

⁸ Nous prendrons par défaut une valeur de 0,004 m.

7.1.3.5 Energie d'élimination de la structure

$$E_{E,ST} = \frac{E_{ST}^*}{3,6} \cdot m_{ST}$$

Où :

$E_{E,ST}$: Energie d'élimination de la structure [kWh]

E_{ST}^* : Energie approximative d'élimination de la structure [MJ/kg] – cf. 'Annexe 3'

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

m_{ST} : Masse de la structure [kg]

7.1.3.6 Energie d'élimination des fondations

$$E_{E,FO} = E_{E,FO,RA} + E_{E,FO,SE} + E_{E,FO,PIE} + E_{E,FO,MU} + E_{E,FO,PL}$$

Où :

$E_{E,FO}$: Energie d'élimination des fondations [kWh]

$E_{E,FO,RA}$: Energie d'élimination des radiers [kWh]

$E_{E,FO,SE}$: Energie d'élimination des semelles [kWh]

$E_{E,FO,PIE}$: Energie d'élimination des pieux [kWh]

$E_{E,FO,MU}$: Energie d'élimination des murs de fondation [kWh]

$E_{E,FO,PL}$: Energie d'élimination des planchers [kWh]

7.1.3.6.1 Energie d'élimination des radiers

$$E_{E,FO,RA} = 0$$

Où :

$E_{E,FO,RA}$: Energie d'élimination des radiers [kWh]

Les radiers sont déjà encodés dans les parois extérieures.

7.1.3.6.2 Energie d'élimination des semelles

$$E_{E,FO,SE} = 0,5 \cdot 0,5 (P_b - l_{mit,g} + l_{mp,i}) \cdot \frac{E_{FO,SE}}{3,6} \cdot \rho_{FO,SE}$$

Où :

$E_{E,FO,SE}$: Energie d'élimination des semelles [kWh]

0,5 : Profondeur de la semelle [m]

0,5 : Largeur de la semelle [m]

P_b : Périmètre du bâtiment [m]

$l_{mit,g}$: Longueur mitoyenne de l'étage g [m]

$l_{mp,i}$: Longueur des murs porteurs intérieurs [m]

$E_{FO,SE}$: Energie d'élimination du matériau composant la semelle [MJ/kg]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$\rho_{FO,SE}$: Masse volumique du matériau composant la semelle [kg/m³]

7.1.3.6.3 Energie d'élimination des pieux

$$E_{E,FO,PIE} = V_{PIE} \cdot \frac{E_{FO,PIE,mat}}{3,6} \cdot \rho_{FO,PIE}$$

Où :

$E_{E,FO,PIE}$: Energie d'élimination des pieux [kWh]

V_{PIE} : Volume des pieux [m³]

$E_{FO,PIE,mat}$: Energie d'élimination du matériau des pieux [MJ/kg]

3,6 : Facteur de conversion du MJ au kWh

$\rho_{FO,PIE}$: Masse volumique des pieux [kg/m³]

7.1.3.6.4 Energie d'élimination des murs de fondation

$$E_{E,FO,MU} = S_{Fond} \cdot E_{E,FO,MU}$$

Dans le cas où l'on se trouve sur terre plein, alors :

$$E_{E,FO,MU} = 0$$

Où :

$E_{E,FO,MU}$: Energie d'élimination des murs de fondation [kWh]

S_{Fond} : Surface nette du mur de fondation [m²]

$E_{E,FO,MU}$: Energie approximative d'élimination des murs de fondation [kWh/m²]

7.1.3.6.5 Energie de fabrication des planchers

Dans le cas où l'on se trouve sur radier ou vide ventilé, alors :

$$E_{EE,FO,PL} = 0$$

Dans le cas d'une cave :

$$E_{E,FO,PL} = S_{PL} \cdot E_{E,FO,PL}^*$$

Où :

$E_{E,FO,PL}$: Energie d'élimination des planchers [kWh]

S_{PL} : Surface du plancher de la cave [m²]

$E_{E,FO,PL}^*$: Energie approximative d'élimination des planchers [kWh/m²] – cf. 'Annexe 4'

7.1.3.7 Energie d'élimination d'éléments divers

Par défaut, nous considérerons que l'énergie d'élimination des éléments divers est nulle.

Cependant, la possibilité sera laissée à l'utilisateur d'encoder manuellement les données correspondant à ses systèmes de chauffage, de ventilation ou tout autre élément qu'il souhaiterait intégrer au calcul.

7.1.3.8 Energie de transport d'élimination

$$E_{TE,mat} = \sum_{i=0}^m m_{mat,i} \cdot K_{E,mat,i} \cdot N_{km,i} + \sum_{j=0}^l S_{mat,j} \cdot K_{E,mat,j} \cdot N_{km,j} + \sum_{k=0}^n V_{mat,k} \cdot K_{E,mat,k} \cdot N_{km,k}$$

Où :

$E_{TE,mat}$: Energie de transport d'élimination des matériaux [kWh]

$m_{mat,i}$: Masse du matériau i [kg]

$K_{E,mat,i}$: Energie de transport pour le matériau i [kWh/kg/km]

$S_{mat,j}$: Surface du matériau j [m²]

$K_{E,mat,j}$: Energie de transport pour le matériau j [kWh/m²/km]

$V_{mat,k}$: Volume du matériau k [m³]

$K_{E,mat,k}$: Energie de transport pour le matériau k [kWh/m³/km]

N_{km} : Nombre de kilomètres parcourus pour les matériaux i , j et k [km]

7.2 Bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment

$$B_{G,GES} = GES_{I,G} + GES_{U,G} + GES_{E,G}$$

Où :

$B_{G,GES}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment [kg EqCO₂]

$GES_{I,G}$: Emissions de gaz à effet de serre initiales globales [kg EqCO₂]

$GES_{U,G}$: Emissions de gaz à effet de serre d'utilisation globales [kg EqCO₂]

$GES_{E,G}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination globales [kg EqCO₂]

Pour rappel (cf. '4.2 – Bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment'), trois autres lectures de ce bilan global des émissions de gaz à effet de serre seront proposées. Il pourra se rapporter à la surface de référence énergétique et/ou au nombre d'occupants.

$$B_{G,GES,S} = \frac{B_{G,GES}}{S_{Ref}}$$

Où :

$B_{G,GES,S}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre par unité de surface [kg EqCO₂/m²]

$B_{G,GES}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment [kg EqCO₂]

S_{Ref} : Surface de référence énergétique [m²]

$$B_{G,GES,O} = \frac{B_{G,GES}}{N_O}$$

Où :

$B_{G,GES,O}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre par nombre d'occupants [kg EqCO₂/personne]

$B_{G,GES}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment [kg EqCO₂]

N_O : Nombre d'occupant [-]

$$B_{G,GES,S,O} = \frac{B_{G,GES}}{S_{Ref}} \Big/ \frac{1}{N_O}$$

Où :

$B_{G,GES,S,O}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre par unité de surface et par nombre d'occupants [kg EqCO₂/m²/personne]

$B_{G,GES}$: Bilan global des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment [kg EqCO₂]

S_{Ref} : Surface de référence énergétique [m²]

N_O : Nombre d'occupant [-]

7.2.1 Emissions de gaz à effet de serre initiales globales

$$GES_{I,G} = GES_{F,mat} + GES_{T,mat}$$

Où :

$GES_{I,G}$: Emissions de gaz à effet de serre initiales globales [kg EqCO₂]

$GES_{F,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des matériaux [kg EqCO₂]

$GES_{T,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport des matériaux [kg EqCO₂]

$$GES_{F,mat} = GES_{F,PE} + GES_{F,PI} + GES_{F,PL} + GES_{F,FE} + GES_{F,ST} + GES_{F,FO} + GES_{F,DI}$$

Où :

$GES_{F,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des matériaux [kg EqCO₂]

$GES_{F,PE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des parois extérieures [kg EqCO₂]

$GES_{F,PI}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des parois intérieures [kg EqCO₂]

$GES_{F,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂]

$GES_{F,FE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{F,ST}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la structure [kg EqCO₂]

$GES_{F,FO}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des fondations [kg EqCO₂]

$GES_{F,DI}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication d'éléments divers [kg EqCO₂]

7.2.1.1 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des parois extérieures

$$GES_{F,PE} = \sum_{x=1}^n GES_{F,PE,x}$$

Où :

$GES_{F,PE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des parois extérieures [kg EqCO₂]

n : Nombre de parois différentes [-]

$GES_{F,PE,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la paroi extérieure x [kg EqCO₂]

$$GES_{F,PE,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \{ a_{m1,y} \cdot GES_{F,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y} + a_{m2,y} \cdot GES_{F,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y} + a_{m3,y} \cdot GES_{F,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y} \}$$

Où :

$GES_{F,PE,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la paroi extérieure x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$GES_{F,mi,y}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du matériau mi dans la couche y [kg EqCO₂/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

$$N_{C,mi,y} = ENT \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) + b$$

Avec :

$$b = 0 \text{ si } \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) - ENT \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) = 0$$

$$b = 1 \text{ si } \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) - ENT \left(\frac{D_{V,B}}{D_{V,mi}} \right) \neq 0$$

Où :

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

ENT : Entier

$D_{V,B}$: Durée de vie du bâtiment [années] – cf. '5.4 – Durée de vie des bâtiments'

$D_{V,mi}$: Durée de vie du matériau mi [années] – cf. '5.5 – Durée de vie des matériaux'

7.2.1.2 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des parois intérieures

De manière détaillée, les émissions de gaz à effet de serre des parois intérieures seront calculées de la manière suivante :

$$GES_{F,PI} = \sum_{x=1}^n GES_{F,PI,x}$$

Où :

$GES_{F,PI}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des parois intérieures [kg EqCO₂]

n : Nombre de parois différentes [-]

$GES_{F,PI,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la paroi intérieure x [kg EqCO₂]

$$GES_{F,PI,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \{ a_{m1,y} \cdot GES_{F,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y} + a_{m2,y} \cdot GES_{F,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y} + a_{m3,y} \cdot GES_{F,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y} \}$$

Où :

$GES_{F,PI,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la paroi intérieure x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$GES_{F,mi,y}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du matériau mi dans la couche y [kg EqCO₂/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

Il sera possible d'encoder les parois intérieures par m² de paroi type, soit :

$$GES_{F,PI,x} = S_x \cdot GES_{F,PI,x}^*$$

Où :

$GES_{F,PI,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la paroi intérieure x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

$GES_{F,PI,x}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre de la paroi intérieure x [kg EqCO₂/m²] – cf.

'Annexe 1'

Notons que les émissions de gaz à effet de serre de fabrication des portes intérieures sont considérées à la section 7.2.1.4 'Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des portes et fenêtres'.

7.2.1.3 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers

De manière détaillée, les émissions de gaz à effet de serre des planchers seront calculées de la manière suivante :

$$GES_{F,PL} = \sum_{x=1}^r GES_{F,PL,x}$$

Où :

$GES_{F,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂]

r : Nombre de planchers [-]

$GES_{F,PL,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du plancher x [kg EqCO₂]

$$GES_{F,PL,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \{ a_{m1,y} \cdot GES_{F,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y} + a_{m2,y} \cdot GES_{F,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y} + a_{m3,y} \cdot GES_{F,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y} \}$$

Où :

$GES_{F,PL,x}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du plancher x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$GES_{F,mi,y}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du matériau mi dans la couche y [kg EqCO₂/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

De manière plus approximative, on peut calculer comme suit :

- Dans le cas où il n'existe qu'une composition de plancher intérieur :

$$GES_{F,PL} = S_{PL,AP} \cdot GES_{F,PL}^*$$

Où :

$GES_{F,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂]

$S_{PL,AP}$: Surface approximative du plancher intérieur [m²]

$GES_{F,PL}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂/m²] – cf.

'Annexe 2'

Avec :

$$S_{PL,AP} = A_{ch} - S_{sol} - \sum_{g=1}^t P_g \cdot e_{Ext} - \frac{e_{Ext}}{2} \cdot l_{mit,g}$$

Où :

$S_{PL,AP}$: Surface de construction approximative des planchers [m²]

A_{ch} : Surface brute de plancher chauffé [m²]

S_{sol} : Surface du sol du rez [m²]

P_g : Périmètre de l'étage g , mitoyen compris [m]

t : Nombre d'étages [-]

e_{Ext} : Epaisseur moyenne des murs extérieurs [m]

$l_{mit,g}$: Longueur mitoyenne de l'étage g [m]

- Dans le cas où il y a différentes compositions de plancher intérieur :

$$GES_{F,PL} = \sum_r S_{PL,r} \cdot GES_{F,PL,r}^*$$

Où :

$GES_{F,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂]

r : Nombre de planchers [-]

$S_{PL,r}$: Surface du plancher intérieur r [m²]⁹

$GES_{F,PL,r}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre de fabrication du plancher intérieur r [kg EqCO₂/m²] – cf. 'Annexe 2'

7.2.1.4 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des portes et fenêtres

$$GES_{F,FE} = GES_{F,FE,V} + GES_{F,FE,Ch} + GES_{F,FE,Esp}$$

Avec :

$GES_{F,FE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{F,FE,V}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{F,FE,Ch}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des châssis des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{F,FE,Esp}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des espaceurs des fenêtres [kg EqCO₂]

7.2.1.4.1 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres

$$GES_{F,FE,V} = \sum_i \{ (S_{THC,i} - S_{PO,i}) \cdot GES_{F,V,i} \cdot N_{C,V,i} + S_{PO,i} \cdot GES_{F,PO,i} \cdot N_{C,PO,i} \}$$

⁹ La surface de plancher intérieur dans ce cas de figure sera à calculer par l'utilisateur en fonction du projet.

Où :

$GES_{F,FE,V}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{THC,i}$: Surface totale hors châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{PO,i}$: Surface du panneau opaque de la porte ou fenêtre i [m²]

$GES_{F,V,i}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du vitrage [kg EqCO₂/m²]

$GES_{F,PO,i}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du panneau opaque de la porte ou fenêtre [kg EqCO₂/m²]

$N_{C,V,i}$: Nombre de cycles du vitrage V [-]

$N_{C,PO,i}$: Nombre de cycles du panneau opaque PO [-]

Notons que :

$$S_{THC,i} = S_{Tot,i} - S_{Ch,i}$$

Avec :

$S_{THC,i}$: Surface totale hors châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{Tot,i}$: Surface totale de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

La surface du châssis est soit donnée par le PHPP, soit calculée comme suit :

$$S_{Ch,i} = 2(h_i + l_i) \cdot e_{Ch,i} - 4(e_{Ch,i})^2$$

Avec :

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

h_i : Hauteur de la porte ou fenêtre i [m]

l_i : Largeur de la porte ou fenêtre i [m]

$e_{Ch,i}$: Epaisseur du châssis de la porte ou fenêtre i [m]

7.2.1.4.2 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des châssis des portes et fenêtres

$$GES_{F,FE,Ch} = \sum_i S_{Ch,i} \cdot GES_{F,Ch,i} \cdot N_{C,Ch,i}$$

Où :

$GES_{F,FE,Ch}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des châssis des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$GES_{F,Ch,i}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du châssis de la porte ou fenêtre i [kg EqCO₂/m²]

$N_{C,Ch,i}$: Nombre de cycles du châssis Ch [-]

7.2.1.4.3 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des espaceurs des fenêtres

$$GES_{F,FE,Esp} = \sum_i (e_{v,i} + 2 \cdot d_{Esp,i}) \cdot 0,001 \cdot [2(h_i - 2 \cdot e_{Ch,i}) + 2(l_i - 2 \cdot e_{Ch,i})] \cdot (GES_{Esp,i} \cdot \rho_{Esp,i} \cdot N_{C,Esp,i})$$

Où :

$GES_{F,FE,Esp}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des espaceurs des fenêtres [kg EqCO₂]

$e_{v,i}$: Espacement total entre les vitrages de la fenêtre i [m]

$d_{Esp,i}$: Epaisseur des espaceurs de la fenêtre i [m]¹⁰

0,001 : Longueur de profilé proposée par défaut [m]

h_i : Hauteur de la porte ou fenêtre i [m]

$e_{Ch,i}$: Epaisseur du châssis de la porte ou fenêtre i [m]

l_i : Largeur de la porte ou fenêtre i [m]

$GES_{Esp,i}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des espaceurs de la fenêtre i [kg EqCO₂/kg]

$\rho_{Esp,i}$: Masse volumique des espaceurs de la fenêtre i [kg/m³]

$N_{C,Esp,i}$: Nombre de cycles de l'espaceur Esp [-]

Dans le cas de triple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 2$

Dans le cas de quadruple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 3$

7.2.1.5 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la structure

$$GES_{F,ST} = GES_{ST}^* \cdot m_{ST}$$

Où :

$GES_{F,ST}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication de la structure [kg EqCO₂]

GES_{ST}^* : Emissions approximatives de gaz à effet de serre de fabrication de la structure [kg EqCO₂/kg] – cf.

'Annexe 3'

m_{ST} : Masse de la structure [kg]

7.2.1.6 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des fondations

$$GES_{F,FO} = GES_{F,FO,RA} + GES_{F,FO,SE} + GES_{F,FO,PIE} + GES_{F,FO,MU} + GES_{F,FO,PL}$$

Où :

$GES_{F,FO}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des fondations [kg EqCO₂]

$GES_{F,FO,RA}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des radiers [kg EqCO₂]

¹⁰ Nous prendrons par défaut une valeur de 0,004 m.

$GES_{F,FO,SE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des semelles [kg EqCO₂]

$GES_{F,FO,PIE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des pieux [kg EqCO₂]

$GES_{F,FO,MU}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des murs de fondation [kg EqCO₂]

$GES_{F,FO,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂]

7.2.1.6.1 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des radiers

$$GES_{F,FO,RA} = 0$$

Où :

$GES_{F,FO,RA}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des radiers [kg EqCO₂]

Les radiers sont déjà encodés dans les parois extérieures.

7.2.1.6.2 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des semelles

$$GES_{F,FO,SE} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot (P_b - l_{mit,g} + l_{mp,i}) \cdot GES_{F,FO,SE} \cdot \rho_{FO,SE}$$

Où :

$GES_{F,FO,SE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des semelles [kg EqCO₂]

0,5 : Profondeur de la semelle [m]

0,5 : Largeur de la semelle [m]

P_b : Périmètre du bâtiment [m]

$l_{mit,g}$: Longueur mitoyenne de l'étage g [m]

$l_{mp,i}$: Longueur des murs porteurs intérieurs [m]

$GES_{F,FO,SE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du matériau composant la semelle [kg EqCO₂/kg]

$\rho_{FO,SE}$: Masse volumique du matériau composant la semelle [kg/m³]

7.2.1.6.3 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des pieux

$$GES_{F,FO,PIE} = V_{PIE} \cdot GES_{F,FO,PIE,mat} \cdot \rho_{FO,PIE}$$

Où :

$GES_{F,FO,PIE}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des pieux [kg EqCO₂]

V_{PIE} : Volume des pieux [m³]

$GES_{F,FO,PIE,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication du matériau des pieux [kg EqCO₂/kg]

$\rho_{FO,PIE}$: Masse volumique des pieux [kg/m³]

7.2.1.6.4 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des murs de fondation

$$GES_{F,FO,MU} = S_{Fond} \cdot GES_{F,FO,MU}$$

Dans le cas où l'on se trouve sur terre plein, alors :

$$GES_{F,FO,MU} = 0$$

Où :

$GES_{F,FO,MU}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des murs de fondation [kg EqCO₂]

S_{Fond} : Surface nette du mur de fondation [m²]

$GES_{F,FO,MU}$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre de fabrication des murs de fondation [kg EqCO₂/m²]

7.2.1.6.5 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers de fondation

Dans le cas où l'on se trouve sur radier ou vide ventilé, alors :

$$GES_{F,FO,PL} = 0$$

Dans le cas d'une cave :

$$GES_{F,FO,PL} = S_{PL} \cdot GES_{F,FO,PL}^*$$

Où :

$GES_{F,FO,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂]

S_{PL} : Surface du plancher de la cave [m²]

$GES_{F,FO,PL}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂/m²] – cf. 'Annexe 4'

7.2.1.7 Emissions de gaz à effet de serre de fabrication d'éléments divers

Par défaut, nous considérerons que les émissions de gaz à effet de serre de fabrication des éléments divers sont nulles.

Cependant, la possibilité sera laissée à l'utilisateur d'encoder manuellement les données correspondant à ses systèmes de chauffage, de ventilation ou tout autre élément qu'il souhaiterait intégrer au calcul.

7.2.1.8 Emissions de gaz à effet de serre de transport

$$GES_{T,mat} = \sum_{i=0}^m m_{mat,i} \cdot I_{mat,i} \cdot N_{km,i} + \sum_{j=0}^l S_{mat,j} \cdot I_{mat,j} \cdot N_{km,j} + \sum_{k=0}^n V_{mat,k} \cdot I_{mat,k} \cdot N_{km,k}$$

Où :

$GES_{T,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport des matériaux [kg EqCO₂/T.km]

$m_{mat,i}$: Masse du matériau i [kg]

$I_{mat,i}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport pour le matériau i [kg EqCO₂/T]

$S_{mat,j}$: Surface du matériau j [m²]

$I_{mat,j}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport pour le matériau j [kg EqCO₂/m²]

$V_{mat,k}$: Volume du matériau k [m³]

$I_{mat,k}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport pour le matériau k [kg EqCO₂/m³]

N_{km} : Nombre de kilomètres parcourus pour les matériaux i, j et k [km]

7.2.2 Emissions de gaz à effet de serre d'utilisation globales

$$GES_{U,G} = GES_{U,G,r} \cdot S_{Ref} \cdot D_{V,B}$$

Où :

$GES_{U,G}$: Emissions de gaz à effet de serre d'utilisation globales [kg EqCO₂]

$GES_{U,G,r}$: Emissions de gaz à effet de serre d'utilisation globales référencées [kg EqCO₂/m².an]

S_{Ref} : Surface de référence énergétique [m²]

$D_{V,B}$: Durée de vie du bâtiment [années] – cf. '5.4 – Durée de vie des bâtiments'

Il s'agit des émissions de gaz à effet de serre d'utilisation qui sont fournies par le PHPP.

7.2.3 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination globale

$$GES_{E,G} = GES_{E,mat} + GES_{TE,mat}$$

Où :

$GES_{E,G}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination globales [kg EqCO₂]

$GES_{E,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des matériaux [kg EqCO₂]

$GES_{TE,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport d'élimination des matériaux [kg EqCO₂]

Avec :

$$GES_{E,mat} = GES_{E,PE} + GES_{E,PI} + GES_{E,PL} + GES_{E,FE} + GES_{E,ST} + GES_{E,FO} + GES_{E,DI}$$

Où :

$GES_{E,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des matériaux [kg EqCO₂]

$GES_{E,PE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois extérieures [kg EqCO₂]

$GES_{E,PI}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois intérieures [kg EqCO₂]

$GES_{E,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂]

$GES_{E,FE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{E,ST}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la structure [kg EqCO₂]

$GES_{E,FO}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des fondations [kg EqCO₂]

$GES_{E,DI}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination d'éléments divers [kg EqCO₂]

7.2.3.1 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois extérieures

$$GES_{E,PE} = \sum_{x=1}^n GES_{E,PE,x}$$

Où :

$GES_{E,PE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois extérieures [kg EqCO₂]

n : Nombre de parois différentes [-]

$GES_{E,PE,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la paroi extérieure x [kg EqCO₂]

$$GES_{E,PE,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \{ a_{m1,y} \cdot GES_{E,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y} + a_{m2,y} \cdot GES_{E,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y} + a_{m3,y} \cdot GES_{E,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y} \}$$

Où :

$GES_{E,PE,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la paroi extérieure x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$GES_{E,mi,y}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

7.2.3.2 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois intérieures

De manière détaillée, les émissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois intérieures seront calculées de la manière suivante :

$$GES_{E,PI} = \sum_{x=1}^n GES_{E,PI,x}$$

Où :

$GES_{E,PI}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des parois intérieures [kg EqCO₂]

n : Nombre de parois différentes [-]

$GES_{E,PI,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la paroi intérieure x [kg EqCO₂]

$$GES_{E,PI,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \{ a_{m1,y} \cdot GES_{E,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y} + a_{m2,y} \cdot GES_{E,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y} + a_{m3,y} \cdot GES_{E,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y} \}$$

Où :

$GES_{E,PI,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la paroi intérieure x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$GES_{E,mi,y}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

Une possibilité sera laissée d'encoder les parois intérieures par m² de paroi type, soit :

$$GES_{E,PI,x} = S_x \cdot GES_{E,PI,x}^*$$

Où :

$GES_{E,PI,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la paroi intérieure x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

$GES_{E,PI,x}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre d'élimination de la paroi intérieure x [kg EqCO₂/m²] – cf. 'Annexe 1'

Notons que les émissions de gaz à effet de serre d'élimination des portes intérieures est considérée à la section 7.2.3.4 'Energie de fabrication des portes et fenêtres'.

7.2.3.3 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers

De manière détaillée, les émissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers seront calculées de la manière suivante :

$$GES_{E,PL} = \sum_{x=1}^r GES_{E,PL,x}$$

Où :

$GES_{E,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂]

r : Nombre de planchers différents [-]

$GES_{E,PL,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du plancher x [kg EqCO₂]

$$GES_{E,PL,x} = S_x \cdot \sum_{y=1}^q e_y \cdot \{ a_{m1,y} \cdot GES_{E,m1,y} \cdot N_{C,m1,y} \cdot \rho_{m1,y} + a_{m2,y} \cdot GES_{E,m2,y} \cdot N_{C,m2,y} \cdot \rho_{m2,y} + a_{m3,y} \cdot GES_{E,m3,y} \cdot N_{C,m3,y} \cdot \rho_{m3,y} \}$$

Où :

$GES_{E,PL,x}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du plancher x [kg EqCO₂]

S_x : Surface nette de la paroi x [m²]

q : Nombre de couches par élément [-]

e_y : Epaisseur de la couche y [m]

$a_{mi,y}$: Pourcentage du matériau mi dans la couche y [-]

$GES_{E,mi,y}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du matériau mi dans la couche y [MJ/kg]

$N_{C,mi,y}$: Nombre de cycles du matériau mi dans la couche y [-]

$\rho_{mi,y}$: Masse volumique du matériau mi dans la couche y [kg/m³]

De manière plus approximative, on peut calculer comme suit :

- Dans le cas où il n'existe qu'une composition de plancher intérieur :

$$GES_{E,PL} = S_{PL} \cdot GES_{E,PL}^*$$

Où :

$GES_{E,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂]

$S_{PL,AP}$: Surface du plancher intérieur [m²]

$GES_{E,PL}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre de fabrication des planchers [kg EqCO₂/m²]

– cf. 'Annexe 2'

- Dans le cas où il y a différentes compositions de plancher intérieur :

$$GES_{E,PL} = \sum_r S_{PL,r} \cdot GES_{E,PL,r}^*$$

Où :

$GES_{E,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂]

$S_{PL,r}$: Surface du plancher intérieur r [m²]¹¹

$GES_{E,PL,r}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre d'élimination du plancher intérieur r [kg EqCO₂/m²] – cf. 'Annexe 2'

r : Nombre de planchers [-]

7.2.3.4 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des portes et fenêtres

$$GES_{E,FE} = GES_{E,FE,V} + GES_{E,FE,Ch} + GES_{E,FE,Esp}$$

Où :

$GES_{E,FE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{E,FE,V}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{E,FE,Ch}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des châssis des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

$GES_{E,FE,Esp}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des espaceurs des fenêtres [kg EqCO₂]

¹¹ La surface de plancher intérieur dans ce cas de figure sera à calculer par l'utilisateur en fonction du projet.

7.2.3.4.1 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres

$$GES_{E,FE,V} = \sum_i \{ (S_{THC,i} - S_{PO,i} \cdot N_{C,V,i}) \cdot GES_{E,V,i} + S_{PO,i} \cdot GES_{E,PO,i} \cdot N_{C,PO,i} \}$$

Où :

$GES_{E,FE,V}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des vitrages et panneaux opaques des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{THC,i}$: Surface totale hors châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$S_{PO,i}$: Surface du panneau opaque de la porte ou fenêtre i [m²]

$GES_{E,V,i}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du vitrage [kg EqCO₂/m²]

$GES_{E,PO,i}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du panneau opaque de la porte ou fenêtre [kg EqCO₂/m²]

$N_{C,V,i}$: Nombre de cycles du vitrage V [-]

$N_{C,PO,i}$: Nombre de cycles du panneau opaque PO [-]

7.2.3.4.2 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des châssis des portes et fenêtres

$$GES_{E,FE,Ch} = \sum_i S_{Ch,i} \cdot GES_{E,Ch,i} \cdot N_{C,Ch,i}$$

Où :

$GES_{E,FE,Ch}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des châssis des portes et fenêtres [kg EqCO₂]

i : Nombre de portes et fenêtres [-]

$S_{Ch,i}$: Surface du châssis de la porte ou fenêtre i [m²]

$GES_{E,Ch,i}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du châssis de la porte ou fenêtre i [kg EqCO₂/m²]

$N_{C,Ch,i}$: Nombre de cycles du châssis Ch [-]

7.2.3.4.3 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des espaceurs des fenêtres

$$GES_{E,FE,Esp} = \sum_i (e_{v,i} + 2 \cdot d_{Esp,i}) \cdot 0,001 \cdot [2(h_i - 2 \cdot e_{Ch,i}) + 2(l_i - 2 \cdot e_{Ch,i})] \cdot (GES_{E,Esp,i} \cdot \rho_{Esp,i} \cdot N_{C,Esp,i})$$

Où :

$GES_{E,FE,Esp}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des espaceurs des fenêtres [kg EqCO₂]

$e_{v,i}$: Espacement total entre les vitrages de la fenêtre i [m]

$d_{Esp,i}$: Epaisseur des espaceurs de la fenêtre i [m]¹²

0,001 : Longueur de profilé proposée par défaut [m]

¹² Nous prendrons par défaut une valeur de 0,004 m.

h_i : Hauteur de la porte ou fenêtre i [m]

$e_{Ch,i}$: Epaisseur du châssis de la porte ou fenêtre i [m]

l_i : Largeur de la porte ou fenêtre i [m]

$GES_{E,Esp,i}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des espaceurs de la fenêtre i [kg EqCO₂/kg]

$\rho_{Esp,i}$: Masse volumique des espaceurs de la fenêtre i [kg/m³]

$N_{C,Esp,i}$: Nombre de cycles de l'espaceur Esp [-]

Dans le cas de triple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 2$

Dans le cas de quadruple vitrage : $e_{v,i} = \sum Esp_i \cdot 3$

7.2.3.5 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la structure

$$GES_{E,ST} = GES_{ST}^* \cdot m_{ST}$$

Où :

$GES_{E,ST}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination de la structure [kg EqCO₂]

GES_{ST}^* : Emissions approximatives de gaz à effet de serre d'élimination de la structure [kg EqCO₂/kg] – cf.

'Annexe 3'

m_{ST} : Masse de la structure [kg]

7.2.3.6 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des fondations

$$GES_{E,FO} = GES_{E,FO,RA} + GES_{E,FO,SE} + GES_{E,FO,PIE} + GES_{E,FO,MU} + GES_{E,FO,PL}$$

Où :

$GES_{E,FO}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des fondations [kg EqCO₂]

$GES_{E,FO,RA}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des radiers [kg EqCO₂]

$GES_{E,FO,SE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des semelles [kg EqCO₂]

$GES_{E,FO,PIE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des pieux [kg EqCO₂]

$GES_{E,FO,MU}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des murs de fondation [kg EqCO₂]

$GES_{E,FO,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂]

7.2.3.6.1 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des radiers

$$GES_{E,FO,RA} = 0$$

Où :

$GES_{E,FO,RA}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des radiers [kg EqCO₂]

Les radiers sont déjà encodés dans les parois extérieures.

7.2.3.6.2 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des semelles

$$GES_{E,FO,SE} = 0,5 \cdot 0,5 (P_b - l_{mit,g} + l_{mp,i}) \cdot GES_{E,FO,SE} \cdot \rho_{FO,SE}$$

Où :

$GES_{E,FO,SE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des semelles [kg EqCO₂]

0,5 : Profondeur de la semelle [m]

0,5 : Largeur de la semelle [m]

P_b : Périmètre du bâtiment [m]

$l_{mit,g}$: Longueur mitoyenne de l'étage g [m]

$l_{mp,i}$: Longueur des murs porteurs intérieurs [m]

$GES_{E,FO,SE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du matériau composant la semelle [kg EqCO₂/kg]

$\rho_{FO,SE}$: Masse volumique du matériau composant la semelle [kg/m³]

7.2.3.6.3 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des pieux

$$GES_{E,FO,PIE} = V_{PIE} \cdot GES_{E,FO,PIE,mat} \cdot \rho_{FO,PIE}$$

Où :

$GES_{E,FO,PIE}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des pieux [kg EqCO₂]

V_{PIE} : Volume des pieux [m³]

$GES_{E,FO,PIE,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination du matériau des pieux [kg EqCO₂/kg]

$\rho_{FO,PIE}$: Masse volumique des pieux [kg/m³]

7.2.3.6.4 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des murs de fondation

$$GES_{E,FO,MU} = S_{Fond} \cdot GES_{E,FO,MU}$$

Dans le cas où l'on se trouve sur terre plein, alors :

$$GES_{E,FO,MU} = 0$$

Où :

$GES_{E,FO,MU}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des murs de fondation [kg EqCO₂]

S_{Fond} : Surface nette du mur de fondation [m²]

$GES_{E,FO,MU}$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre d'élimination des murs de fondation [kg EqCO₂/m²]

7.2.3.6.5 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers

Dans le cas où l'on se trouve sur radier ou vide ventilé, alors :

$$GES_{E,FO,PL} = 0$$

Dans le cas d'une cave :

$$GES_{E,FO,PL} = S_{PL} \cdot GES_{E,FO,PL}^*$$

Où :

$GES_{E,FO,PL}$: Emissions de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂]

S_{PL} : Surface du plancher de la cave [m²]

$GES_{E,FO,PL}^*$: Emissions approximatives de gaz à effet de serre d'élimination des planchers [kg EqCO₂/m²] – cf. 'Annexe 4'

7.2.3.7 Emissions de gaz à effet de serre d'élimination d'éléments divers

Par défaut, nous considérerons que les émissions de gaz à effet de serre d'élimination des éléments divers sont nulles.

Cependant, la possibilité sera laissée à l'utilisateur d'encoder manuellement les données correspondant à ses systèmes de chauffage, de ventilation ou tout autre élément qu'il souhaiterait intégrer au calcul.

7.2.3.8 Emissions de gaz à effet de serre de transport d'élimination

$$GES_{TE,mat} = \sum_{i=0}^m m_{mat,i} \cdot I_{E,mat,i} \cdot N_{km,i} + \sum_{j=0}^l S_{mat,j} \cdot I_{E,mat,j} \cdot N_{km,j} + \sum_{k=0}^n V_{mat,k} \cdot I_{E,mat,k} \cdot N_{km,k}$$

Où :

$GES_{TE,mat}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport d'élimination des matériaux [kg EqCO₂]

$m_{mat,i}$: Masse du matériau i [kg]

$I_{E,mat,i}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport d'élimination pour le matériau i [kg EqCO₂/kg/km]

$S_{mat,j}$: Surface du matériau j [m²]

$I_{E,mat,j}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport d'élimination pour le matériau j [kg EqCO₂/m²/km]

$V_{mat,k}$: Volume du matériau k [m³]

$I_{E,mat,k}$: Emissions de gaz à effet de serre de transport d'élimination pour le matériau k [kg EqCO₂/m³/km]

$N_{km,i}$: Nombre de kilomètres parcourus par les matériaux i, j et k [km]

8 DONNEES NECESSAIRES

Afin d'obtenir des résultats concernant le bilan énergétique global et le bilan global des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment, il sera nécessaire d'encoder au préalable les données concernant ce bâtiment.

Deux méthodes peuvent être employées. Pour les détenteurs du logiciel PHPP2007, une grande partie des données seront directement extraites du logiciel et importées dans le module BeGlobal. Il restera ensuite à renseigner les informations que le PHPP ne fournit pas, mais qui seront indispensables à la réalisation des calculs.

Pour les utilisateurs qui ne possèdent pas le logiciel PHPP2007, l'intégralité des calculs pourra être effectué en indiquant un plus grand nombre d'informations. Néanmoins, ces calculs seront un peu plus approximatifs.

Les données nécessaires sont détaillées dans le manuel d'utilisation qui reprend pas à pas la méthode d'utilisation du logiciel BeGlobal. Nous vous invitons à vous y référer.

9 RESULTATS

L'utilisateur du module BeGlobal obtiendra, après encodage de son projet, un ensemble de résultats.

Le bilan énergétique global et le bilan global des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment seront exprimés selon différentes unités :

- kWh/m²/an
- kg EqCO₂/m²/an

- kWh/m²
- kg EQCO₂/m²

- kWh/m²/nombre d'occupants
- kg EqCO₂/m²/nombre d'occupants

- kWh/nombre d'occupants
- kg EqCO₂/nombre d'occupants

Un point sur la lecture des résultats sera rédigé après la phase de test de l'outil et présenté dans le manuel d'utilisation du module BeGlobal.

10 RÉFÉRENCES

ALTHAUS H.-J., KELLENBERGER D., 2008. Relevance of simplifications in LCA of building components. In : Building and Environment 44 (2009), pp. 818–825.

FRISCHKNECHT R., JUNGBLUTH N., ALTHAUS H.-J., DOKA G., DONES R., HISCHIER R., HELLWEG S., NEMECEK T., REBITZER G. and SPIELMANN M. (2007) Overview and Methodology. Final report ecoinvent data v2.0, No. 1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH. (Consultable en ligne : http://www.ecoinvent.org/fileadmin/documents/en/01_OverviewAndMethodology.pdf)

GROBE, C., 2008. Construire une maison passive, conception, physique de la construction, détails de construction, rentabilité. Paris, L'Inédite, 148 p. ISBN 978-2-35032-120-2

Passivhaus Institut, 2007. Logiciel de conception de maison passive 2007 - PHPP 2007 - Exigences relatives à la certification de maisons passives. 201 p.

(1) SPW - Portail environnement de Wallonie, *Centres autorisés pour effectuer le tri/recyclage de déchets inertes de construction et de démolition*. <http://environnement.wallonie.be/>

(2) Ecoinvent, *Welcome to the Ecoinvent Centre portal*. <http://www.ecoinvent.org/home/>

(3) SPW – Portail de l'énergie en Wallonie, *Choix des matériaux – Ecobilan de parois*. <http://energie.wallonie.be/fr/choix-des-materiaux-ecobilan-des-parois.html?IDD=44702&highlighttext=ecobilan+&IDC=6099>

11 ANNEXES

11.1 Annexe 1 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des parois intérieures proposées par défaut

Type de paroi	Energie primaire approximative totale de fabrication [kWh/m ²]		Energie primaire approximative d'élimination [kWh/m ²]		Emissions de GES approximatives de fabrication [kg EqCO ₂ /m ²]		Emissions de GES approximatives d'élimination [kg EqCO ₂ /m ²]	
	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois
Cloison maçonnerie légère 1	3724,363586	3724,363586	209,27972	209,27472	188,3694341	188,3674341	9,780898	9,780838
Cloison maçonnerie légère 2	3726,953586	3753,511232	209,27972	209,27472	188,5304341	189,9389205	9,780898	9,780838
Cloison bois avec isolant acoustique (MW)	4832,712853	4831,832853	279,41196	279,41396	240,9311636	239,8141636	13,060244	13,059914
Cloison bois sans isolant acoustique	4305,981673	4305,841673	209,54672	209,54772	215,8642516	214,7572516	9,796128	9,795918
Cloison métallique avec isolant acoustique (MW)	3708,868898	3708,088898	279,30396	279,30496	187,4597311	187,0277311	13,052764	13,052444
Cloison métallique sans isolant acoustique	3182,137718	3182,097718	209,43872	209,43872	162,3928191	161,9708191	9,788648	216,067952

Détail des hypothèses considérées et des matériaux choisis selon la base de données :

Cloison maçonnerie légère 1 :

	KBOB	Ecobilan de parois
10 mm d'enduit minéral	'Enduit minéral'	'Enduit au plâtre'
90 mm brique en terre cuite	'Brique en terre cuite'	'Brique de terre cuite'
10 mm d'enduit minéral	'Enduit minéral'	'Enduit au plâtre'

Cloison maçonnerie légère 2 :

	KBOB	Ecobilan de parois
10 mm d'enduit minéral	'Enduit minéral'	'Enduit au plâtre'
90 mm bloc béton d'argile expansée	'Pierre en béton léger : argile expansée'	'Bloc de béton léger (argile expansé)'
10 mm d'enduit minéral	'Enduit minéral'	'Enduit au plâtre'

Cloison bois avec isolant acoustique :

	KBOB	Ecobilan de parois
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'
200 mm à 87,5 % laine minérale	'Laine de verre'	'Laine de verre'
200 mm à 12,5 % chevrons bois	'Bois massif épicéa / sapin / mélèze, séché en cellule, raboté'	'Lattage en bois résineux européen'
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'

Cloison bois sans isolant acoustique :

	KBOB	Ecobilan de parois
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'
70 mm à 12,5 % chevrons bois	'Bois massif épicéa / sapin / mélèze, séché en cellule, raboté'	'Lattage en bois résineux européen'
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'

Cloison métallique avec isolant acoustique :

	KBOB	Ecobilan de parois
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'
200 mm à 99,6 % laine minérale	'Laine de verre'	'Laine de verre'
200 mm à 0,4 % chevrons alu	'Profil d'aluminium, nu'	'Profilé d'aluminium (30% recycl.)'
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'

Cloison métallique sans isolant acoustique :

	KBOB	Ecobilan de parois
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'
70 mm à 0,4 % chevrons alu	'Profil d'aluminium, nu'	'Profilé d'aluminium (30% recycl.)'
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'

11.2 Annexe 2 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des planchers intérieurs proposées par défaut

Type de plancher	Energie primaire approximative totale de fabrication [kWh/m ²]		Energie primaire approximative d'élimination [kWh/m ²]		Emissions de GES approximatives de fabrication [kg EqCO ₂ /m ²]		Emissions de GES approximatives d'élimination [kg EqCO ₂ /m ²]	
	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois
Complexe hourdis	Pas de données	3776,884955	Pas de données	348,7872	Pas de données	187,2503338	Pas de données	16,30302
Bois	9651,471911	9356,683369	418,61944	418,49344	477,0834951	455,7319105	19,712236	19,673706
Dalle béton	5058,194656	3539,700589	279,17896	279,17396	253,8584581	175,9177994	13,050154	13,049874

Détail des hypothèses considérées et des matériaux choisis selon la base de données :

Complexe hourdis :

	KBOB	Ecobilan de parois
8 mm carrelage	'Dalle de céramique/grès'	'Carrelage grès cérame'
80 mm chape	'Chape de ciment'	'Chape ciment'
4 mm chape de compression	Pas de données	'Chape de compression sur hourdis'
130 mm ou 160 mm hourdis	Pas de données	'Hourdis en béton'
10 mm enduit minéral	'Enduit minéral'	'Enduit au plâtre'

Bois :

	KBOB	Ecobilan de parois
10 mm parquet	'Bois massif hêtre / chêne, séché en cellule, raboté'	'Plancher massif - résineux européen'
24 mm fibre de bois	'Panneau de particules tendre'	'Panneaux de fibres de bois'
15 mm OSB	'Panneau d'aggloméré type OSB, colle PF, zone humide'	'Panneau OSB'
230 mm à 16 % structure bois	'Bois massif épicéa / sapin / mélèze, séché en cellule, raboté'	'Lattage en bois résineux européen'
20 mm à 10 % lattage	'Bois massif épicéa / sapin / mélèze, séché en cellule, raboté'	'Lattage en bois résineux européen'
12 mm plaque de plâtre cartonnée	'Plaque de plâtre cartonnée'	'Plaque de carton plâtre'

Dalle béton :

	KBOB	Ecobilan de parois
8 mm carrelage	'Dalle de céramique/grès'	'Carrelage grès cérame'
60 mm chape	'Chape de ciment'	'Chape ciment'
160 mm béton C25/30	'Béton C25/30 spécialement pour fondations / dalles'	'Béton normal armé (dalles)'
10 mm enduit minéral	'Enduit minéral'	'Enduit au plâtre'

11.3 Annexe 3 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des structures proposées par défaut

Type de structure	Energie primaire approximative totale de fabrication [kWh/m ²]		Energie primaire approximative d'élimination [kWh/m ²]		Emissions de GES approximatives de fabrication [kg EqCO ₂ /m ²]		Emissions de GES approximatives d'élimination [kg EqCO ₂ /m ²]	
	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois
Métal	509,1580169	508,4580169	69,61824	69,61824	25,18855497	26,02355497	3,254016	3,254016
Béton	236,221366	236,312366	69,82024	69,81924	11,2095344	11,2525344	3,264516	3,264416
Bois	1776,001972	1775,901972	69,72624	69,72724	87,64498746	86,53998746	3,261496	3,261486

Détail des hypothèses considérées et des matériaux choisis selon la base de données :

	KBOB	Ecobilan de parois
Métal	'Acier d'armature'	'Acier d'armatures'
Béton	'Béton C25/30 spécialement pour fondations / dalles'	'Béton normal armé (dalles)'
Bois	'Bois massif épicéa / sapin / mélèze, séché en cellule, raboté'	'Lattage en bois résineux européen'

11.4 Annexe 4 – Energie et émissions de gaz à effet de serre approximatives de fabrication et d'élimination des planchers de fondation proposées par défaut

Type de plancher	Energie primaire approximative totale de fabrication [kWh/m ²]		Energie primaire approximative d'élimination [kWh/m ²]		Emissions de GES approximatives de fabrication [kg EqCO ₂ /m ²]		Emissions de GES approximatives d'élimination [kg EqCO ₂ /m ²]	
	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois	KBOB	Ecobilan de parois
Dalle béton	3301,855223	3539,700589	279,17896	279,17396	253,8584581	175,9177994	13,050154	13,049874

Détail des hypothèses considérées :

Dalle béton :

	KBOB	Ecobilan de parois
8 mm carrelage	'Dalle de céramique/grès'	'Carrelage grès cérame'
60 mm chape	'Chape de ciment'	'Chape ciment'
160 mm béton C25/30	'Béton C25/30 spécialement pour fondations / dalles'	'Béton normal armé (dalles)'



BeGlobal
logiciel développé par pmp

pmp

Plate-forme Maison Passive
Rue Nanon, 98
5002 NAMUR

081 / 390.650
info@maisonpassive.be