

Les 5 à 7 de l'éco-construction – 03/07/2018

CSTB
le futur en construction

Présentation du référentiel Énergie - Carbone et du label « E+C- »

Contact : mathilde.louerat@cstb.fr





I. LE RÉFÉRENTIEL : LA MÉTHODE DE CALCUL

- PRINCIPES
- PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE
- PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE
- ÉVALUATION ÉCONOMIQUE



II. LES NIVEAUX DE PERFORMANCE



I. Le référentiel : la méthode de calcul



Bâtiment à
Énergie Positive
& **Réduction Carbone**

La méthode du référentiel combine

- Evaluation de la performance énergétique
- Evaluation de la performance environnementale

Une évaluation économique vient compléter les évaluations du référentiel

En savoir plus :

Référentiel « Energie-Carbone » sur les bâtiment neufs

Méthode d'évaluation de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs

Octobre 2016

www.batiment-energiecarbone.fr

I .1 Performance énergétique



Bâtiment à
Énergie Positive
& **Réduction Carbone**

Rappel : La réglementation thermique 2012 reste d'application obligatoire

Expérimentation E+C- volontaire

Objectifs

- Limiter les consommations énergétiques du bâtiment
- Déployer les énergies renouvelables dans le bâtiment et les territoires

Indicateurs

RT 2012	Bbio	indicateur relatif aux besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage artificiel
	Cep	indicateur relatif aux consommations d'énergie de chauffage, de refroidissement, d'éclairage artificiel, de ventilation et des auxiliaires
New informatif	Bilan BEPOS	nouvel indicateur relatif au bilan énergétique sur l'ensemble des usages du bâtiment
	RER	indicateur de recours aux énergies renouvelables et de récupération (informatif)
	DIES	durée d'inconfort d'été statistique : rend compte à la fois de la durée et de l'intensité de l'inconfort ressenti (informatif)

Bilan BEPOS =
en kWh_{ep}/m²_{SRT}/an

∑

Consommation d'énergie
non renouvelable

- ∑

Exportation d'énergie
renouvelable



5 usages
+
Usages spécifiques

Leviers d'action

- Baisser la consommation
- Renforcer le recours aux EnR embarqués ou du réseau territorial

Objectif

- promouvoir la contribution du bâtiment à la politique locale de l'énergie

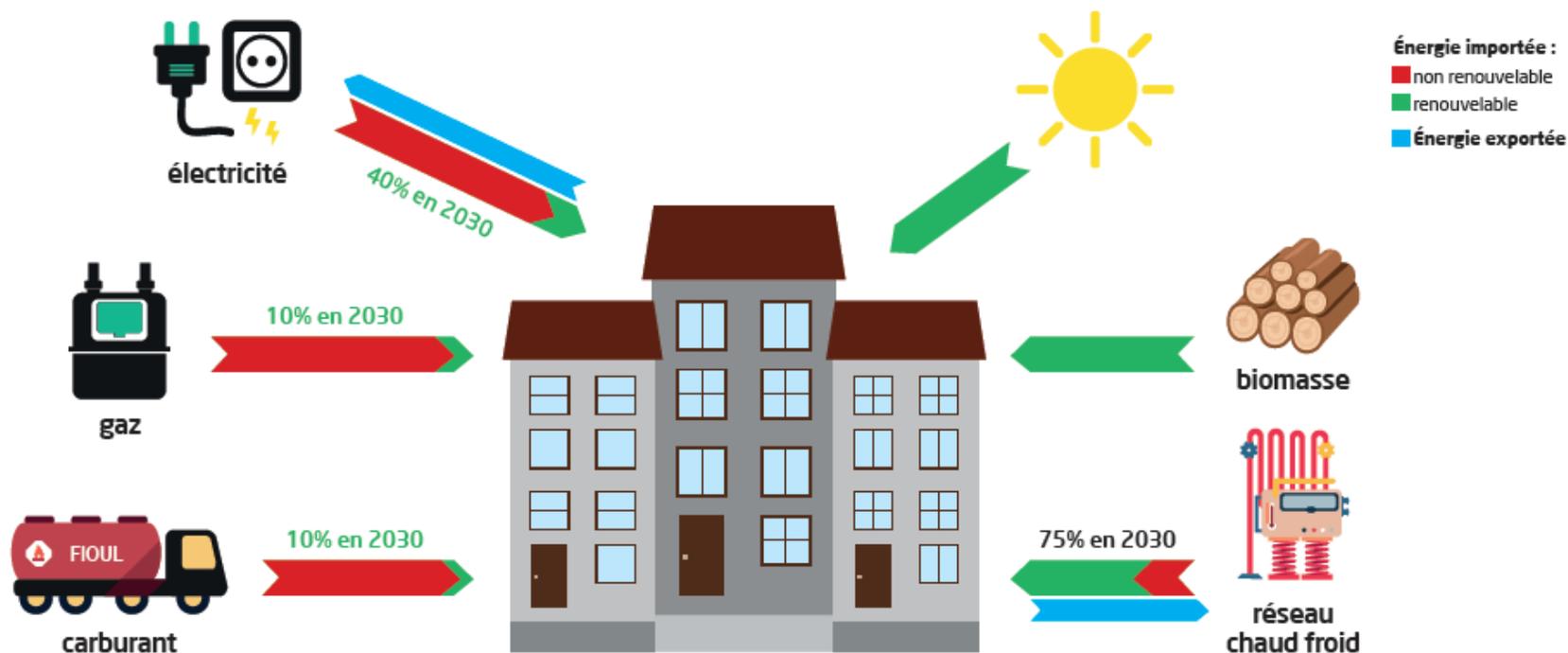
Les usages hors RT sont pris en compte

- **usages immobiliers** (ascenseurs et parkings)
- **usages mobiliers** (équipements exemple pour les bureaux : photocopieurs, PC etc./ ratios annuels)

L'énergie produite localement vient en déduction des consommations : **autoconsommation**

L'énergie renouvelable exportée est valorisée

$$\text{Bilan Bepos} = \text{Consommation d'énergie non renouvelable} - \text{Exportation d'énergie renouvelable}$$

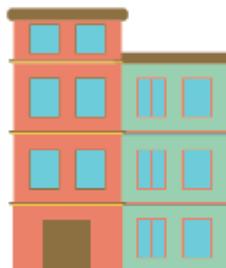


1.2 Performance environnementale



Bâtiment à
Énergie Positive
& **Réduction Carbone**

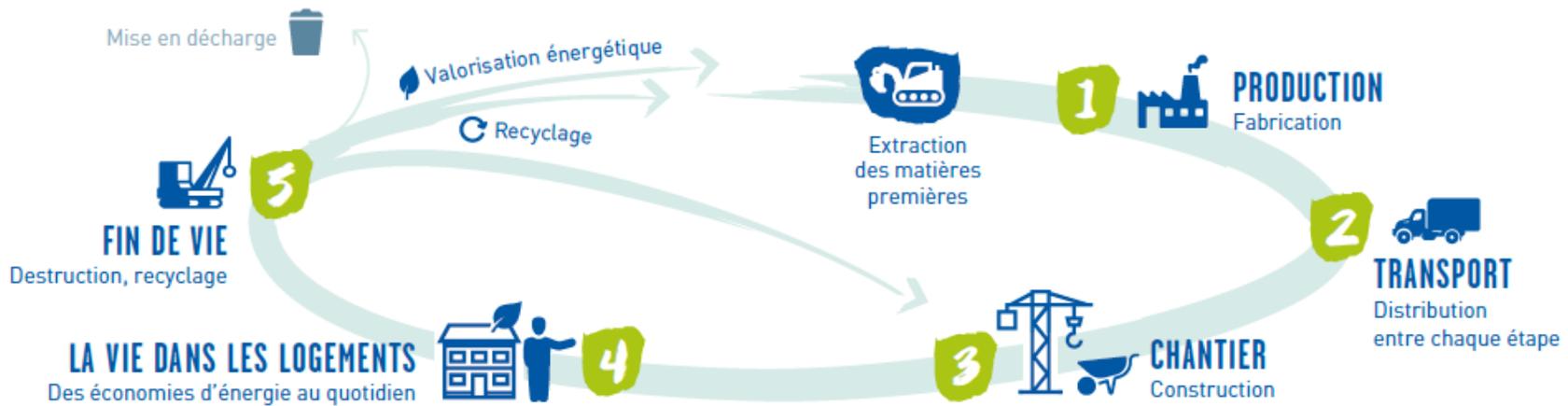
Consommation
de matière
et d'énergie



Émissions dans
l'eau, l'air, le sol.
Déchets

Objectif

➤ *Mesurer les impacts environnementaux du bâtiment et réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout au long de son cycle de vie*



Période d'étude fixée à 50 ans

Les 4 contributeurs



Matériaux de construction,
produits et équipements



Consommation d'énergie



Consommation d'eau



Chantier



Ne sont pas pris en compte dans l'étude :

- Les déplacements des usagers
- Les déchets générés par les usagers
- La production et la fin de vie des éléments mobiliers

Le périmètre de l'évaluation environnementale :

- l'ensemble des composants du bâtiment et de sa parcelle (décomposition obligatoire en sous-lots)
- tous les usages de l'énergie dans le bâtiment (décomposition en postes)
- tous les usages de l'eau à l'échelle du bâtiment et de sa parcelle
- les consommations d'énergie du chantier, les consommations et rejets d'eau du chantier, l'évacuation et le traitement des déchets du terrassement

Consommation
de matière
et d'énergie



30
indicateurs
détaillés
(option)

13
indicateurs
simplifiés
(option)

2
indicateurs
CO₂
(obligatoires)



Émissions dans
l'eau, l'air, le sol.
Déchets

1

Un indicateur global sur l'ensemble du cycle de vie

$$E_{ges} \text{ (Kg eq CO}_2\text{ / m}^2\text{ SDP)} = \sum \text{CO}_2 \text{ Emissions des 4 contributeurs} - (\text{benefice export énergie} + \text{benefice recyclage}/3)$$

2

Un sous indicateur sur les produits de construction et équipements

$$E_{ges_{PCE}} \text{ (Kg eq CO}_2\text{ / m}^2\text{ SDP)} = \sum \text{CO}_2 \text{ Emissions des produits et équipements} - (\text{benefice export énergie} + \text{benefice recyclage}/3)$$

Calcul des impacts environnementaux



Données conventionnelles

Météorologie, scénarios d'occupation et d'usage
Données environnementales des services (impacts des énergie, de la mise à disposition de l'eau...)

→ **Usage obligatoire**

Données spécifiques

FDES, PEP, Performance thermique ... déclarés par un industriel, un syndicat

→ **Usage obligatoire** pour les produits mis en œuvre qui en disposent

Données génériques

Modules de données génériques par défaut (MDEGD)
Valeurs majorantes

→ **Usage en l'absence de données spécifiques**



Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment

Rechercher sur le site...



Qui sommes-nous ? Espace presse Liens utiles Contact

www.inies.fr



DES DONNÉES POUR LE BÂTIMENT
INIES, les données utiles à l'évaluation environnementale et sanitaire des bâtiments en France

Des données consultables gratuitement | 1 634 FDES représentant 34 945 références commerciales | Des données pour le bâtiment

Accédez à l'espace consultation de la base INIES

CONSULTER >

Accédez à l'espace déclaration de la base INIES

DÉCLARER >



Données numérisées exploitées par les logiciels d'évaluation environnementale référencés par la DHUP

Tout savoir sur la base INIES

INIES met à votre disposition des déclarations environnementales et sanitaires des produits, équipements et services pour l'évaluation de la performance des ouvrages.

Actualités

E+ C-
ÉNERGIE POSITIVE & RÉDUCTION CARBONE

La liste des premiers logiciels en conformité avec le référentiel de l'expérimentation #E+C- publiée

Réunion annuelle de la Base INIES - 28 avril matin

Les programmes de vérification

INIES propose un programme de vérification par tierce partie indépendante des FDES reconnu par ce logo.

L'association PEP ecopassport® propose un programme de vérification des PEP.



Mars 2018

Produits de construction

- 1137 FDES
- 329 données du ministère (MDEGD + lots forfaitaires)

Equipements

- 719 PEP
- 158 données du ministère (MDEGD + lots forfaitaires)

Services au bâtiment

- 60 données conventionnelles du ministère

The screenshot displays the INIES website interface, titled "ESPACE CONSULTATION". The main navigation bar includes "CATALOGUE DE LA BASE", "RECHERCHE D'UN PRODUIT", "INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE", and "ESPACE DÉCLARATION". The current page is "Catalogue de la base".

The interface is divided into three main columns:

- Données environnementales par famille:** A tree view showing categories like "Bâtiment" (2440), "Produits de construction" (1500), "Voirie / réseaux divers", "Structure / maçonnerie / gros œuvre / charpente" (169), "Façades" (61), "Couverture / étanchéité" (42), "Menuiseries intérieures et extérieures / fermetures" (104), "Isolation" (620), "Cloisonnement / plafonds-suspendus" (186), and "Revêtements des sols et murs / peintures".
- Données environnementales par organisme déclarant:** A list of companies with their respective product counts: ACOME (17), AGC FRANCE SAS (AGC) (7), ALKERN (3), ARCELORMITTAL CONSTRUCTION FRANCE (1), and ARTIGO (4).
- Données environnementales dernière créées/modifiées (< 30 jours):** A list of specific product entries, including "28/03 - Petits éléments de maçonnerie en briques de terre comprimée ou extrudée [ép. 30cm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)", "28/03 - Système Tuile ALPHA SOLAIRE (v.1.1)", "23/03 - Easergy MiCOM 30 series, 24TE and 40TE devices (v.1.2)", and "23/03 - PEP - DCL outlet surface ceiling".

The footer of the page indicates "INIES version 4.0.8 - © Alliance HQE-GBC 2017 | Mentions légales | Nous contacter".



Bâtiment à Énergie Positive & Réduction Carbone



L'EXPÉRIMENTATION EN
BREF

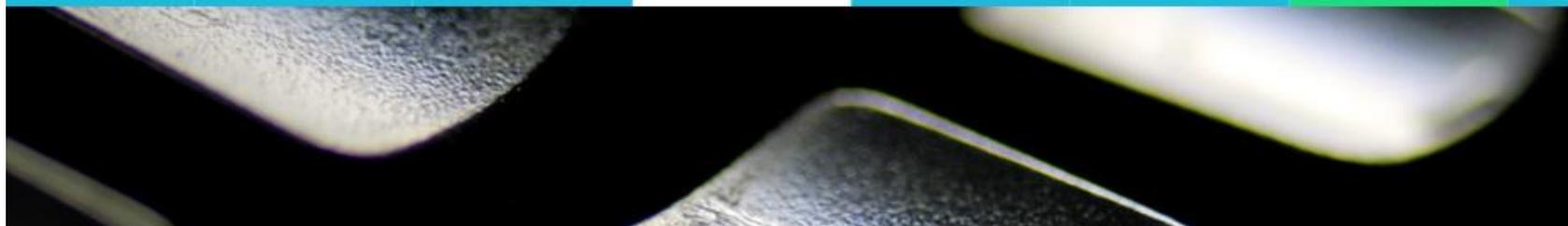
S'INFORMER

MÉTHODE D'ÉVALUATION

NIVEAUX DE
PERFORMANCE & LABEL

LES BÂTIMENTS
EXEMPLAIRES

JE PARTICIPE À
L'EXPÉRIMENTATION



DOCUMENTATION

Méthode d'évaluation

Données

[Formulaire de demande de création ou modification d'une MDEGD](#)

DOC 112 Ko

[Procédure de développement MDEGD Octobre 2016](#)

PDF 402 Ko



MÉTHODE D'ÉVALUATION

Cadre d'évaluation

Focus : Performance énergétique

Focus : Performance environnementale

Focus : Évaluation économique

Logiciels d'évaluation

Documentation

1. Demande de création d'une donnée environnementale générique par défaut
2. Demande de modification et/ou de mise à jour d'une donnée environnementale générique par défaut existante sur INIES

Les 4 contributeurs



Matériaux de construction,
produits et équipements



Consommation d'énergie



Consommation d'eau



Chantier

DESCRIPTION PHYSIQUE DU BATIMENT

Tous les ouvrages de bâtiment et génie civil
situés sur la parcelle relatifs à l'entité
programmative évaluée



1. VRD et aménagements extérieurs de la parcelle
2. Fondations et infrastructure
3. Superstructure - Maçonnerie
4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
6. Façades et menuiseries extérieures
7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape -Peintures - Produits de décoration
8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire)
9. Installations sanitaires
10. Réseaux d'énergie (courant fort)
11. Réseaux de communication (courant faible)
12. Appareils ascenseurs et autres équipements de transport intérieur
13. Equipement de production locale d'électricité

Méthode simplifiée Calcul par ratio autorisé

⇒ Valeurs forfaitaires pour les
maisons individuelles, les
immeubles collectifs ou les bureaux



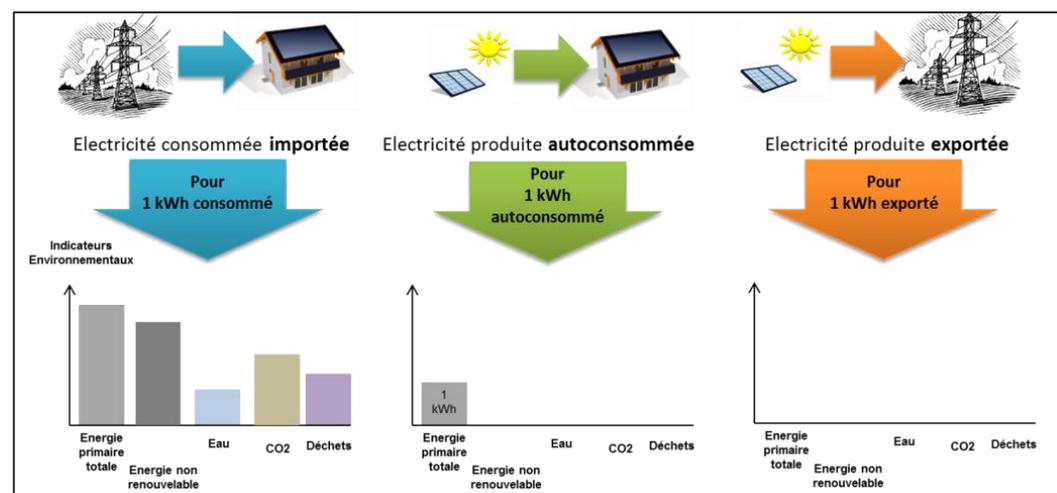
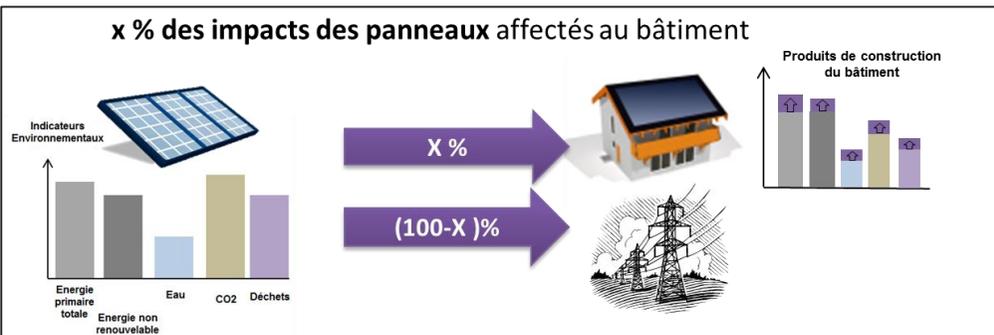
Pour le sous-lot 8.2 (cogénération) et le lot 13 (photovoltaïque) :

Les impacts environnementaux des équipements de production locale d'électricité sont calculés au prorata de l'électricité autoconsommée

Méthode des Co-Produits

Contributeur **Produits de construction et équipements**

Contributeur **Consommations et Production d'énergie**



Bénéfices et charges au-delà du cycle de vie du bâtiment :

$$\text{bénéfice} = \underbrace{\text{bénéfice}_{\text{export}}}_{\text{}} + \frac{\text{bénéfice}_{\text{valoriation}}}{3}$$

1. Bénéfices et charges liés à l'export d'énergie: $\text{bénéfice}_{\text{export}}$

$$\text{bénéfice}_{\text{export}} = \sum_{p,j} P_{ef,exp_{pj}} \times \left(DE_{ref,j} - \frac{I_p}{P_{ef,tot_p}} - DE_p \right)$$

On compare le bénéfice d' 1kWh exporté DE_{ref} (« évitement » de 82g de CO₂) à la charge de la production d'1 kWh d'électricité $\frac{I_p}{P_{ef,tot_p}}$ (ex: empreinte CO₂ du cycle de vie de l'équipement divisée par la production totale).

Pour la cogénération, on retire l'empreinte CO₂ DE_p du combustible consommé pour la production de l'électricité exportée (convention 1:1).

→ On multiplie cette différence par la quantité exportée pour connaître le bénéfice (valeur positive) ou la charge (valeur négative) liée à l'export d'énergie.

Bénéfices et charges au-delà du cycle de vie du bâtiment :

$$\text{bénéfice} = \text{bénéfice}_{\text{export}} + \underbrace{\frac{\text{bénéfice}_{\text{valoriation}}}{3}}$$

2. Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits de construction et équipements: $\text{bénéfice}_{\text{valoriation}}$

→ Somme des modules D de toutes les données environnementales du contributeur « Produits de Construction et Equipements ».

Ce terme est pondéré d'un coefficient 1/3 (caractère prévisionnel des bénéfices).

L'élimination d'un déchet a vocation à :

- diminuer sa nocivité et
- à réduire son volume ou sa masse

Quant à **la valorisation**, elle peut se faire de différentes manières :

- On parle de **valorisation matière** lorsqu'il y a :
 - **Recyclage** ou
 - **Réutilisation.**
- On parle de **valorisation énergétique** lorsqu'il y a incinération avec récupération d'énergie.

C'est une « photo » datée d'une réalité technique et économique du recyclage

Les 4 contributeurs



Matériaux de construction,
produits et équipements



Consommation d'énergie



Consommation d'eau

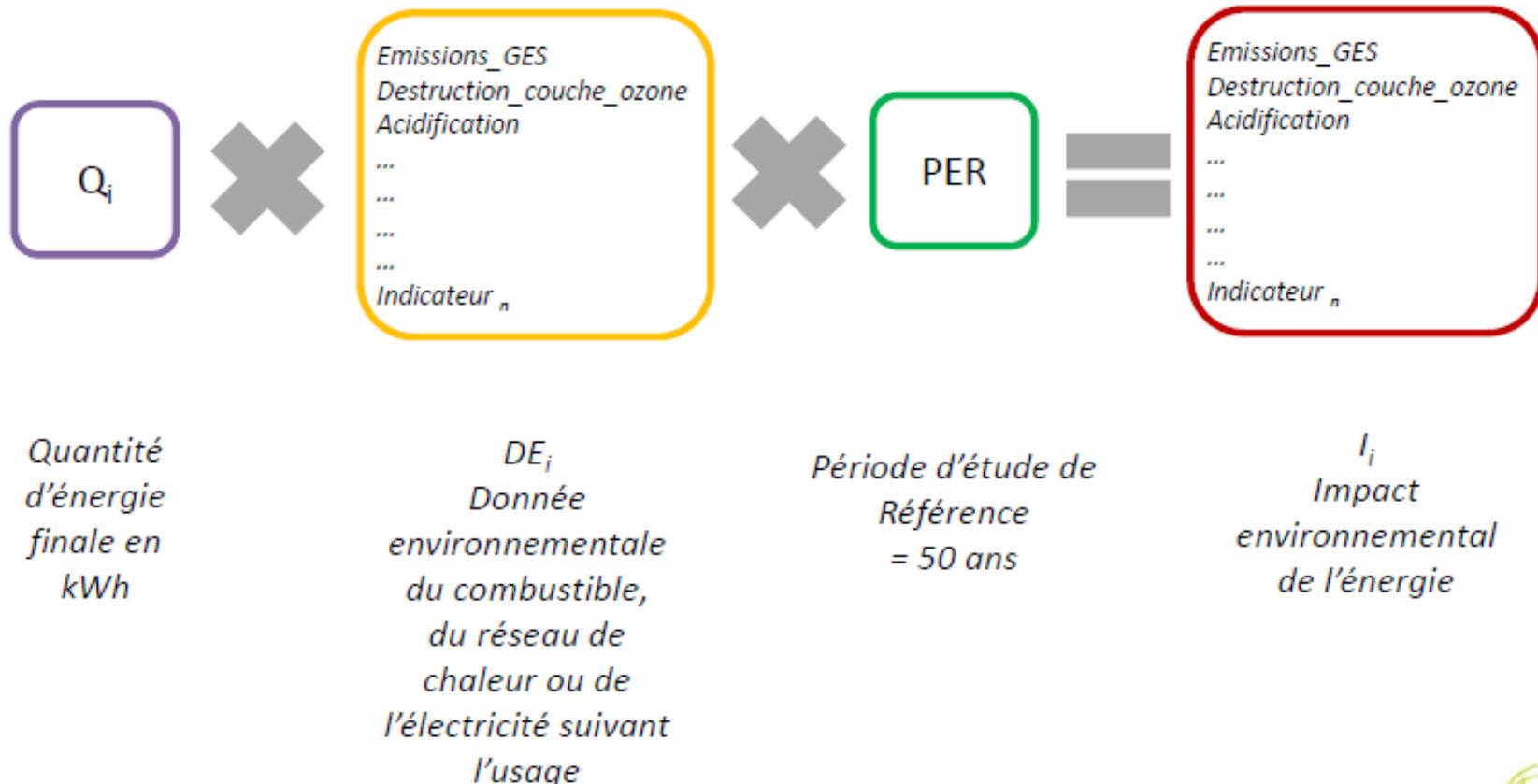


Chantier

Périmètre :

- Contributeur consommation d'énergie pour les postes RT
⇒ *5 usages réglementaires habituels*
- Contributeur consommation d'énergie liées au bâti, hors postes RT
⇒ *Ascenseurs, parkings, parties communes*
- Contributeur consommation d'énergie liées à l'activité
⇒ *Valeurs forfaitaires suivant usage du bâtiment*

Principe de calcul :



Les 4 contributeurs



Matériaux de construction,
produits et équipements



Consommation d'énergie

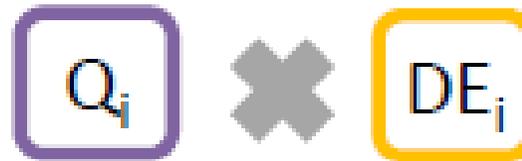


Consommation d'eau



Chantier

$$I_{CRE} = (I_{eau\ potable} + I_{eaux\ usées} + I_{eaux\ pluviales}) \times PER$$



Q_i :

- Potable (selon usage),
- Usages spécifiques,
- Arrosage

DE_i :

- Parcelle
- Réseau unitaire
- Réseau séparatif

Les 4 contributeurs



Matériaux de construction,
produits et équipements



Consommation d'énergie



Consommation d'eau



Chantier

$$I_{Cha} = (I_{Cha \text{ énergies}} + I_{Cha \text{ conso eau}} + I_{Cha \text{ eaux usées}} + I_{Evac \text{ terres}} + I_{import \text{ terres}})$$

$$\text{avec } I = \boxed{Q_i} \times \boxed{DE_i}$$

2 solutions :

- **Méthode standard:** Les données $Q_{Cha \text{ énergies}}$, $Q_{Cha \text{ conso eau}}$, $Q_{Cha \text{ eaux usées}}$, $Q_{Evac \text{ terres}}$ et $Q_{import \text{ terres}}$ sont des données réelles issues du projet

« Une note de calcul expliquant comment ces données ont été obtenues doit être fournie par le praticien ACV »

- **Méthode simplifiée**

A quel moment réaliser l'évaluation ?

- A la réception du bâtiment à partir des données disponibles (une évaluation amont peut être faite en APS ou APD)
- Une démarche ACV suffisamment en amont est un outil d'aide à la décision (choix constructifs)
- Une rétro-ACV permet de questionner les réalisations a posteriori

1.3 L'évaluation économique



Bâtiment à
Énergie Positive
& **Réduction Carbone**

Objectif

- Évaluer l'impact économique des choix techniques effectués par les maîtres d'ouvrage pour atteindre différents niveaux de performances
→ maîtriser les coûts des bâtiments performants, sur l'ensemble de leur cycle de vie

Méthode

- Évaluer, pour chaque projet, les coûts induits par les choix techniques ayant un impact sur les performances énergétiques et environnementales
- Multiplier les cas pour fiabiliser l'évaluation économique

Indicateurs

➤ coût d'investissement

Et coût global = coût d'investissement
+ coûts de maintenance
+ coûts des énergies en phase d'exploitation
+ coûts liés aux émissions carbone

En lien avec les évaluations énergétiques et environnementales, sur le cycle de vie du bâtiment.

Formulaires économiques de saisies disponibles sur : <http://www.batiment-energiecarbone.fr/>

II. Les niveaux de performance



Bâtiment à
Énergie Positive
& **Réduction Carbone**

Énergie
4 niveaux repères

Énergie 4 : bilan nul

Énergie 3

Énergie 2

Énergie 1

RT 2012



Quelques
champions



Une approche
pour tous

Carbone
2 niveaux repères

Carbone 2

Carbone 1

Pour la performance énergétique : 4 niveaux

$$Bilan_{BEPOS} \leq Bilan_{BEPOS,max,i} \quad [kWh_{ep}/m^2S_{RT}/an]$$

Pour i allant de 1 à 4

Etape 1:

- On prend l'exigence de la RT hors bonus liés au bois et aux réseaux de chaleur

Etape 2:

- on demande un pourcentage de progrès par rapport à cette valeur de base

Etape 3:

- on ajoute la consommation des usages non pris en compte dans la RT

Etape 4:

- on retranche une production de référence

	Réduction / RT	Production de référence	Exigence (zone H2b)
RT	0%	0	125
Energie 1	5%	0	122
Energie 2	10%	0	120
Energie 3	20%	20	95

Maison individuelle

(L'exigence est en kWh.epnr/m2/an est arrondie à l'entier le plus proche et correspond à la zone H2B)

	Réduction / RT	Production de référence	Exigence (zone H2b)
RT	0%	0	127
Energie 1	5%	0	124
Energie 2	15%	0	119
Energie 3	20% sur exigence de 50	20	90

Logement collectif

(L'exigence est en kWh.epnr/m2/an est arrondie à l'entier le plus proche et correspond à la zone H2B)

	Réduction / RT	Production de référence	Exigence*
RT	0%	0	137
Energie 1	15%	0	127
Energie 2	30%	0	116
Energie 3	40%	40	69

Bureau non climatisé

(l'exigence est en kWh.epnr/m2/an est arrondie à l'entier le plus proche et correspond à la zone H2B, pour un bureau CE1)

	Réduction / RT	Production de référence	Exigence*
RT	0%	0	177
Energie 1	15%	0	161
Energie 2	30%	0	144
Energie 3	40%	40	93

Bureau CE2 (Climatisé)

(l'exigence est en kWh.epnr/m2/an est arrondie à l'entier le plus proche et correspond à la zone H2B pour un bureau CE2)

Énergie 1
Énergie 2

Sobriété et Efficacité énergétique et/ou recours aux ENR notamment la chaleur renouvelable

- **Résidentiel**
entre -5% et 10% de réduction des consommations NR par rapport à la RT 2012
- **Bureau**
entre -15% et 30% de réduction

Énergie 3

Sobriété et Efficacité énergétique et recours aux ENR pour les besoins du bâtiment

- **Résidentiel**
20% de réduction des consommations et recours à 20 kWh/m².an aux ENR
- **Bureau**
40% de réduction des consommations et recours à 40 kWh/m².an aux ENR

Énergie 4

Bâtiment producteur

Production ENR équivalente aux consommations NR sur tous les usages du bâtiment

Pour la performance environnementale : 2 niveaux

$$Eges \leq Eges_{max,i} \text{ et } Eges_{PCE} \leq Eges_{PCE,max,i} \text{ [kg eq.CO}_2\text{/m}^2\text{SDP]}$$

Pour i allant de 1 à 2

Etape 1:

- Une valeur de base qui dépend du type de bâtiment et du niveau visé

Etape 2:

- Un correctif dépendant du nombre de places de parking imposé réglementairement et réalisé

Etape 3:

- Une modulation complémentaire suivant la rigueur climatique, la taille des logements et l'usage

- Modulation des seuils suivant les formules suivantes :

$$Eges_{max,i} = A_i + m_i + M_{park}$$

Valeur seuil différente suivant :

- le niveau de performance (Carbone 1 ou Carbone 2)
- L'usage du bâtiment (Maison individuelle, bâtiment collectif, bureau ou autre)

Modulation suivant le nombre de places de parking (en surface et/ou souterrain) imposées par les contraintes d'urbanisme et effectivement réalisées

$$m_i = \alpha_i \times \left[M_{gctype} \times (M_{gcgéo} + M_{gcalt} + M_{gcsurf}) - 1 \right]$$

Modulation liée à la consommation énergétique, suivant le niveau de performance, l'usage du bâtiment, la zone géographique, l'altitude et la taille du bâtiment

- Modulation des seuils suivant les formules suivantes :

$$E_{ges\ PCE,max,i} = A_{PCE,i} + M_{park}$$

Valeur seuil différente suivant :

- le niveau de performance (Carbone 1 ou Carbone 2)
- L'usage du bâtiment (Maison individuelle, bâtiment collectif, bureau ou autre)

Modulation suivant le nombre de places de parking (en surface et/ou souterrain) imposées par les contraintes d'urbanisme et effectivement réalisées

	Emissions totales A1 et A2 kg eq CO ₂ /m ² SDP	Emissions produits et équipements A _{PCE,1} et A _{PCE,2} en kg eq CO ₂ /m ² SDP
CARBONE 1		
Maisons	1350	700
Bâtiments collectifs habitation	1550	800
Bureaux	1500	1050
Autres tertiaires soumis à la RT	1625	1050
CARBONE 2		
Maisons	800	650
Bâtiments collectifs habitation	1000	750
Bureaux	980	900
Autres tertiaires soumis à la RT	850	750

Objectifs

- Ambition de distinguer un seuil global et un sous-seuil lié aux produits de construction et des équipements

Carbone 1

- Les leviers de réduction de l’empreinte carbone sont à répartir entre les consommations énergétiques et le choix des matériaux
- Aucun mode constructif ni vecteur énergétique n’est exclu

Carbone 2

- Ambition renforcée sur le CO₂ avec le respect a minima du socle Energie
- Pour atteindre ce niveau il faudra renforcer le travail de réduction de l’empreinte carbone du bâtiment en améliorant les consommations énergétiques et le choix des matériaux.

Réduire les consommations d'énergie en exploitation

- kWh /m².an

Réduire le contenu carbone des énergies en exploitation

- Kg CO₂/kWh

Réduire le carbone gris des produits de construction et
systèmes énergétiques

- Kg CO₂/ équipement
- Kg CO₂/kw ou kWh

**Optimiser la
construction**

**Travailler sur le
recyclage**

Etc...



Merci de votre attention

mathilde.louerat@cstb.fr

CSTB - Division Environnement
Ingénieure recherche et expertise

24, rue Joseph Fourier – 38400 Saint-Martin-d'Hères



REX LABELISATION ENERGIE CARBONE



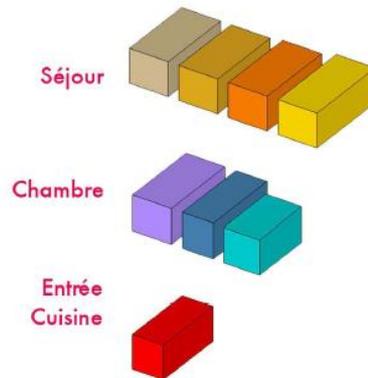
CONSTRUCTION DE 13 LOGEMENTS
93 Avenue Pierre Brossolette
93500 BRON

PRESENTATION PROJET

50 modules au total



8 modules différents



- Bâtiment à Ossature Bois
 - Modules préfabriqués avec plancher/plafond/murs en OB
 - Toiture fermettes bois, couverture tuiles
 - Menuiseries et VR PVC
 - Panneaux revêtements bois et fermasol
 - Plancher CLT dans les circulations



- 13 appartements du T2 au T5 en R+2

- Phase PRO

OBJECTIFS PROJET

- Participation appel à projet Energie Carbone pour les bailleurs sociaux (USH)
- Labélisation niveaux E3 C1 par CERQUAL
- Labélisation complémentaire NF HABITAT HQE
- Référentiel du Grand Lyon habitat durable



ENVELOPPE

Murs externes :

	N° couche	Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité λ (W/m.K)	Résistance (m ² .K/W)	Masse volumique ρ (kg/m ³)
Ext. ↓ Int.	1	Enduit extérieur	0.02	0.9	-	1000
	2	Laine de roche ECOROCK	0.05	0.036	1.4	95
	3	MFP	0.012	0.13	-	700
	4	Laine de roche MB ROCK	0.145	0.034	4.25	55
	5	MFP	0.018	0.13	-	700

R globale = 5,1 m²K/W

Plafond sur combles perdus :

	N° couche	Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité λ (W/m.K)	Résistance (m ² .K/W)	Masse volumique ρ (kg/m ³)
Int ↓ Ext	1	MFP	0.010	0.13	-	700
	2	Laine de roche MB ROCK	0.120	0.034	3.5	55
	3	MFP	0.010	0.13	-	700
	4	Ouate de cellulose projetée sous fermettes JETFIB	0.200	0.039	5	50

R globale = 7,5 m²K/W

ENVELOPPE

Plancher bas sur vide sanitaire :

Int ↓ Ext	N° couche	Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité λ (W/m.K)	Résistance (m ² .K/W)	Masse volumique ρ (kg/m ³)
		1	Fermacell sol	0.025	0.32	0.08
	2	Granule Fermacell	0.06	0.09	0.67	500
	3	MFP	0.022	0.13	-	700
	4	Laine de roche MB ROCK	0.175	0.034	5.1	55
	5	MFP	0.010	0.13	-	700

R globale =
6,3 m²K/W

Plancher intermédiaire entre modules :

Int. ↓ Int.	N° couche	Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité λ (W/m.K)	Résistance (m ² .K/W)	Masse volumique ρ (kg/m ³)
		1	Fermacell sol	0.025	0.32	0.08
	2	Granule Fermacell	0.06	0.09	0.67	500
	3	MFP	0.022	0.13	-	700
	4	Laine de roche MB ROCK	0.175	0.034	5.1	55
	5	MFP	0.01	0.13	-	700
	6	Lame d'air immobile	0.048	-	0.18	
	7	Gravier	0.015	1.3	-	2000
	8	MFP	0.010	0.13	-	700
	9	Laine de roche MB ROCK	0.120	0.034	3.5	55
	10	MFP	0.010	0.13	-	700

SYSTEMES ENERGETIQUES

- + Chaudières individuelles gaz à condensation
- + Centrale solaire Photovoltaïques 17 kWc, 62 capteurs de 280 Wc (105 m²)
- + Ventilateur très basse consommation

NIVEAU ENERGIE

RT2012

Bbio = 46,6  BbioMax = 72,0

Cep = 17,4  CepMax = 69,0

Cep sans prod = 46,2  CepMax + 12 = 81,0

Gain BBIO : - 35 %

Gain CEP : - 75 %

E+ C-

Bilan BBEPOS=98,4  BEPOS 1 = 138,8

 BEPOS 2 = 132,8

Bilan BBEPOS=90,2  BEPOS 3 = 100,8

Pondération 10 premiers kWh  BEPOS 4 = 0,0

niveaux E3/4

$$\text{Bilan}_{BEPOS} = \sum \text{Consommation d'énergie non renouvelable} - \sum \text{Exportation d'énergie renouvelable}$$

 5 usages + usages supplémentaires : élec communs, etc.

NIVEAU ENERGIE

🔋 Sans ENR Photovoltaïque :

Bilan BEPOS = **119,1** > Seuil BEPOS 3 (100,8)

La solution bois reste l'alternative

$$\mathbf{Bilan}_{BEPOS} = \sum \text{Consommation d'énergie non renouvelable} - \sum \text{Exportation d'énergie renouvelable}$$

NIVEAU CARBONE

CARBONE 1

Eges = 1429,5 KCO₂/m².SdP  EgesMAX = 1679,4 Gain : - 17 %

EgesPCE = 704,3 KgCO₂/m².SdP  EgesPCE,MAX = 809,4 Gain : - 15 %

CARBONE 2

Eges = 1429,5 KgCO₂/m².SdP  EgesMAX = 1059,4

EgesPCE = 704,3 KgCO₂/m².SdP  EgesPCE,MAX = 759,4

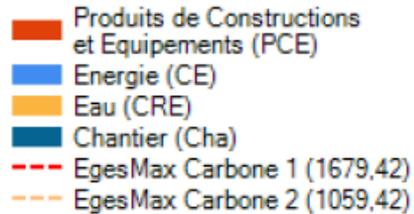
Emissions de gaz à effet de serre totales (4 contributeurs) = Ipce+Icha+Iœ+Icre-BeneficeGES

Emissions de gaz à effet de serre contributeur "Construction et équipements" = Ipce-BeneficeGESPCE

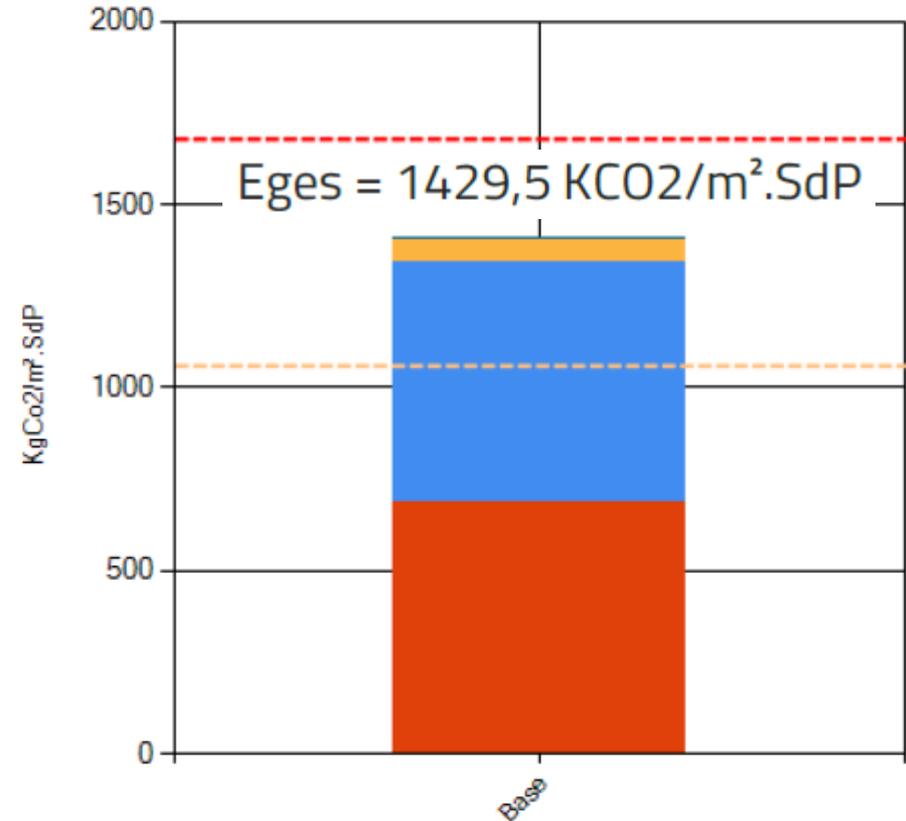


Conforme CARBONE 1

NIVEAU CARBONE

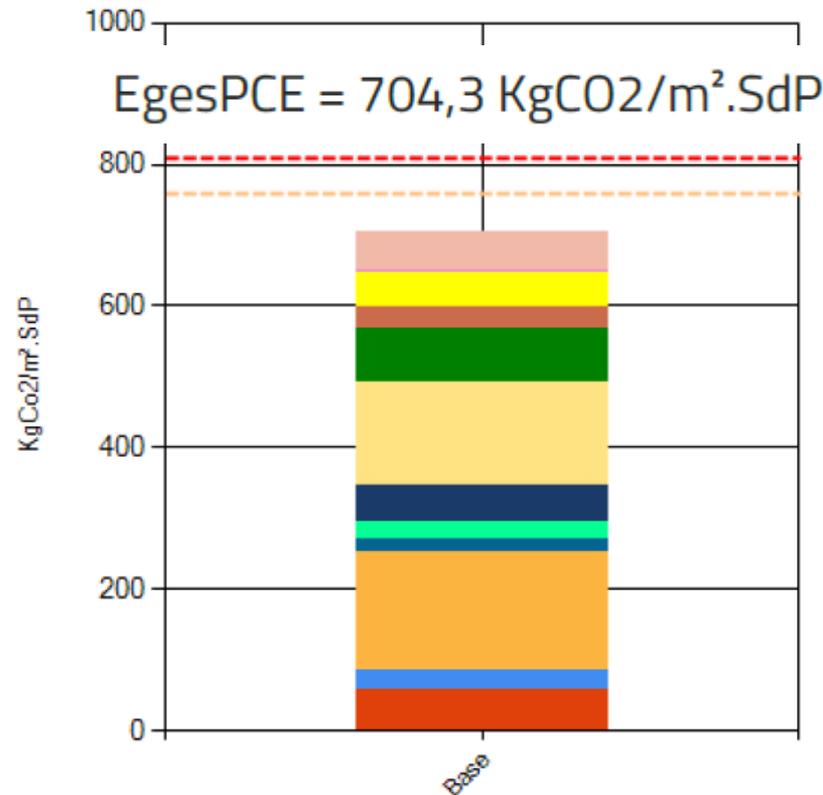


Contributeurs	Emissions GES [kg/m ² SDP]	Ratios
PCE	700	49 %
Energie	650	46 %
Eau	60	4 %
Chantier	12	< 1 %



NIVEAU CARBONE

- 1-VRD
- 2-Fondations et infrastructures
- 3-Superstructure, Maçonnerie
- 4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie
- 5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries intérieures
- 6-Façades et menuiseries extérieures
- 7-Revêtements des sols, murs et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration)
- 8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ecs)
- 9-Installations sanitaire
- 10-Réseaux d'énergie (courant fort)
- 11-Réseaux de communication (courant faible)
- 12-Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
- 13-Equipements de production locale d'électricité.
- Fluides frigorigènes.
- EgesPCEMax Carbone 1 (809,42)
- - - EgesPCEMax Carbone 2 (759,42)



- Revêtements = 108
- Isolation = 50
- Prod PV = 53
- Fenêtres PVC = 47
- Ossatures plancher + MFP = 56
- Fondations = 26

CLES DU SUCCES

- Sans ascenseur
- Sans parking couvert et enterré (volumes de terre + ventil/écl parking)
- Chantier hors-site
- Large utilisation du bois
 - 12 kg eq CO₂ OB façade/m²
 - 97 kg eq CO₂ voile béton/m²
 - Ponts thermiques réduits

ELEMENTS IMPACTANTS

- Sols PVC et chape sèche : données MDEGD
- Capteurs PV : données MDEGD
- Double Ossature bois pour les planchers et les refends
- Eléments plastiques et bétons
- Choix des fiches de données, ex :

■+ Menuiseries PVC

■+ Donnée générique par défaut

Eges = 1429,5 KCO₂/m².SdP

EgesPCE = 704,3 KgCO₂/m².SdP

■+ Donnée collective fabricants

Eges = 1446,2 KCO₂/m².SdP

EgesPCE = 721,0 KgCO₂/m².SdP



LIMITES ET DIFFICULTES RENCONTREES

- + Expérimentation = évolutions constante des données
- + Expérimentation = absence de données
- + Frontière floue du niveau de détail demandé
- + Regard critique sur le contenu des données environnementales
- + Méthodologie de saisie : ratios
- + Labélisation = évaluation de la cohérence des données en phase étude (estimations nécessaires)

CONCLUSION

- Champ expérimental
- Méthodologie à acquérir
- Regard critique données
- Mise à jour moteur de calcul pour intégration la DIES pour confort d'été
- Où trouver des réponses/données :
 - Site dédié : <http://batiment-energiecarbone.fr> (demande de MGED)
 - Forum : <http://forum.batiment-energiecarbone.fr/discussions/p1>
 - Configureurs : <http://de-bois.fr/fr/Mur-Ossature-Bois>