



VELUX®

Rénovation d'une maison à Morangis

ANNEXE – Rapport détaillé : Analyse en cycle de vie

VELUX – LIVING PLACES - RENOVATION

ARTELIA / 09/05/2025 / 10820835

ETUDE ANALYSE DE CYCLE DE VIE
RENOVATION D'UNE MAISON A MORANGIS - VELUX

ANNEXE – Rapport détaillé : Analyse en cycle de vieErreur ! Utilisez l'onglet Accueil pour appliquer CP_Type of assignment au texte que vous souhaitez faire apparaître ici.
VELUX
ETUDE ANALYSE DE CYCLE DE VIE

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	DATE
0	PREMIERE EMISSION	L. ENDRASS	09/05/2025
ARTELIA, BIDF, BRANCHE TRANSITION & PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE 16, RUE SIMONE VEIL – 93400 SAINT-OUEN-SUR-SEINE – TEL : +33 (0)1 55 84 10 10			

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1. LA RÉGLEMENTATION RE2020	4
2. PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE	5
2.1. Logiciel utilisé.....	5
2.2. Données environnementales.....	5
2.3. Périmètre	5
2.4. Indicateurs pris en compte dans l'étude	6
3. DONNÉES D'ENTRÉES	7
3.1. Quantitatifs et hypothèses	7
3.2. Surfaces de références prises en compte	7
4. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION	8
4.1. Synthèse des résultats RE2020	8
4.1.1. Détail du contributeur Ic_construction	8
4.1.2. Type de données utilisées pour les matériaux.....	10
4.1.3. Détail du contributeur Ic_énergie	11
4.2. Autres indicateurs et Active house radar	12
5. COMPARAISON PROJET AVANT ET APRÈS INTERVENTION VELUX	13
5.1. Résultats finaux.....	13
5.2. Variantes effectuées pendant la conception.....	14
6. TEMPS DE RETOUR CARBONE	15
7. INDICATEUR COMPLÉMENTAIRE : BIODIVERSITÉ.....	16

INTRODUCTION

Artelia a été missionnée dans le cadre du projet « Living Places Renovation » initié par VELUX France. Ce projet a pour objet d'expérimenter en situation réelle des concepts de rénovation permettant d'atteindre de meilleures performances énergétiques et de confort intérieur de l'habitat existant, en particulier dans l'habitat individuel avec combles aménageable.

Le projet de rénovation d'une maison à Morangis s'inscrit dans ce projet, en tant que pilote.

L'objet de cette étude est de réaliser l'analyse en cycle de vie du projet pour permettre le calcul du score selon le Active House radar.

Pour cela, la méthode de calcul utilisée s'appuie sur la RE2020 – calcul des impacts environnementaux selon la méthode dynamique.

L'ACV est une méthode d'évaluation environnementale qui mesure et quantifie différents impacts environnementaux durant l'ensemble des étapes du cycle de vie du produit (de l'extraction des matières premières et la fin de vie).

1. LA REGLEMENTATION RE2020

La méthodologie RE2020 a aussi été utilisée pour ce calcul. Toutes les émissions sont calculées en émissions dynamiques sur 50 ans.

Elle est composée de 3 principaux indicateurs :

- **ic_construction** : les émissions de gaz à effet de serre liées aux matériaux et au chantier. Les phases de fabrication et transport des matériaux, édification, maintenance, et fin de vie du bâtiment sont prises en comptes.
- **ic_energie** : les émissions de gaz à effet de serre liées aux consommations d'énergie pendant la durée de vie du bâtiment. Ces consommations sont estimées par l'étude thermique.
- **ic_batiment** : les émissions de gaz à effet de serre pour le bâtiment. Elles prennent en compte les matériaux et le chantier (ic_construction), l'énergie (ic_energie), ainsi que les émissions liées à l'eau consommée pendant la durée de vie du bâtiment.

Deux seuils réglementaires pour les émissions carbone

- **ic_construction_max** : les émissions des matériaux et du chantier doivent être inférieures à un seuil réglementaire pour être conforme à la RE2020.
- **ic_energie_max** : les émissions de l'énergie doivent être inférieures à un seuil réglementaire pour être conforme à la RE2020.

NB : La RE2020 ne donne pas le même poids à des émissions de gaz à effet de serre qui ont lieu à des dates différentes. La réglementation statue qu'il est préférable d'émettre 1 kgCO₂e dans 50 ans plutôt qu'aujourd'hui.

Un facteur de pondération est donc affecté aux émissions :

- 1 pour des émissions de l'année 0
- 0.58 pour l'année 50

2. PARAMETRES DE L'ETUDE

2.1. LOGICIEL UTILISE

Pour déterminer les impacts environnementaux, l'outil Vizcab a été utilisé. L'outil en ligne est disponible à l'adresse suivante : <https://app.vizcab.io/>. La base de données propose des fiches de déclaration vérifiées et compatibles avec les normes européennes, dont la base de données INIES.

Le calcul prend en compte un certain nombre d'indicateurs d'impacts environnementaux, définis par la norme NF EN 15804 :

- > Potentiel de réchauffement climatique [kg éq. CO₂], que l'on nommera Impacts Carbone par simplification
- > Potentiel de dégradation abiotique des ressources pour les éléments [kg éq. Sb], que l'on nommera Epuisement des ressources par simplification
- > Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire employées en tant que matières premières) [MJ], que l'on nommera Energie grise par simplification
- > Utilisation nette d'eau douce [m³]
- > Déchets dangereux utilisés [kg]
- > Déchets non dangereux utilisés [kg].

2.2. DONNEES ENVIRONNEMENTALES

L'ACV du bâtiment a été réalisée à partir des données environnementales de produits de construction de type FDES ou EPD, conformes à la norme NF EN 15804.

Les données environnementales contenant l'ensemble des indicateurs listés précédemment, sont principalement issues des Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires disponibles dans la base de données INIES.

Le logiciel Vizcab, utilise majoritairement les FDES et EPD issues de cette base de données INIES pour ses calculs.

Trois types de données sont et seront utilisés dans le cadre de cette étude :

- > Les **données « spécifiques »** qui définissent les impacts environnementaux d'un produit spécifique commercialisé sur le marché. Les impacts sont alors directement calculés par le fabricant et représentent les impacts les plus « réalistes » des produits mis en œuvre dans le bâtiment, s'ils sont connus.
- > Les **données « collectives »** qui définissent des impacts environnementaux pour un type de produit à partir de données d'entrée moyennes. Elles sont généralement réalisées par des syndicats industriels.
- > Les **données « par défaut »**. Ces données tendent à être pénalisantes par rapport à des données « spécifiques » ou « collectives » (rapport x 2 en général)

2.3. PERIMETRE

Les données environnementales ont été sélectionnées à partir des bases de données INIES (FDES).

Les impacts ont été calculés, sur la totalité du cycle de vie du bâtiment, en prenant en compte la Durée de Vie Typique des produits (X années) et la Durée de Vie Programmée du bâtiment (50 ans).

Au cours de cette phase, une ACV a été réalisée afin de calculer les différents impacts environnementaux de la maison.

Les familles de produits étudiées sont divisées en plusieurs lots :

- > Lot 1 : VRD (Voirie et Réseaux Divers)
- > Lot 2 : Fondations et infrastructures
- > Lot 3 : Superstructure – Maçonnerie
- > Lot 4 : Couverture – Etanchéité – Charpente – Zinguerie
- > Lot 5 : Cloisonnement – Doublage – Plafonds suspendus – Menuiseries intérieures
- > Lot 6 : Façade et menuiserie extérieures
- > Lot 7 : Revêtements des sols, murs et plafonds – Chape – Peintures – Produits de décoration
- > Lot 8 : CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement eau chaude sanitaire)
- > Lot 9 : Installations sanitaires
- > Lot 10 : Réseaux d'énergie (courant fort)
- > Lot 11 : Réseaux de communication (courant faible)
- > Lot 12 : Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
- > Lot 13 : Equipement de production locale d'électricité

Il est possible de modéliser les lots techniques (8.1, 10 et 11) avec des **valeurs forfaitaires** fournies par les référentiels. Il s'agit de modélisations approchées, basées sur la surface de plancher du projet et dimensionnés par le CSTB.

En accord avec les normes ISO 14040, ISO 14044 et ISO 21930, l'ACV du bâtiment est réalisée sur l'ensemble du cycle de vie de celui-ci : du berceau à la tombe (Cradle-to-Grave). Les données utilisées dans le cadre de cette étude présentent des impacts environnementaux calculés également sur l'ensemble de leur cycle de vie.

2.4. INDICATEURS PRIS EN COMPTE DANS L'ETUDE

Le calcul de la **performance Carbone** selon le référentiel RE2020 est réalisé selon **deux indicateurs** :

- > Un niveau d'émissions de gaz à effet de serre relatif aux Produits de Construction et Equipements et à l'empreinte carbone de la phase chantier : **Ic construction**.
- > Un niveau d'émissions de gaz à effet de serre relatif à la consommation d'énergie : **Ic énergie**

PI : La traduction du EGES dans la réglementation RE 2020 est le IC Bâtiment = IC Construction + IC Eau + IC Energie, ce n'est pas un indicateur réglementaire.

De plus, dans le cadre du Active House radar, nous avons également regardé l'impact environnementale des éléments suivants :

- Potentiel de réchauffement climatique (GWP)
- Appauvrissement de la couche d'ozone (ODP)
- Potentiel photochimique de création d'ozone (POCP)
- Potentiel d'acidification (AP)
- Potentiel d'eutrophisation (EP)

3. DONNEES D'ENTREES

3.1. QUANTITATIFS ET HYPOTHESES

Afin de modéliser au mieux les éléments du projet, nous avons utilisé les quantitatifs des différents devis, notamment ceux pour la toiture, les travaux de plomberie/chauffage, escaliers, électricité, maçonnerie, ITE et menuiseries.

En additions, plusieurs hypothèses concernant les matériaux et la méthodologie de calcul ont été pris en compte :

- Estimation des surfaces de murs neuf dans les combles, dont peinture
- Estimation des mètres liés aux gaines électriques, de plomberie

3.2. SURFACES DE REFERENCES PRISES EN COMPTE

La surface habitable prise en compte est de 81 m² pour le calcul ACV.

Emprise au sol : environ 57 m²

Surface de combles : 25 m² (SDP)

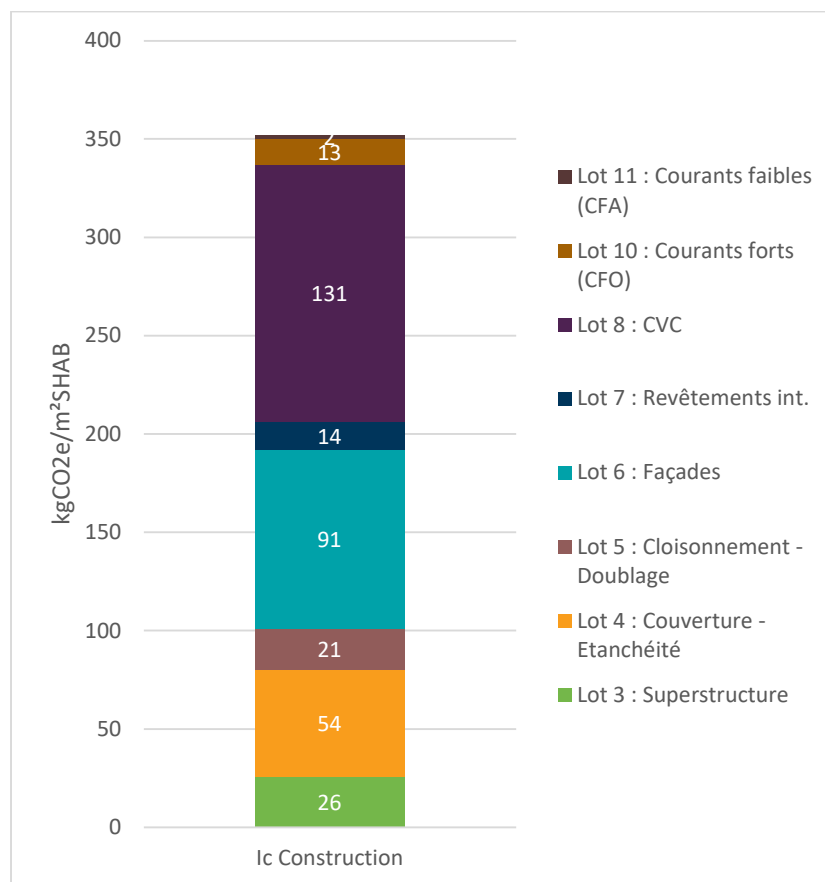
4. RESULTATS DE LA MODELISATION

4.1. SYNTHESE DES RESULTATS RE2020

Dans cette rubrique, nous mettons l'accent sur l'indicateur Carbone pris en compte dans la certification RE 2020 : le potentiel de réchauffement climatique, représenté par l'indicateur Production de kg.équivalent.CO2.

Indicateurs RE2020	Impact carbone kgCO2e/m²SHAB
lc_composant	351
lc_chantier	0,3
lc_construction (lc_composant + lc_chantier)	352
lc_eau	56,2
lc_énergie	176

4.1.1. Détail du contributeur lc_construction



ACV Dynamique RE2020 (kg éq. CO2/m² SHAB)		
Lot 1 : VRD		0
Lot 2 : Infrastructure		0
Lot 3 : Superstructure		26
Lot 4 : Couverture - Etanchéité		54
Lot 5 : Cloisonnement - Doublage		21
Lot 6 : Façades		91
Lot 7 : Revêtements		14
Lot 8 : CVC (yc fluides frigo)		131
Lot 9 : Installations sanitaires		0
Lot 10 : Réseaux d'énergie (CFO)		13
Lot 11 : Réseaux de communication (CFA)		2
Lot 12 : Appareils élévateurs		0
Lot 13 : Equipement prod. locale d'elec.		0
Ic_chantier		0,3
Ic_construction projet		352
Ic_Construction max	Seuil 2025	633
	Seuil 2028	567
	Seuil 2031	495

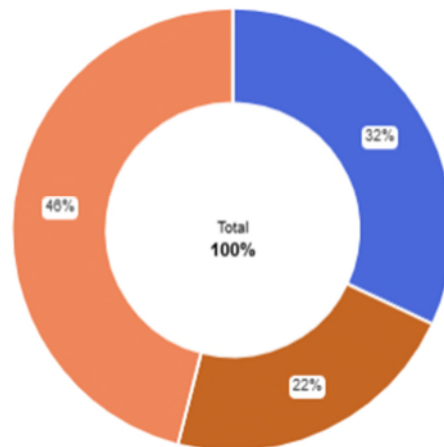
L'impact carbone des matériaux liés à la rénovation atteignent un total de 352 kgCO2e/m²SHAB.

Le lot CVC représente plus d'un tiers de l'impact total, en raison de l'installation d'une nouvelle PAC et ballon thermodynamique. Les façades représentent également un poids carbone important (25%) en raison du remplacement de toutes les menuiseries et l'ajout d'ouvrants dans les combles.

Enfin, le lot 4 représente 15% du poids carbone total, s'expliquant par la réfection de la toiture et l'ajout d'isolants.

4.1.2. Type de données utilisées pour les matériaux

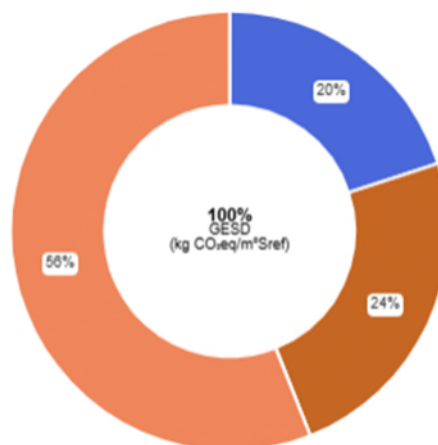
Nombre de fiche par type



Nombre %

Par défaut
Forfaitaires
Collectives
Individuelles
Configurées
De service

Impact GESD par type de fiche



kg CO₂eq/m² %

Par défaut
Forfaitaires
Collectives
Individuelles
Configurées
De service

Les graphiques ci-dessus donnent respectivement le pourcentage de types de fiches selon le nombre, et par poids carbone.

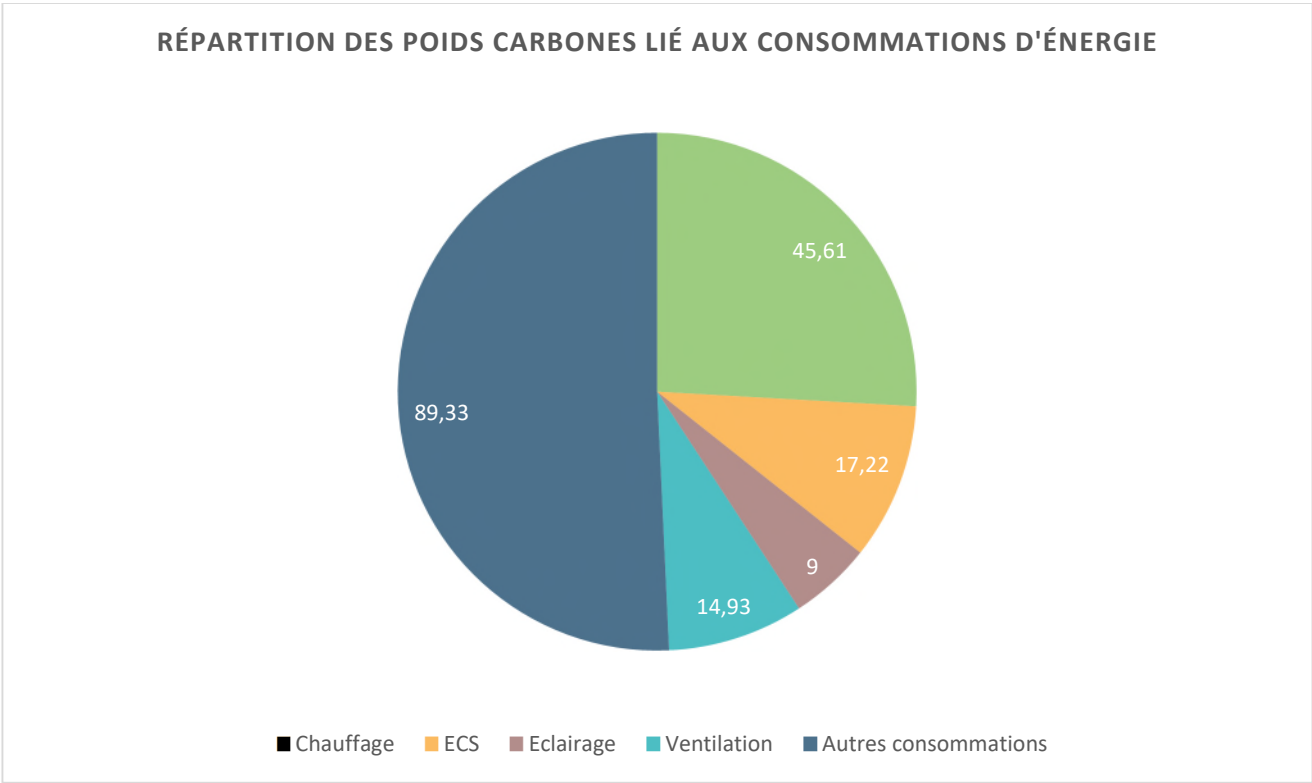
Il est possible de voir que, malgré une utilisation de 32% de données par défaut, seul 20% des émissions de CO₂ sont attribuées à ces fiches souvent pénalisantes.

L'utilisation de FDES individuelles a été maximisée pour cette opération - même lors de l'absence de référence sur INIES afin d'obtenir un poids carbone plus proche de la réalité, le projet n'étant pas soumis à certification.

Les 5 FDES les plus impactantes sur le projet sont :

- La PAC : 73 kgCO₂e/m²
- Le ballon thermodynamique : 30 kgCO₂e/m²
- L'enduit extérieur de la façade : 22 kgCO₂e/m²
- Les radiateurs à eau en acier : 20 kgCO₂e/m²
- L'isolation UTherm : 16 kgCO₂e/m²

4.1.3. Détail du contributeur Ic_énergie



Ic_energie		
Ic_Energie max	Ic_energie projet	176
	Seuil 2025 à 2031	211

Les seuils de la RE2020 sont atteints sur le contributeur Ic_énergie pour la maison après rénovation.

4.2. AUTRES INDICATEURS ET ACTIVE HOUSE RADAR

En addition au potentiel de réchauffement climatique (souvent dit impact carbone), les autres indicateurs présents dans le référentiel Active House ont été calculés sur le cycle de vie du projet.

Les résultats sont donnés ci-dessous :

Données projet			Score Active House
Potentiel de réchauffement climatique (GWP)	7,04	kg éq. CFC 11/m ² Sref.year	2
Appauvrissement de la couche d'ozone	1,64E-05	kg éq. éthylène/m ² Sref.year	Out of scope
Potentiel photochimique de création d'ozone (POCP)	5,32E-01	kg éq. SO ₂ /m ² Sref.year	Out of scope
Potentiel d'acidification (AP)	2,24E-02	kg éq. (PO ₄) ³⁻ /m ² Sref.year	2
Potentiel d'eutrophisation (EP)	7,18E-03	kg éq. CFC 11/m ² Sref.year	3

Comment

Contenu recyclé	<5% en masse	Uniquement le sol des combles	4
Contenu recyclable ou réutilisable	10-30%	Estimation	3
Bois d'origine responsable	50 %	Sur les infos obtenues	2
Origine déclarée (FDES)	40%	FDES individuelles et collectives	3

Concernant le contenu recyclé, il est prévu de réutiliser le sol stratifié présent dans le salon de la maison pour l'aménagement des combles. En ce qui concerne les autres indicateurs de recyclage, ce dernier a été estimé basé sur les matériaux employés – sans pouvoir extraire directement cette donnée du calcul.

Les éléments en bois neuf sur ce projet sont les escaliers et la charpente – à ce stade du projet, nous avons estimé que 50% de ces éléments sont d'origine responsables en l'attente d'informations supplémentaire de la part des entreprises.

5. COMPARAISON PROJET AVANT ET APRES INTERVENTION VELUX

5.1. RESULTATS FINAUX

Dans cette partie, on s'intéresse à voir la différence entre le scénario 'Base' des travaux initiaux prévus avant l'intervention de Velux sur le projet, et la partie 'travaux modifiés Velux'.

Pour cela, l'ACV a été réalisée deux fois afin de permettre une comparaison - d'un point de vue impact carbone – sur les évolutions du projet.

Ic Construction (kgCO2e/m²)	Base	Modifs Velux	Différence	Modifications
<i>Lot 1 : VRD</i>	0	0	0	
<i>Lot 2 : Fondations et Infrastructure</i>	0	0	0	
Lot 3 : Superstructure	22	26	+4	=> Ajout Fermacell, isolant RDC
Lot 4 : Couverture - Etanchéité	54	54	0	
Lot 5 : Cloisonnement - Doublage	12	21	+9	=> Ajout isolation rampants
Lot 6 : Façades	103	91	-12	=> Modification ITE
Lot 7 : Revêtements int.	24	14	-10	=> Modification de peinture (préconisé)
Lot 8 : CVC	131	131	0	
<i>Lot 9 : Installations sanitaires</i>	0	0	0	
Lot 10 : Courants forts (CFO)	9	13	+4	=> Ajout d'un compteur PAC
Lot 11 : Courants faibles (CFA)	0	2	+2	=> Ajout du module Somfy
Lot 12 : Ascenseurs	0	0	0	
Lot 13 : Photovoltaïque	0	0	0	
Total	355	352	-3	

L'intervention de Velux dans cette démarche de rénovation a permis d'économiser l'équivalent de 3 kgCO2e/m² sur 50 ans, notamment par l'utilisation de matériaux à plus faible impact carbone.

Note : ces résultats ne prennent pas en compte les modifications de fin mai 2025 concernant la modification de pose du Fermacell.

5.2. VARIANTES EFFECTUEES PENDANT LA CONCEPTION

Lors de la première phase du projet, différentes réflexions ont été portées sur le choix des matériaux. Pour cela, différentes variantes ont été réalisées et sont présentées ci-dessous.

Elément	Base	Variante	Différence d'impact carbone (kgCO2e/m²)
Quantité et tailles fenêtres	4 velux de dimension : surface velux 1.88*1.4 = 2.6 * 4 velux = 10.5 m2	Suppression Velux à l'ouest + réduction sur les escaliers	-4,05
Ajout masse sol comble	-	Plaques de Fermacell au sol	+4,29
Ajout masse toit	-	Plaques de Fermacell en plafond des combles	+2,63
Isolation toiture EXT	ITE: 14 cm en polyuréthane R=4,5	ITE: 16 cm Laine de bois R:7,4 (Unilin Utherm)	-5,45
Isolation toiture EXT	ITE: 14 cm en polyuréthane R=4,5	remplacement ITE laine de verre 160 mm R=5,3	-4,78
Isolation toiture INT	Absence d'ITI pour la toiture	Ajout 8 cm laine de bois	+3,24
Isolation toiture INT	Absence d'ITI pour la toiture	Ajout 8 cm laine de verre	+1,8
Contremarches	Escalier en bois	Contremarches	-0,71
		Pas de contremarches	-0,95
Radiateurs combles	2 radiateurs à eau chaude haute température acier type 22	2 radiateurs électriques	-0,88
		Suppression d'un radiateur dans les combles	-5,7

Ces impacts carbone sont directement liés au choix des FDES spécifique pour la comparaison.

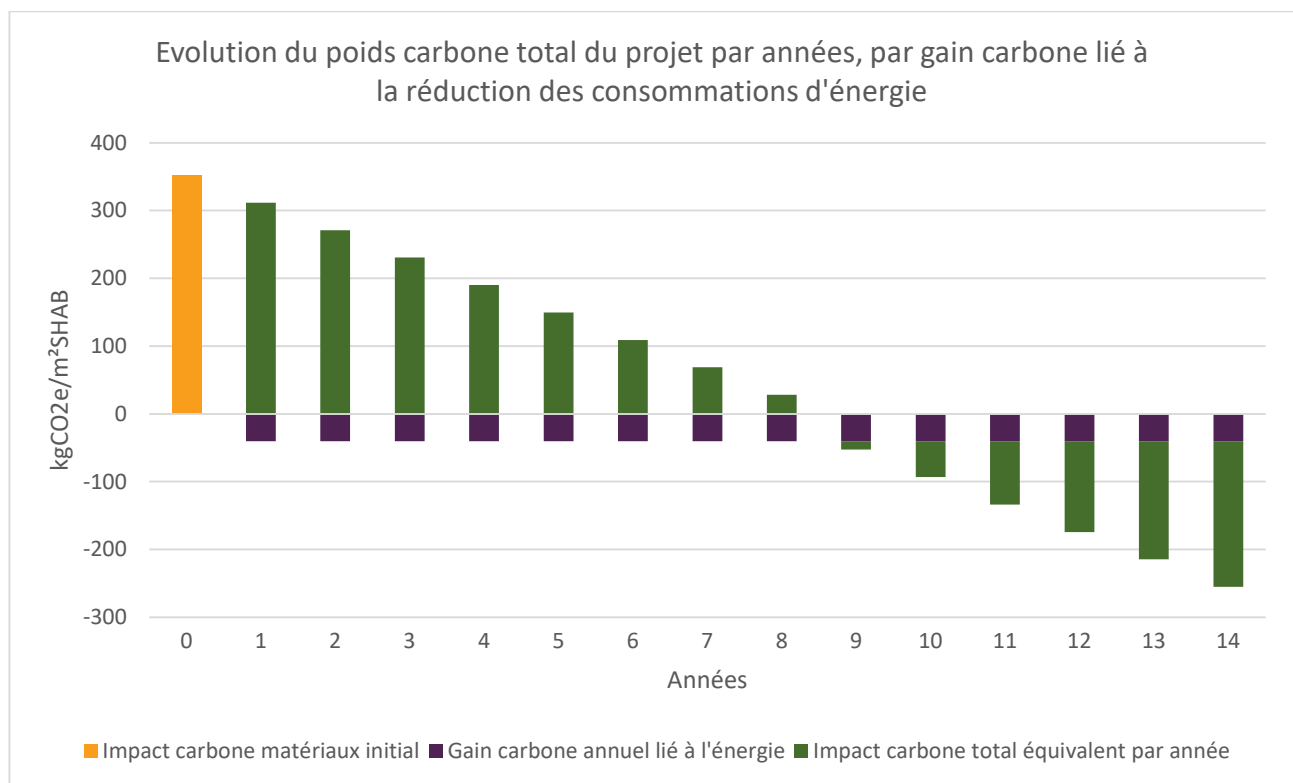
6. TEMPS DE RETOUR CARBONE

Dans cette partie, on s'intéresse au 'temps retour carbone', à savoir le temps nécessaire pour compenser le carbone émis par l'ajout de nouveaux matériaux, en comparaison aux bénéfices liés à la réduction des consommations énergétiques.

Pour cela, il est nécessaire de comparer l'impact carbone lié à l'énergie avant et après travaux.

Impact carbone matériaux sur 50 ans (kgCO ₂ e/m ²)	Impact carbone lié à l'énergie – avant travaux (kgCO ₂ e/m ² .an)	Impact carbone lié à l'énergie – après travaux (kgCO ₂ e/m ² .an)	Gain carbone sur l'énergie (kgCO ₂ e/m ² .an)	Temps de retour carbone
352	44	3,52	40,48	Calcul : 352/40,48 = 8,7 ans

Ce temps de retour carbone nous permet de constater que l'ajout de nouveaux matériaux sur le projet est compensé – sur l'aspect impact carbone - au bout de 8,7 ans. Au-delà de cette période, on peut considérer que l'on « gagne » du carbone par rapport à la précédente installation.



Il est possible de voir sur ce graphique, que chaque année l'équivalent de 40 kgCO₂e/m² sont économisés suite à la rénovation énergétique de la maison, permettant ainsi d'obtenir un temps de retour carbone de moins de 9 ans.

Sur 50 ans, la réduction estimée en poids carbone est de - 1 672 kgCO₂e/m²SHAB.

Pour simplifier les calculs, le poids carbone des matériaux sur 50 ans a été ici pris en compte à 100% à l'année 0 – théoriquement ces impacts peuvent être répartis sur les 50 années selon le renouvellement des matériaux, mais les logiciels de calculs ne nous permettent pas de différencier le poids carbone par années à ce stade.

Ces calculs ne prennent également pas en compte l'évolution du mix énergétique français et de l'impact carbone / kWh.

7. INDICATEUR COMPLEMENTAIRE : BIODIVERSITE

Pour aller plus loin, l'indicateur de perte de biodiversité a été calculé pour le projet de rénovation.

L'outil utilisé est celui développé par Doughnut for Urban Development : outil d'impact sur la biodiversité du cycle de vie, basé sur un cycle de vie de 50 ans.

Cet outil prend en compte 3 aspects pouvant nuire à la biodiversité :

- Les impacts liés au terrain (changement d'usage, réduction des forêts, espaces humides etc.)
- Les impacts liés aux nouveaux matériaux
- Les impacts liés à l'énergie

Unité : espèces.an	Impact lié au l'usage des sols	Impact lié à l'énergie d'exploitation	Impact lié au matériaux
Avant travaux	-	1,5E-03	-
Après travaux - Base	-	4,2 E-04	2,8 E-04
Après travaux – Velux	-	4,2 E-04	2,7 E-04

L'impact lié à l'usage des sols est nul ici, car il n'y a pas de transformation de type d'usage sur le projet (sol urbain). Concernant l'énergie, avant travaux les impacts sont plus faibles car l'électricité a un impact supérieur à celui de la chaleur dans cet outil.

Les différences entre la Base et les travaux Velux sont très faibles sur l'aspect matériaux.

Les matériaux les plus impactant sont visibles dans le graphique suivant :

