



Pôle Patrimoines

Ministère de la Justice

11/04/2024

Analyse de Cycle de Vie

Barre d'Ateliers des Chutes Lavie - Marseille



SOMMAIRE

- 1 INTRODUCTION 3
 - 1.1 PREAMBULE 3
 - 1.2 DONNEES ADMINISTRATIVES 3
 - 1.3 DESCRIPTION DU BATIMENT 4
- 2 MODELISATION 5
 - 2.1 COLLECTE DES DONNEES 5
 - 2.2 MODELISATION NUMERIQUE (TYPE STD) 5
 - 2.3 ZONAGE DU BATIMENT 6
 - 2.4 DONNEES TECHNIQUES DU BATIMENT 7
- 3 ANALYSE DE CYCLE DE VIE : ACV EQUER 9
 - 3.1 SCENARIO 1 : REHABILITATION DU SITE 10
 - 3.1.1 Résultat global 11
 - 3.1.2 Résultats détaillés 12
 - 3.2 SCENARIO 2 : DEMOLITION ET RECONSTRUCTION DU SITE 13
 - 3.2.1 Résultat global 14
- 4 SYNTHESE DE L’ACV 18
- 5 CONCLUSION DE L’ACV 23
- 6 ANNEXE 24
- 7 GLOSSAIRE 27

1 INTRODUCTION

1.1 PREAMBULE

Le Ministère de la Justice a chargé le bureau d’étude SERMET de réaliser deux Analyses de Cycle de Vie (ACV) comparatives pour le projet de réhabilitation de la barre d’Atelier des Chutes Lavie à Marseille. Au vu de la vétusté des locaux, la Direction Inter-Régionale de la Protection Judiciaire de la Jeunesse Sud-Est souhaite restructurer la barre d’ateliers soit par une opération de réhabilitation, soit par une opération de démolition-reconstruction.

L’objectif principal de cette étude est d’évaluer les impacts de ces deux options afin de déterminer celle présentant les meilleures performances environnementales. Les impacts environnementaux évalués au cours de cette étude sont définis dans la partie [7. Glossaire](#).

Dans cette optique, le présent rapport abordera les points suivants :

- Modélisation numérique du bâtiment projet ;
- Elaboration d’une ACV de démolition du bâtiment existant et de reconstruction basée sur la modélisation ;
- Elaboration d’une ACV de rénovation du bâtiment existant basée sur la modélisation ;
- Synthèse et préconisations pour la rénovation.

1.2 DONNEES ADMINISTRATIVES

Maître d’ouvrage	
Nom ou raison sociale	Ministère de la Justice
Adresse	350 Avenue du Club Hippique, 13096 Aix-en-Provence
Contact tél/mail	04 13 10 90 01

Bureau d’Etudes	
Nom ou raison sociale	SERMET
Adresse	290 Avenue Galilée, 13100 Aix-en-Provence
Contact tél/mail	01 43 97 93 49

Informations sur les outils de simulation :

Date de l’étude	03-2024
Editeur de logiciel	IZUBA énergies
Nom du logiciel	Pléiades
Version du logiciel	6.24.2.0

1.3 DESCRIPTION DU BATIMENT

Nom	Barre d’Ateliers – Domaine des Chutes Lavie
Adresse	7/9 impasse Sylvestre, 13013 Marseille
Département	13 – Bouches-du-Rhône
Usage	Atelier industriel et artisanal
Unité foncière	Parcelle 888N 88 : 66 412 m ²
Surface au sol	1305.09 m ²
Nombre de niveau	1
Zone sismique	Faible
Altitude	76 m



Identification de la barre d’ateliers – Géoportail.fr

2 MODELISATION

Les simulations ont été effectuées à l'aide de la Simulation Thermique Dynamique (STD) du logiciel Pléiades, modélisation numérique. Le moteur de calcul permet de déterminer les besoins énergétiques de chacune des zones préalablement définies. Ces informations sont ensuite utilisées par le moteur de calcul EQUER pour extraire automatiquement toutes les caractéristiques du bâtiment saisi, fournissant ainsi une Analyse du Cycle de Vie (ACV) détaillée et rigoureuse.

2.1 COLLECTE DES DONNEES

Cette étude repose sur l'exploitation de données extraites du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) afin de modéliser le bâtiment. En particulier, la Notice RTEK – PRO, qui détaille la structure du projet de construction, comprenant les plans, le détail des menuiseries et la composition des parois. L'utilisation de ces données a été essentielle pour obtenir une modélisation précise, nécessaire à l'analyse du cycle de vie du site.

2.2 MODELISATION NUMERIQUE (TYPE STD)



Figure 1 : Façade OUEST



Figure 2 : Façade EST



Figure 3 : Coupe intérieure

2.3 ZONAGE DU BATIMENT

Le zonage du bâtiment a été effectué selon le plan de zoning fourni (cf. figure 4).

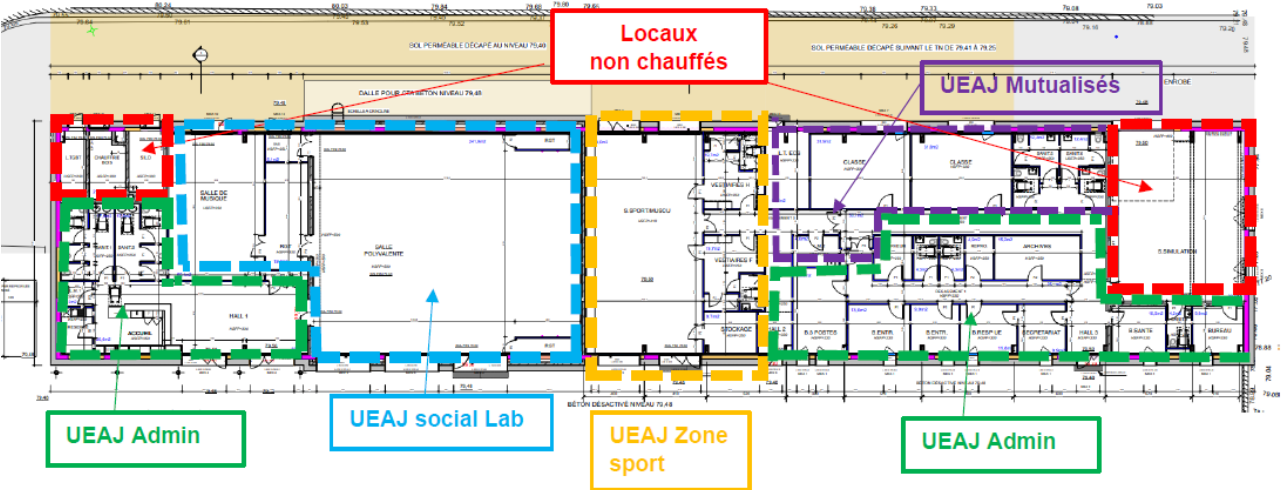


Figure 4 : Plan de zoning

Il est possible que des variations de surface existent entre la modélisation SERMET et la modélisation fournie pour chaque zone, cependant, il est essentiel de souligner que ces différences n'ont pas d'incidence sur l'ACV. En effet, cette dernière prend en considération la totalité de la surface du bâtiment et la quantité totale de matériaux, indépendamment des variations de surface dans chacune des zones.

Zone	Surface SHON (m ²)
Locaux non chauffés	125.98
UEAJ Admin	351.87
UEAJ Mutualisés	104.48
UEAJ Zone sport	167.17
UEAJ Social lab	344.29
TOTAL	1 093.79

2.4 DONNEES TECHNIQUES DU BATIMENT

Les données techniques du bâtiment sont reportées dans les tableaux ci-dessous. Les compositions se basent sur les matériaux du projet après rénovation explicités dans la NOTICE RTE-PRO.

Type	Composition (Ext -> Int)
Toiture terrasse bac acier	Laine de verre Pare-vapeur Acier Ouate de cellulose Placoplatre BA 18
Toiture terrasse bac acier sur LNC	Laine de verre Pare-vapeur Acier Placoplatre BA 18
Plancher bas	Béton lourd (existant) Panneau de liège Mortier
Mur extérieur	Paille compactée Béton lourd (existant) Laine de roche Placoplatre BA 13
Mur extérieur salle polyvalente	Paille compactée Béton plein armé Lame d'air 100 mm Béton lourd (existant) Placoplatre BA 13 Laine de roche Placoplatre BA 13
Mur intérieur sur LNC	Placoplatre BA 13 Ouate de cellulose Béton lourd (existant)
Mur intérieur de refend	Placoplatre BA 13 Laine de roche Béton lourd (existant) Laine de roche Placoplatre BA 13
Cloison projet	Placoplatre BA 13 Laine de roche Placoplatre BA 13

Nom	Masse volumique Kg/m ³	Surface m ²	Volume m ³	Poids Kg
Paille compactée	350.00	874.32	314.75	110 164.11
Lame d'air 100 mm flux horiz.	1.00	215.77	21.58	21.58
Laine de roche	25.00	2 520.59	133.65	3 341.35
Béton lourd	2 300.00	2 323.49	464.70	1 068 805.65
Placoplatre BA 18	850.00	1 094.48	19.70	16 745.49
Acier	7 800.00	1 094.48	11.49	89 627.83
Placoplatre BA 13	850.00	4 291.37	55.79	47 419.67
Mortier	2 000.00	1 093.79	54.69	109 378.57
Ouate de cellulose	55.00	233.81	24.47	1 345.99
Béton plein armé (1% < acier = 2%)	2 350.00	215.77	43.15	101 410.96
Panneau de liège	120.00	1 093.79	131.25	15 750.51
Pare-vapeur	10.00	1 094.48	1.09	10.94
Laines de verre (30 = ? < 40)	35.00	1 094.48	218.90	7 661.34

Les menuiseries sont en bois double vitrage 4/16/4.

Nom	Surface m ²
MEX 1	16.00
MEX 2	17.01
MEX 3	3.75
MEX 4	11.03
MEX 5	22.05
MEX 6	14.50
MEX 7	14.10
MEX 8	4.40
MEX 9	3.75
MEX 10	8.51
MEX 11	9.00
MEX 12	2.50
MEX 13	3.75
MEX 14	16.00
Porte bois intérieure	110.16

3 ANALYSE DE CYCLE DE VIE : ACV EQUER

L'objectif de cette étude est de comparer les impacts environnementaux du projet de réhabilitation de la barre d'ateliers avec ceux d'une construction-reconstruction.

Dans le but de faciliter la comparaison des impacts environnementaux entre le bâtiment existant et le bâtiment projet, l'analyse du cycle de vie se concentre exclusivement sur les aspects liés à la construction ou à la rénovation du bâtiment, en excluant la phase d'exploitation qui englobe la consommation d'énergie et d'eau, étant donné que le bâtiment est actuellement inoccupé.

Les hypothèses prises dans cette étude sont les suivantes :

- Nombre d'occupant fixé à zéro ;
- Consommation d'eau nulle ;
- Production de déchets sur le site nulle ;
- Distance parcourue en transport (trajet domicile-travail) fixée à zéro ;

En outre, l'analyse du cycle de vie de la barre d'atelier ne prend en compte que les matériaux qui la constituent. Cette approche permet une comparaison plus précise entre le bâtiment existant et le bâtiment projet, qui sera amené à recevoir des occupants et verra ces hypothèses modifiées.

Deux scénarios seront analysés :

- Scénario 1 : réhabilitation du bâtiment
- Scénario 2 : Démolition et reconstruction du bâtiment

Les nouveaux matériaux utilisés seront identiques pour les deux scénarios.

D'autres hypothèses sont à prendre en compte, communes aux scénarios analysés. Cela inclut le transport des déchets vers les installations de traitement et la distance parcourue pour acheminer les matériaux du site de production vers le chantier, avec des valeurs fixées respectivement à 20 km et 100 km. De plus, la durée de vie des menuiseries comme les portes et les fenêtres a été évaluée à 30 ans.

3.1 SCENARIO 1 : REHABILITATION DU SITE

Dans ce scénario de réhabilitation, les informations issues du CCTP et du carnet de plan architectural du DCE indiquent que les planchers bas et les murs de refends de la barre d'atelier seront démolis intégralement. Quant aux murs extérieurs, ils seront presque entièrement préservés, à l'exception de la façade EST qui est estimée être détruite à 50%.

En prenant en compte les surfaces totales conservées et détruites, il est possible d'évaluer le pourcentage des parois qui seront préservées dans ce scénario.

	Surface existante	Surface détruite
Refend	365 m ²	365 m ²
Murs extérieurs	950 m ²	200 m ²
Plancher Bas	1 200 m ²	1 200 m ²
TOTAL	2 515 m ²	1 765 m ²

Ainsi, on estime que seuls 30% du bâti existant est conservé, les 70% restants sont détruits et emmenés dans des usines de traitement. Les parois conservées sont isolées, notamment grâce à l'utilisation de paille compacte, tandis que toutes les menuiseries existantes sont remplacées par des modèles bois en double vitrage et à faible émissivité.

Les résultats obtenus proviennent de la phase de construction du site. Il a été retiré les impacts des éléments conservés (murs extérieurs bétons à hauteur de 30%). L'hypothèse considérée est que le béton existant est de type préfabriqué, ayant les caractéristiques suivantes :

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre	kg CO2 eq.	0.239900
Acidification	kg SO2 eq.	0.000568
Demande cumulative d'énergie	MJ	2.463000
Eau utilisée	l	2.950000
Déchets inertes produits	kg	0.000000
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0.000000
Eutrophisation	kg PO4 eq.	0.000046
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	0.000311
Ecotoxicité aquatique	m ³	2.083000
Déchets radioactifs	m ³	0.000000
Toxicité humaine	kg	0.000778
Odeur	m ³ air	264.900000

Figure 5 : Impacts du béton préfabriqué (Source : Ecoinvent 1996 Français)

3.1.1 Résultat global

Dans cette section sont détaillés les valeurs des 12 indicateurs d'impacts environnementaux calculés par le module ACV EQUER de Pléiades.

La réhabilitation du site aura l'impact environnemental suivant :

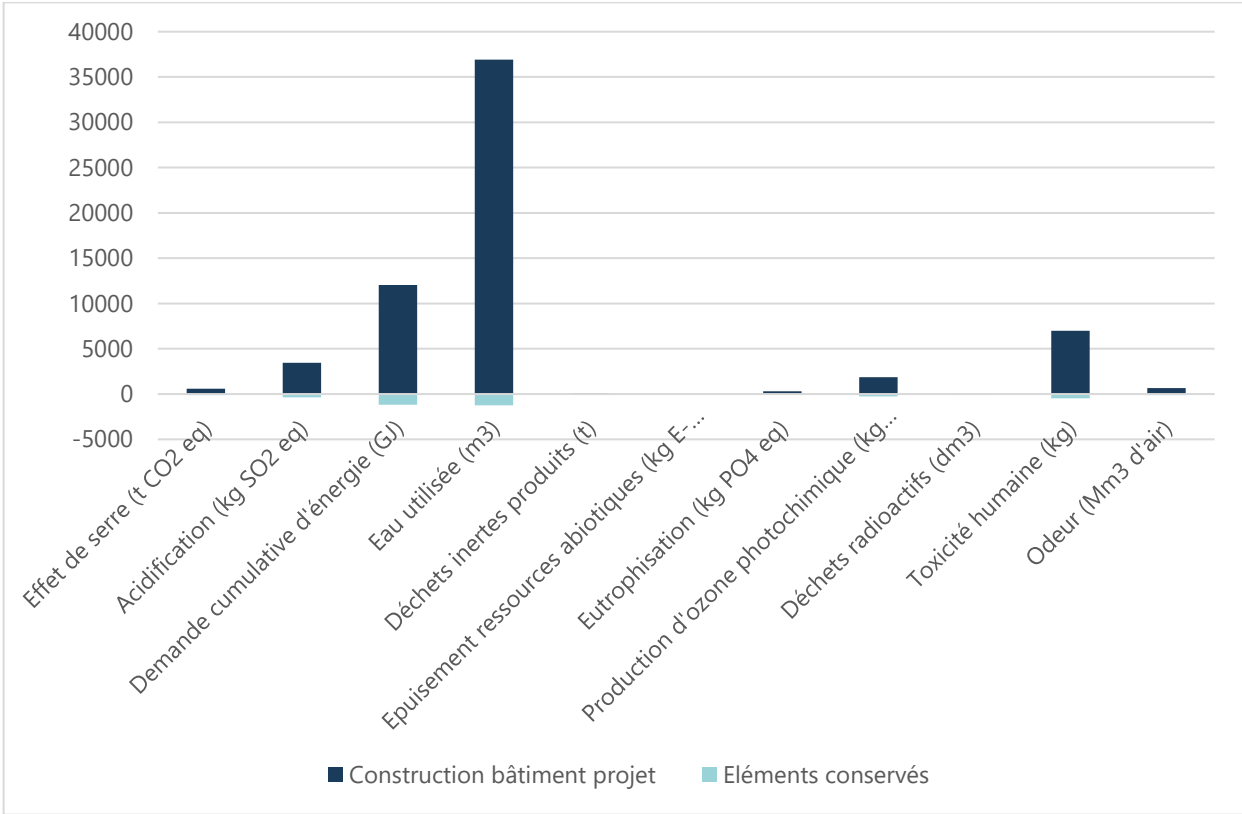
Impact	Unité	Valeur
Effet de serre	t CO2 eq.	470,29
Acidification	kg SO2 eq.	3 086,69
Demande cumulative d'énergie	GJ	10 890,49
Eau utilisée	m ³	35673,63
Déchets inertes produits	t	99,13
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0,00
Eutrophisation	kg PO4 eq.	249,66
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	1 595,29
Ecotoxicité aquatique	m ³	34 974 668,7
Déchets radioactifs	dm ³	1,78
Toxicité humaine	kg	6 520,31
Odeur	Mm ³ air	554,53

3.1.2 Résultats détaillés

La préservation des murs en béton est une mesure efficace pour réduire l’empreinte environnementale des travaux de la barre d’Ateliers. Néanmoins, dans ce contexte, moins de 50% des murs existants sont conservées, ce qui a un impact limité sur la réduction de l’empreinte environnementale. Le tableau ci-dessous présente d’une part les effets de la construction complète du bâtiment, tandis que de l’autre, il met en évidence les impacts des murs porteurs, les éléments conservés pour la réhabilitation (scénario 1).

	Construction bâtiment	Eléments conservés	Bilan projet
Effet de serre (t CO2 eq)	577,88	-107,59	470,29
Acidification (kg SO2 eq)	3 440,40	-353,71	3 086,69
Demande cumulative d’énergie (GJ)	12 053,08	-1 162,59	10 890,49
Eau utilisée (m3)	36 915,26	-1 241,63	35 673,63
Déchets inertes produits (t)	99,13	0,00	99,13
Epuisement ressources abiotiques (kg E-15)	0,00	0,00	0,00
Eutrophisation (kg PO4 eq)	288,53	-38,87	249,66
Production d’ozone photochimique (kg d’éthylène eq)	1 862,63	-267,34	1 595,29
Ecotoxicité aquatique (m3)	36 166 674,28	-1 192 005,58	34 974 668,7
Déchets radioactifs (dm3)	2,47	-0,69	1,78
Toxicité humaine (kg)	6 981,66	- 461,36	6 520,31
Odeur (Mm3 d’air)	668,46	-113,93	554,53

Le graphique ci-dessous illustre également cette affirmation, en ne tenant pas compte de l’indicateur d’écotoxicité aquatique pour une meilleure lisibilité des données.



3.2 SCENARIO 2 : DEMOLITION ET RECONSTRUCTION DU SITE

Dans ce second scénario, l'approche consiste à démolir entièrement le site existant et le reconstruire en utilisant des matériaux durables à faible émission de carbone. Les résultats ont été obtenus à partir de la phase de déconstruction, auxquels ont été ajoutés ceux de la construction du nouveau bâtiment. Pour la démolition, une hypothèse a été établie selon laquelle le béton constituant le bâtiment existant est préfabriqué, qui pour rappel, entraîne les impacts suivants :

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre	kg CO2 eq.	0.239900
Acidification	kg SO2 eq.	0.000568
Demande cumulative d'énergie	MJ	2.463000
Eau utilisee	l	2.950000
Déchets inertes produits	kg	0.000000
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0.000000
Eutrophisation	kg PO4 eq.	0.000046
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	0.000311
Ecotoxicite aquatique	m³	2.083000
Déchets radioactifs	m³	0.000000
Toxicité humaine	kg	0.000778
Odeur	m³ air	264.900000

Figure 6 : Impacts du béton préfabriqué (Source : Ecoinvent 1996 Français)

Pour la reconstruction du site, une construction en bois a été privilégiée utilisant des planches et du bois lamellé-collé dont les impacts sont les suivants :

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre	kg CO2 eq.	1.210000
Acidification	kg SO2 eq.	0.003564
Demande cumulative d'énergie	MJ	73.280000
Eau utilisée	l	13.200000
Déchets inertes produits	kg	0.106700
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0.000000
Eutrophisation	kg PO4 eq.	0.000347
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	0.002043
Ecotoxicité aquatique	m³	9.706000
Déchets radioactifs	m³	0.000000
Toxicité humaine	kg	0.004621
Odeur	m³ air	956.100000

Figure 7 : Impacts des planches en bois (Source : Ecoinvent 1996 Français)

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre	kg CO2 eq.	-0.640000
Acidification	kg SO2 eq.	0.004806
Demande cumulative d'énergie	MJ	53.110000
Eau utilisée	l	14.100000
Déchets inertes produits	kg	0.000000
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0.000000
Eutrophisation	kg PO4 eq.	0.000468
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	0.003352
Ecotoxicité aquatique	m³	17.920000
Déchets radioactifs	m³	0.000000
Toxicité humaine	kg	0.006290
Odeur	m³ air	1564.000000

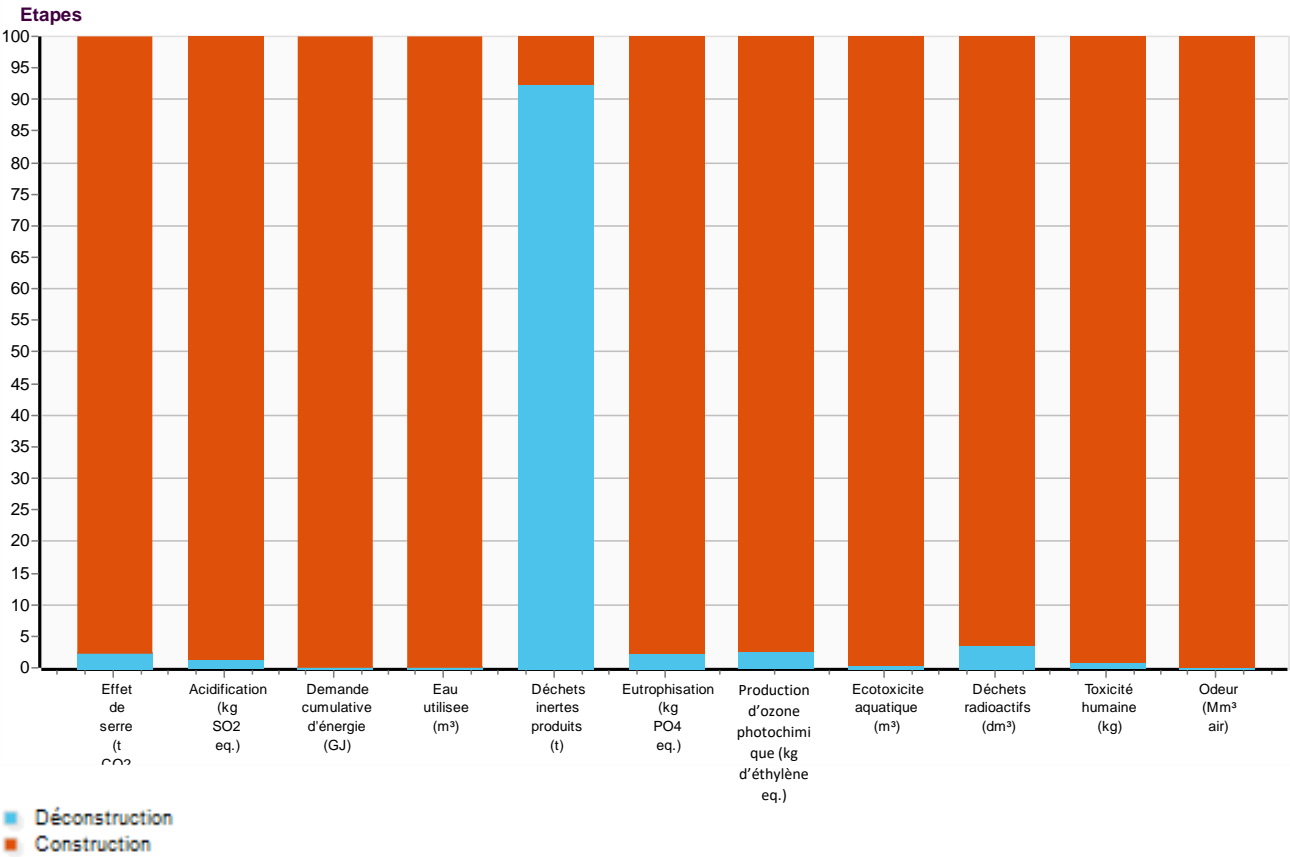
Figure 8 : Impacts du bois lamellé-collé (Source : Ecoinvent 1996 Français)

Le plancher bas du bâtiment est quant à lui reconstruit en béton, ayant les caractéristiques présentées au sein du tableau 2 en annexe du rapport.

3.2.1 Résultat global

De la même façon que le scénario 1, cette section détaille les valeurs des 12 indicateurs d'impacts environnementaux. Elle présente également les impacts issus de la déconstruction et ceux issus de la construction

Impact	Unité	Valeur
Effet de serre	t CO2 eq.	320.90
Acidification	kg SO2 eq.	6 234.55
Demande cumulative d'énergie	GJ	51 455.90
Eau utilisée	m³	43 518.27
Déchets inertes produits	t	1 701.95
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0
Eutrophisation	kg PO4 eq.	585.09
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	3 659.14
Ecotoxicité aquatique	m³	44 549 137.48
Déchets radioactifs	dm³	13.09
Toxicité humaine	kg	10 982.95
Odeur	Mm³ air	7 337.91



Le graphique ci-dessus permet une identification rapide des principaux impacts de chaque phase. La construction est significativement impliquée dans 11 des indicateurs, tandis que la phase de déconstruction affecte principalement la quantité de déchets générés (évacuation des déchets).

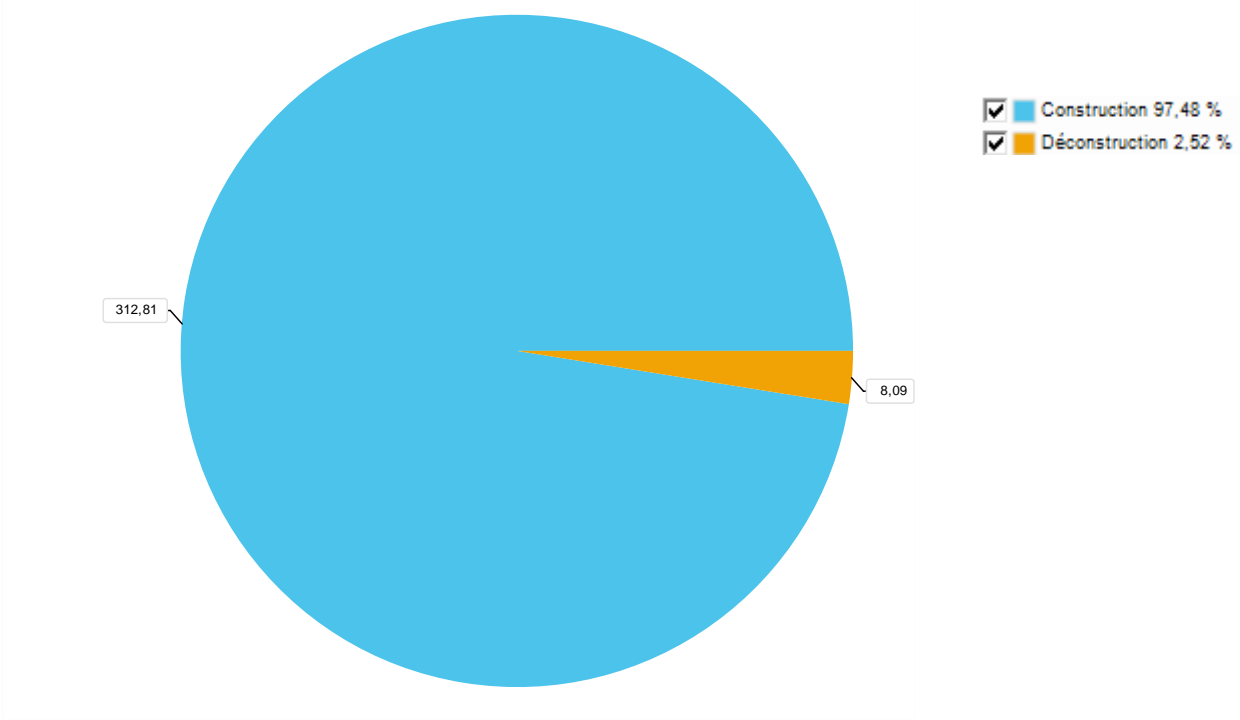


Figure 9 : Emissions de Gaz à effet de serre (tCO₂eq)

Le graphique ci-dessus présente la part de déconstruction (démolition) et la part de construction dans l’analyse du scénario 2 en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre. Le détail pour chaque phase est exprimé dans les graphes ci-dessous.

● La déconstruction :

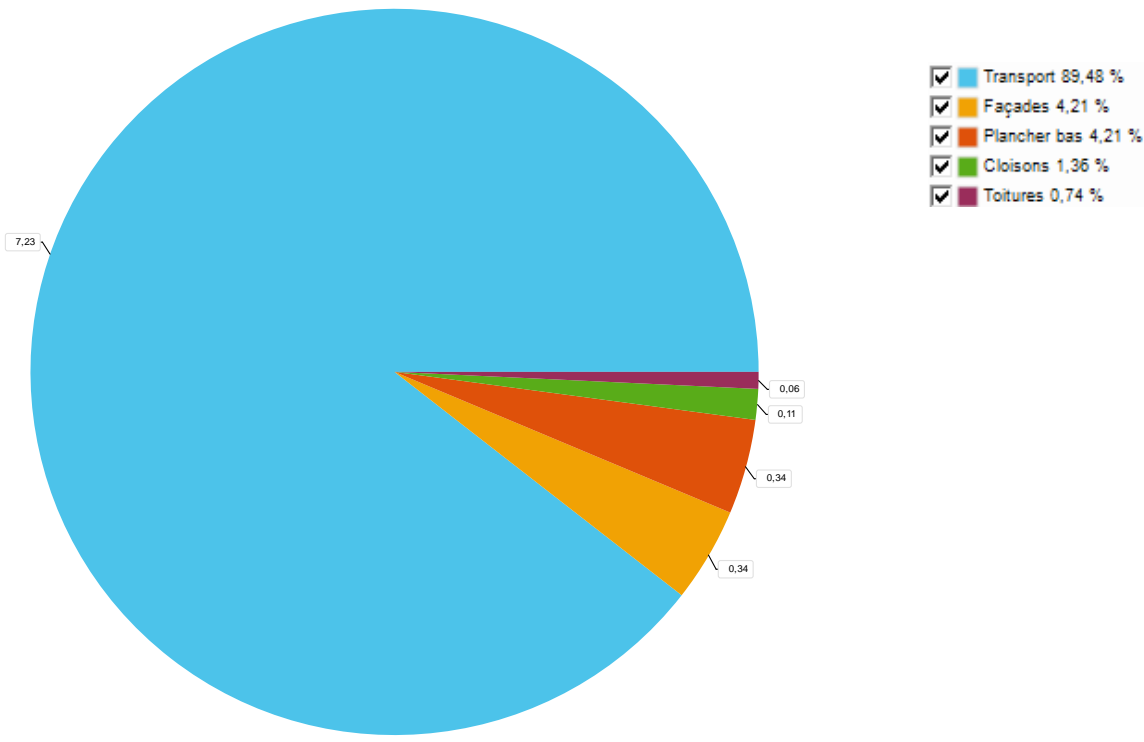


Figure 10 : Répartition des contributeurs à l’Effet de serre pour la "Déconstruction" (t CO₂ eq.)

Comme illustré dans le graphique ci-dessus, la phase de transport constitue la principale source d'émissions de gaz à effet de serre lors de la déconstruction, représentant près de 90% de la contribution totale. Il s'agit du transport des déchets vers des sites de valorisation ou d'élimination appropriés.

● **La construction :**

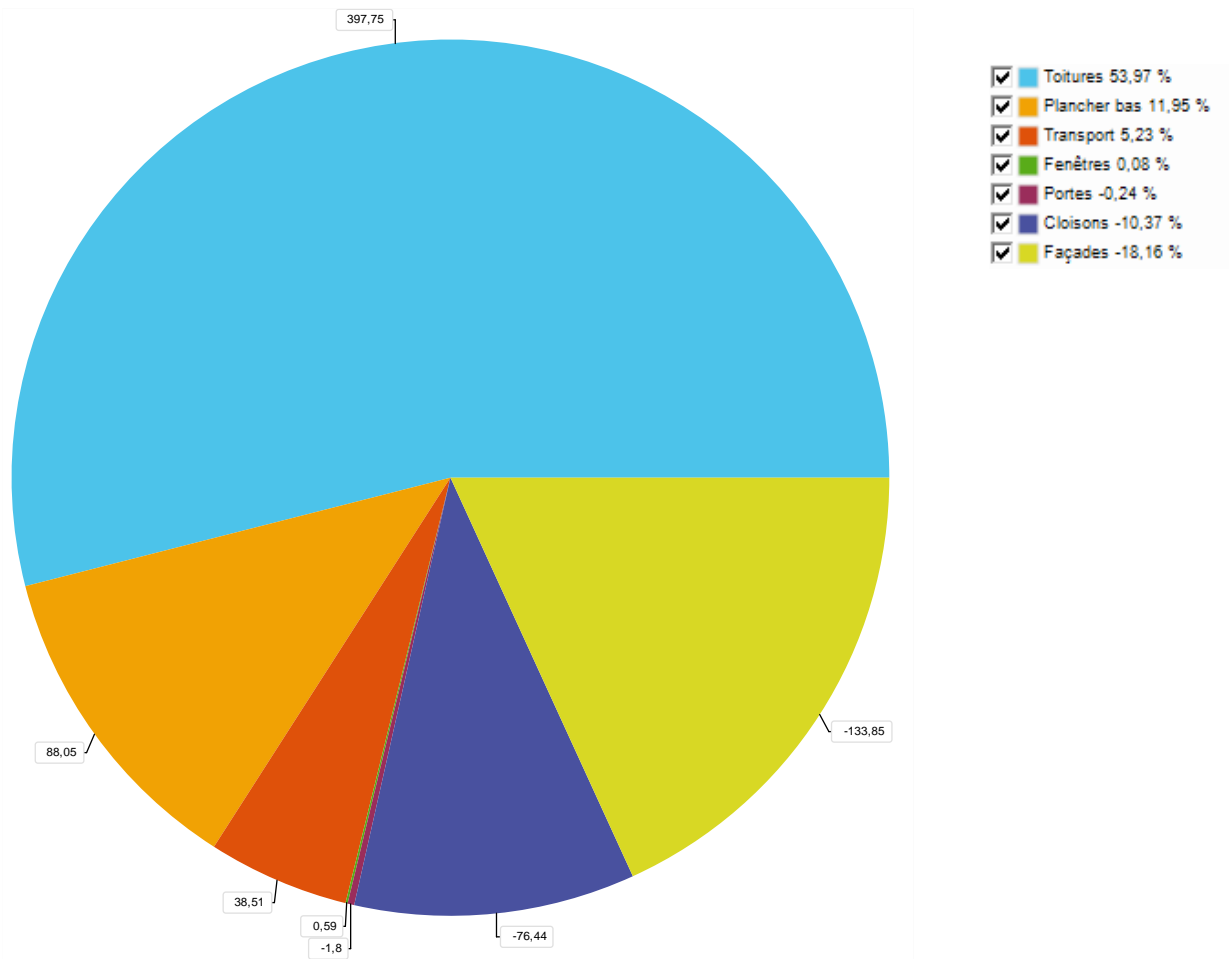


Figure 11 : Répartition des contributeurs à l'Effet de serre pour la "Construction" (t CO2 eq.)

En ce qui concerne la construction, la toiture du bâtiment est responsable de la plus grande part des émissions de carbone, principalement en raison de l'utilisation d'acier dans sa composition, dont la production à partir de minerai de fer génère des gaz à effet de serre. Les valeurs négatives représentent la capacité de certains matériaux à capter le CO2, notamment les matériaux naturels tels que le bois et la paille.

4 SYNTHÈSE DE L'ACV

Impact	Scénario 1	Scénario 2	Delta
Effet de serre (t CO2 eq)	470,29	320.90	149,39
Acidification (kg SO2 eq.)	3 086,69	6 234.55	3 147,86
Demande cumulative d'énergie (GJ)	10 890,49	51 455.90	40 565,41
Eau utilisée (m ³)	35673,63	43 518.27	7 844,64
Déchets inertes produits (t)	99,13	1 701.95	1 602,82
Epuisement ressources abiotiques (kg E-15)	0,00	0	0,00
Eutrophisation (kg PO4 eq.)	249,66	585.09	335,43
Production d'ozone photochimique (kg d'éthylène eq.)	1 595,29	3 659.14	2 063,85
Ecotoxicité aquatique (m ³)	34 974 668,7	44 549 137.48	9 574 468,78
Déchets radioactifs (dm ³)	1,78	13.09	11,31
Toxicité humaine (kg)	6 520,31	10 982.95	4 462,65
Odeur (Mm ³ air)	554,53	7 337.91	6 783,38

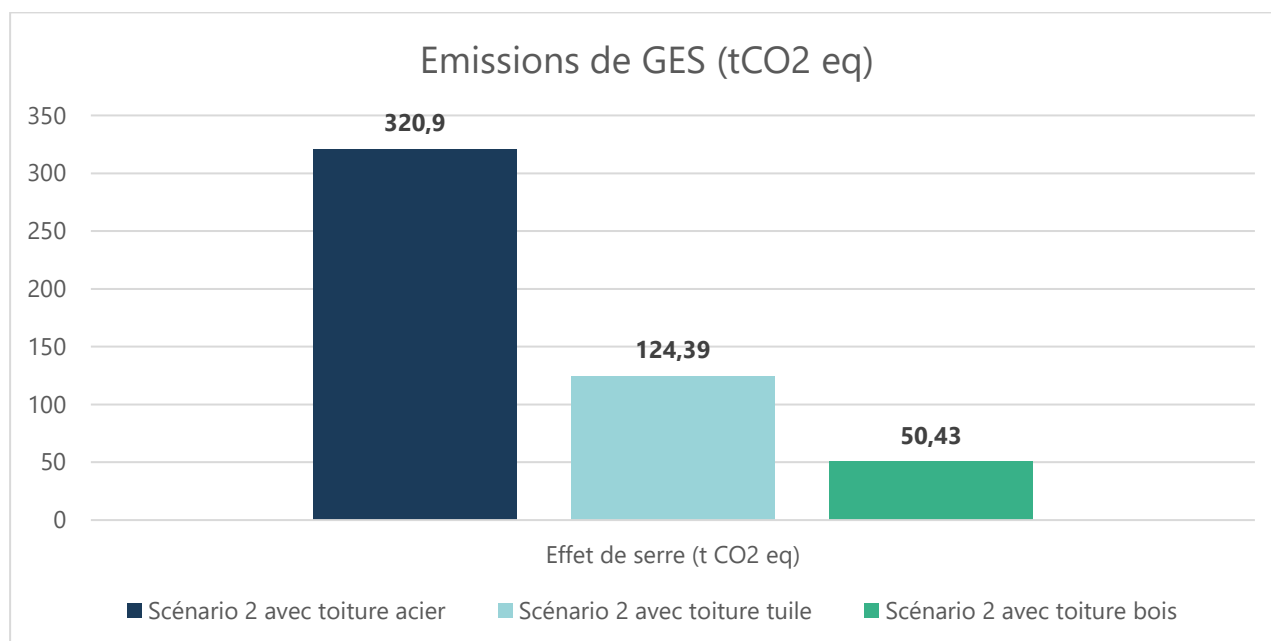
En synthèse de cette analyse, il apparaît que le projet de démolition-reconstruction (scénario 2) aura un impact environnemental plus faible que le projet de réhabilitation (scénario 1), sur la base des données fournies et des hypothèses choisies, notamment celle concernant le taux de conservation des fondations.

Dans le scénario 2 (reconstruction), l'impact de la toiture s'élève à près de 55% des émissions de gaz à effet de serre du projet dû à l'utilisation d'acier (bac acier). Les matériaux représentent à eux seuls 95% des émissions de GES, les 5% restants étant attribués aux transports. Afin de limiter ce taux, nous préconisons l'emploi de matériaux plus vertueux, à impact carbone amoindri, pouvant toutefois engendrer un surinvestissement.

Une alternative à la toiture en bac acier peut être envisagée :

- Toiture en bois certifié provenant de sources durables dont les propriétés d'isolation thermique permettent de réduire les coûts associés au chauffage et à la climatisation ;
- Toiture en tuiles ou en ardoise naturelle qui permet une bonne isolation thermique en plus d'être durable et respectueuse de l'environnement ;
- Toiture végétalisée agissant comme barrière protectrice contre les rayons UV et favorisant la biodiversité tout en isolant thermiquement le bâtiment ;
- Toiture en matériaux recyclés participant à la réduction des déchets produits et à la préservation des ressources naturelles tout en conservant ses propriétés thermiques.

Le graphique ci-dessous présente les impacts environnementaux du bâtiment, en termes d'émission de gaz à effet de serre, en fonction des alternatives de toitures mises en place.



Comme il est possible de constater, le remplacement d'une toiture en acier par une toiture en bois permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre de près de 85%. En termes d'entretien, une option à considérer serait une toiture en tuile, moins exigeante mais toujours capable de réduire les émissions de GES de plus de 61% par rapport au bac acier d'origine.

Nous créerons pour la suite du rapport un troisième scénario, variante du scénario 2 - reconstruction en considérant une toiture tuile avec charpente bois.

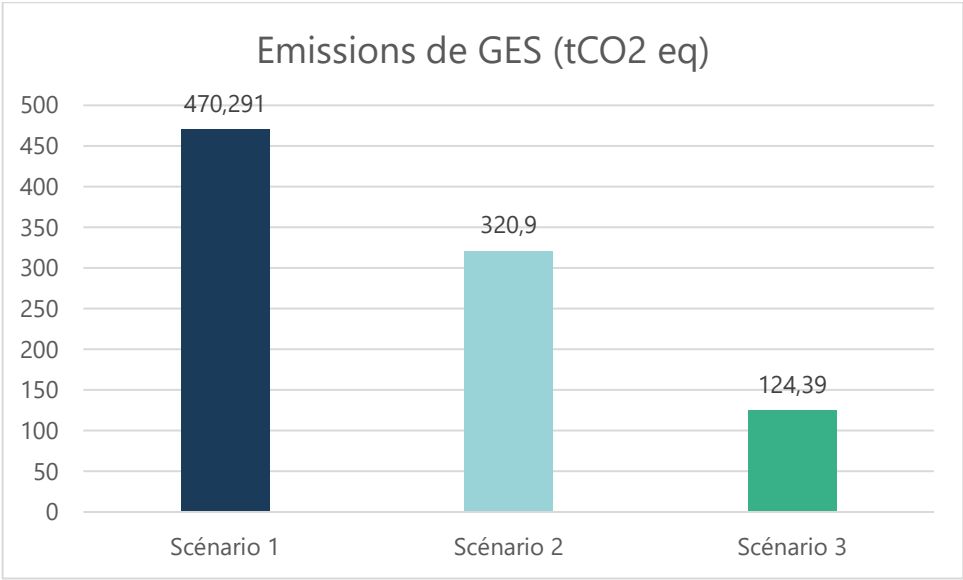
Le tableau ci-dessous présente une synthèse des impacts environnementaux des deux premiers scénarios analysés, ainsi que l'alternative toiture proposée dans un troisième scénario. Pour rappel :

1. Le premier scénario consiste à rénover le bâtiment existant en conservant uniquement les fondations et les murs extérieurs à hauteur de 30% ;
2. Dans le deuxième scénario, le bâtiment serait démoli puis reconstruit avec une structure en bois non certifié et une toiture en bac acier ;
3. Pour le troisième scénario, le bâtiment serait également démoli et reconstruit avec une structure en bois non certifié, mais cette fois-ci avec une toiture en tuile dont la charpente est en bois.

Les impacts en termes d'émissions de gaz à effet de serre de chaque composant sont présentés en annexe.

Impact	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Effet de serre (t CO2 eq)	470,29	320.90	124.39
Acidification (kg SO2 eq.)	3 086,69	6 234.55	9 338.46
Demande cumulative d'énergie (GJ)	10 890,49	51 455.90	51 728.81
Eau utilisée (m³)	35673,63	43 518.27	12 763.37
Déchets inertes produits (t)	99,13	1 701.95	1 602.82
Epuisement ressources abiotiques (kg E-15)	0,00	0	0
Eutrophisation (kg PO4 eq.)	249,66	585.09	489.94
Production d'ozone photochimique (kg d'éthylène eq.)	1 595,29	3 659.14	3 074.25
Ecotoxicité aquatique (m³)	34 974 668,7	44 549 137.48	14 237 129.09
Déchets radioactifs (dm³)	1,78	13.09	15.62
Toxicité humaine (kg)	6 520,31	10 982.95	6 411.22
Odeur (Mm³ air)	554,53	7 337.91	1 258.08

L’histogramme présenté ci-dessous permet de mettre en évidence les émissions de gaz à effet de serre associées à chaque scénario. On constate ainsi que le projet de démolition-reconstruction de la barre d’ateliers génère moins de GES, à condition qu’une alternative au bac acier soit choisie pour la construction de la toiture.



Afin d’atteindre ces résultats, il a été considéré qu’une toiture en tuile de terre à emboîtement a été posée sur une charpente bois dont les impacts sont les suivants :

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre	kg CO2 eq.	1.46
Acidification	kg SO2 eq.	0.00495
Demande cumulative d'énergie	MJ	20.8
Eau utilisée	l	0.0059
Déchets inertes produits	kg	1.98
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0.0000112
Eutrophisation	kg PO4 eq.	0.000871
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	0.000879
Ecotoxicité aquatique	m³	0.706
Déchets radioactifs	m³	0.000129
Toxicité humaine	kg	0
Odeur	m³ air	468

Figure 12 : Impact de la tuile en terre cuite à emboîtement (Source : INIES)

En ce qui concerne l’alternative bois, il s’agit d’une toiture en bois non certifié dont les impacts sont les suivants :

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre	kg CO2 eq.	1.2100E+0
Acidification	kg SO2 eq.	3.5640E-3
Demande cumulative d'énergie	MJ	7.3280E+1
Eau utilisée	l	1.3200E+1
Déchets inertes produits	kg	1.0670E-1
Epuisement ressources abiotiques	kg E-15	0.0000E-1
Eutrophisation	kg PO4 eq.	3.4680E-4
Production d'ozone photochimique	kg d'éthylène eq.	2.0430E-3
Ecotoxicité aquatique	m³	9.7060E+0
Déchets radioactifs	m³	2.6850E-8
Toxicité humaine	kg	4.6210E-3
Odeur	m³ air	9.5610E+2

Figure 13 : Impacts des planches de bois non certifié (Source : Ecoinvent 1996 Français)

Les données présentées ci-dessus tiennent compte de scénarios plutôt défavorables. En effet, il serait envisageable de réduire encore davantage l’empreinte environnementale du bâtiment en optant pour l’utilisation de matériaux en bois certifiés provenant de sources gérées de manière durable. Cela signifie que la récolte du bois est effectuée de manière à maintenir l’équilibre écologique de la forêt, à préserver sa biodiversité, et à garantir sa régénération à long terme. Ces matériaux certifiés ont donc des impacts sur l’effet de serre considérablement inférieurs à ceux non certifiés, ce qui contribuerait à une diminution plus significative des émissions de gaz à effet de serre. Toutefois, les coûts engendrés seront significativement plus élevés.

- RE 2020

D'un point de vue réglementaire, pour être conforme à la RE2020, le bâtiment construit doit respecter différents indicateurs, notamment le coefficient I_c bâtiment lié au volet carbone de la RE2020. Ce coefficient évalue l'empreinte carbone des matériaux constituant le bâtiment sur le changement climatique.



Des seuils doivent être respectés pour certains des coefficients notamment I_c Construction (composants + chantier) :

- De 2022 à 2024 : $I_{c_{\text{Construction}}} < 980 \text{ kg éq.CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$;
- De 2024 à 2027 : $I_{c_{\text{Construction}}} < 810 \text{ kg éq.CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$;
- De 2028 à 2030 : $I_{c_{\text{Construction}}} < 710 \text{ kg éq.CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$;
- À partir de 2031 : $I_{c_{\text{Construction}}} < 600 \text{ kg éq.CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$.

Avec une surface de $1\,305 \text{ m}^2$, les coefficients de construction I_c des scénarios 2 et 3 s'élèvent respectivement à **$245.9 \text{ kg éq.CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$** et **$95.3 \text{ kg éq.CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$** . Ces valeurs rendent le bâtiment conforme à la RE2020.

Nota : La réglementation impose la réalisation d'un calcul RE2020 comprenant une Analyse de cycle de vie pour toute construction neuve. Le projet neuf sera donc soumis à cette réglementation.

5 CONCLUSION DE L'ACV

A matériaux équivalents, le scénario de démolition-reconstruction (scénario 2) affiche une empreinte carbone inférieure à celle du scénario de réhabilitation (scénario 1). En optant pour des matériaux plus durables pour la conception de la toiture, il est possible de réduire encore davantage les impacts environnementaux de ce second scénario. L'utilisation d'une toiture en tuile avec une charpente en bois pourrait ainsi permettre au futur projet d'atteindre un équilibre environnemental et économique pertinent.

La construction en neuf du bâtiment sera aussi l'opportunité de portée une réflexion sur la conception bioclimatique du bâtiment (orientation, masques, matériaux...) ce qui permettra d'optimiser le confort thermique des usagers (été / hiver) et éventuelle d'adapter le bâtiment aux énergies renouvelables : bois énergie (bois déchiqueté, granulés), géothermie,

6 ANNEXE

Les tableaux ci-dessous synthétisent l’ensemble des matériaux considérés des scénarios 2 et 3, ainsi que les empreintes carbone qui leur sont attribuées.

Tableau 1 : Emissions de gaz à effet de serre des composants pour le scénario 2

Type	Composition (Ext -> Int)	Impact GES (kg CO2 eq)
Toiture terrasse Bois	Laine de verre	0.9679
	Pare-vapeur	-
	Bois non certifié	1.2100
	Ouate de cellulose	0.1124
	Placoplatre BA 18	0.3180
Toiture terrasse Bois sur LNC	Laine de verre	0.9679
	Pare-vapeur	-
	Bois non certifié	1.2100
	Placoplatre BA 18	0.3180
Plancher bas	Béton B25	0.1330
	Panneau de liège	-0.5000
	Mortier	0.2267
Mur extérieur	Paille compactée	-1.6490
	Bois lamellé-collé	-0.6400
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Mur extérieur salle polyvalente	Paille compactée	-1.6490
	Bois non certifié	1.2100
	Lame d’air 100 mm	-
	Bois non certifié	1.2100
	Placoplatre BA 13	0.3180
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Mur intérieur sur LNC	Placoplatre BA 13	0.3180
	Ouate de cellulose	0.1124
	Bois lamellé-collé	-0.6400

Mur intérieur de refend	Placoplatre BA 13	0.3180
	Laine de roche	1.4300
	Béton lamellé-collé	-0.6400
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Cloison projet	Placoplatre BA 13	0.3180
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Menuiseries	Bois double vitrage	5.2700
	Porte métallique	3.2810
	Porte bois intérieure	-24.830

Tableau 2 : Emissions de gaz à effet de serre des composants pour le scénario 3

Type	Composition (Ext -> Int)	Impact GES (kg CO2 eq)
Toiture Tuile	Laine de verre	0.9679
	Pare-vapeur	-
	Tuile	1.4600
	Charpente bois non certifié	1.2100
	Ouate de cellulose	0.1124
	Placoplatre BA 18	0.3180
Toiture Tuile sur LNC	Laine de verre	0.9679
	Pare-vapeur	-
	Tuile	1.4600
	Charpente bois non certifié	1.2100
	Placoplatre BA 18	0.3180
Plancher bas	Béton B25	0.1330
	Panneau de liège	-0.5000
	Mortier	0.2267
Mur extérieur	Paille compactée	-1.6490
	Bois lamellé-collé	-0.6400
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180

Mur extérieur salle polyvalente	Paille compactée	-1.6490
	Bois non certifié	1.2100
	Lame d’air 100 mm	-
	Bois non certifié	1.2100
	Placoplatre BA 13	0.3180
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Mur intérieur sur LNC	Placoplatre BA 13	0.3180
	Ouate de cellulose	0.1124
	Bois lamellé-collé	-0.6400
Mur intérieur de refend	Placoplatre BA 13	0.3180
	Laine de roche	1.4300
	Béton lamellé-collé	-0.6400
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Cloison projet	Placoplatre BA 13	0.3180
	Laine de roche	1.4300
	Placoplatre BA 13	0.3180
Menuiseries	Bois double vitrage	5.2700
	Porte métallique	3.2810
	Porte bois intérieure	-24.830

7 GLOSSAIRE

1. Effet de serre : Mesure de la capacité d'une substance à retenir la chaleur dans l'atmosphère, contribuant ainsi au réchauffement climatique.
2. Acidification : Évaluation de l'augmentation de l'acidité de l'air, du sol ou de l'eau due à des émissions de substances acidifiantes telles que les oxydes de soufre et d'azote.
3. Demande cumulative d'énergie : Quantification de la quantité totale d'énergie nécessaire pour soutenir un processus ou une activité, en prenant en compte l'ensemble des étapes de sa chaîne d'approvisionnement.
4. Eau utilisée : Mesure de la quantité d'eau consommée ou prélevée dans le cadre d'une activité ou d'un processus, incluant l'eau douce et l'eau non douce.
5. Déchets inertes produits : Évaluation des déchets générés par une activité ou un processus qui ne subissent pas de transformations significatives, tels que les déchets de construction ou les matériaux inertes.
6. Épuisement des ressources abiotiques : Mesure de la diminution des ressources naturelles non biologiques, telles que les minéraux et les métaux, résultant de leur exploitation.
7. Eutrophisation : Évaluation de l'enrichissement excessif des écosystèmes en nutriments, comme les nitrates et les phosphates, conduisant à des problèmes tels que les marées vertes et la dégradation de la qualité de l'eau.
8. Production d'ozone photochimique : Mesure de la formation d'ozone troposphérique résultant de réactions chimiques impliquant des précurseurs atmosphériques, tels que les composés organiques volatils et les oxydes d'azote.
9. Ecotoxicité aquatique : Évaluation de l'impact potentiel des substances sur les organismes aquatiques et les écosystèmes aquatiques.
10. Déchets radioactifs : Quantification des déchets contenant des substances radioactives, résultant généralement des activités nucléaires telles que la production d'énergie nucléaire ou la médecine nucléaire.
11. Toxicité humaine : Évaluation de l'impact potentiel des substances sur la santé humaine, généralement en se concentrant sur leur toxicité aiguë ou chronique.
12. Odeur : Évaluation de l'impact olfactif des substances, mesurant leur potentiel à générer des nuisances olfactives dans l'environnement.