



EUROPEAN UNION

Interreg



EUROPEAN UNION

France ( Channel  
Manche ) England

BIO-CIRC Project

European Regional Development Fund

# BIO-CIRC Project

**Bio**(and)**Circular** **I**nsulation for **R**esourceful  
**C**onstruction

## Rapport d'impact environnemental

*Analyse du cycle de vie des prototypes BIO-CIRC pour les contextes  
britannique et français*

*30 juin 2022 – Version finale*



EUROPEAN UNION  
European Regional Development Fund

nomadéïs

ASBP  
The Alliance  
for Sustainable  
Building Products

therma  
fleece  
Nature's finest insulation

backtoearth

## Synopsis du projet

---

Le projet BIO-CIRC (Bio(and)Circular Insulation for Resourceful Construction) souhaite apporter une réponse aux dépendances du secteur du bâtiment au carbone, à l'énergie et aux ressources tout en tirant partie d'un déchet non-valorisé : le polyester issu de literie usagée.

Le projet vise à concevoir, développer et à déployer 3 prototypes d'isolants innovants et bas-carbone fait à partir de polyester en combinaison avec des fibres biosourcées. Il vise aussi à promouvoir l'émergence d'une filière dédiée à la valorisation du polyester et l'usage de Fibres Naturelles et Recyclées dans la construction.

Ce projet est porté par un partenariat transmanche de 4 maillons clés et complémentaires de la chaîne de valeur du bâtiment :

- Nomadéis (chef de file) ;
- Alliance for Sustainable Building Products ;
- Eden Renewable Innovations ;
- Back to Earth.

Planifié sur une durée de 2 ans, le projet BIO-CIRC est financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER). La contribution du FEDER s'élève à 399 600€ pour un budget total de 499 500€.



EUROPEAN UNION



**Nomadéis Le Havre**

120, boulevard Amiral Mouchez • 76600 Le Havre • France

Phone: +33 (0)1 45 24 31 44

[www.nomadeis.com](http://www.nomadeis.com)



**The Alliance for Sustainable Building Products**

The Foundry, 5 Baldwin Terrace • London N1 7RU • United Kingdom

Phone: +44 (0) 20 7704 3501

<https://asbp.org.uk>



**Eden Renewable Innovations Limited**

Soulands Gate, Soulby, Penrith • Cumbria, CA11 0JF • United Kingdom

Phone: +44 (0) 1768 486285

<https://www.thermafleece.com>



**Back To Earth Limited**

22 Tuns Lane, Silverton • Exeter, EX5 4HY • United Kingdom

Phone: +44 (0) 1392 861763

<https://www.backtoearth.co.uk/>

**Droits de copyrights**

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale de la part du détenteur du copyright, à condition de faire mention de la source. Les partenaires du projet BIO-CIRC seraient reconnaissants de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source. Il n'est pas possible d'utiliser la présente publication pour la revente ou à toute autre fin commerciale sans demander au préalable par écrit l'autorisation de ses auteurs.

# Sommaire

---

1	Ensemble de données .....	5
1.1	rcPET.....	5
1.2	Polyester et laine de mouton.....	6
1.3	Liant polyester bi-composant .....	6
2	Composition des prototypes.....	7
3	Méthodologie .....	8
3.1	Champ de l'étude.....	8
3.2	3.2 Unité déclarée et durée de vie de référence .....	8
3.3	Limite du système .....	8
3.4	Sources, qualité et répartition des données.....	9
4	Résultats.....	10
4.1	Résultats pour les prototypes fabriqués au Royaume-Uni.....	10
5	Comparaison des résultats avec ceux de produits conventionnels .....	14
	Conclusion.....	15



## Résumé

---

En collaboration avec Renuables Ltd, ASBP a travaillé sur une étude d'analyse du cycle de vie (ACV) de trois prototypes, fabriqués en France et au Royaume-Uni. Les trois prototypes ont été produits à partir des intrants suivants, utilisés en quantités différentes :

- 1) Fibres de polyester récupérées de déchets de literie (**rcPET**) ;
- 2) Polyester recyclé (**rPET**) ;
- 3) Laine de mouton ;
- 4) Liant polyester bi-composant (bi-co).

Ce rapport résume les résultats de l'étude d'ACV et fournit une comparaison des résultats des prototypes avec ceux de matériaux d'isolation conventionnels, tels que la fibre de verre ou de roche.

Les résultats de l'étude montrent que les prototypes (fabriqués en France et au Royaume-Uni) ont le potentiel de réduire de façon significative l'impact environnemental des matériaux d'isolation. Les résultats montrent une réduction d'impact de 82.6% en comparaison avec la fibre de verre et de 86.9% en comparaison avec la fibre de roche.

## 1 Ensemble de données

---

Les données utilisées pour la modélisation des ACV des trois prototypes se basent sur des informations fournies par Renuables Ltd, accessibles par l'intermédiaires des données d'Environmental Product Declaration (EPD). Un ensemble de données supplémentaire a été créé pour représenter les fibres extraites des déchets de literie (rcPET), en utilisant des données et des hypothèses fournies par le fabricant du prototype.

### 1.1 rcPET

Les données sur le polyester re-fibré provenant de déchets de literie (rcPET) ont été fournies par ERI sur la base d'informations concernant la fabrication.

L'hypothèse suivante a été faite : la quantité d'énergie nécessaire pour mélanger les fibres afin de créer 1 kg ou 1 m<sup>2</sup> de prototype est supérieure de 0,06 kWh à la quantité d'énergie requise pour fabriquer un produit équivalent. Cette hypothèse est basée sur des discussions directes avec le fabricant qui a déclaré que le processus d'effilochage a nécessité l'utilisation d'une machine consommant 60kWh d'électricité pour chaque tonne de matériaux produite.

En France, une énergie supplémentaire a été comptabilisée pour prendre en compte le nettoyage des fibres à 65°C (exigé uniquement en France afin de pallier les risques de contamination). Un supplément de 0,68 kWh/kg a donc été ajouté à l'énergie requise pour les prototypes - FR1, FR2 et FR3.



## 1.2 Polyester et laine de mouton

Les données utilisées pour le polyester recyclé (**rPET**) et pour la laine de mouton ont été prises sur les DEP : DEP S-P-04468<sup>1</sup> et S-P-04469<sup>2</sup>.

Les ensembles de données ont été adaptés pour inclure des données sur le mix électrique du réseau français pour les prototypes fabriqués en France. Le but est ainsi de prendre en compte la différence entre les méthodes de production d'électricité au Royaume-Uni et en France.

## 1.3 Liant polyester bi-composant

Le liant bi-composant (bi-co) est une fibre de PET à point de fusion élevé, recouverte d'un revêtement de fibre de PET plus souple à point de fusion plus rapide. L'ensemble de données a été créé à partir d'un modèle de A.Norton (2008).

---

<sup>1</sup> [Data \(environdec.com\)](#)

<sup>2</sup> [Data \(environdec.com\)](#)



## 2 Composition des prototypes

Les trois prototypes se composent des matériaux suivant (dans des proportions différentes) :

- 1) Fibres de polyester extraites de déchets de literie (**rcPET**) ;
- 2) Polyester recyclé (**rPET**) ;
- 3) Laine de mouton ;
- 4) Liant polyester bi-composant (bi-co).

L'analyse a été effectuée sur 3 prototypes fabriqués et distribués au Royaume-Uni et 3 prototypes fabriqués et distribués en France. Le Tableau 1 ci-dessous fournit un aperçu des prototypes étudiés :

Prototype	Composition	Pays de fabrication	Transport (A2)	Distribution (A4)	Energie (A3)
UK1	65% rcPET 25% rPET 10% bi-Co	UK	50 km	300 km	Mix électrique du réseau britannique
UK2	25% rcPET 65% laine 10% bi-Co	UK	50 km	300 km	
UK3	39% rcPET 51% laine 10% bi-Co	UK	50 km	300 km	
FR1	65% rcPET 25% rPET 10% bi-Co	France	150 km	300 km	Mix électrique du réseau français + 0.68 kWh afin de prendre en compte le lavage à 65°C
FR2	25% rcPET 65% laine 10% bi-Co	France	150 km	300 km	
FR3	39% rcPET 51% laine 10% bi-Co	France	150 km		

Tableau 1 : Description des 3 prototypes modélisés en France et au Royaume-Uni



## 3 Méthodologie

### 3.1 Champ de l'étude

Les résultats de l'étude ont été modélisés suivant les normes ISO14040, ISO14044, ISO14025 et EN 15804+A2:2019. La portée de l'étude couvre les modules A1, A2, A3 and A4 – voir Figure 1 ci-dessous : Les résultats ont été modélisés selon les normes ISO14040, ISO14044, ISO14025 et EN 15804+A2:2019. Le champ de l'étude couvre les modules A1 à A3, A4 - voir la Figure 1 ci-dessous :

Produit			Construction		Stade d'utilisation					Fin de vie				Impacts positifs et négatifs au-delà des limites du système
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	
Approvisionnement en matières premières	Transport vers l'usine	Fabrication	Transport vers le site	Construction - installation	Utilisation	Maintenance	Réparation	Rénovation	Refurbishment	Déconstruction/démolition	Transport	Traitement des déchets	Elimination	Potential de réutilisation, de récupération et de recyclage
X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 1 – Portée de l'étude selon l'approche modulaire de EN 15804+A2:2019<sup>3</sup>

### 3.2 3.2 Unité déclarée et durée de vie de référence

Les résultats sont exprimés à la fois pour :

- 1 kg de produit.
- 1 m<sup>2</sup> d'isolant avec une valeur R = 1 m<sup>2</sup>K/W emballage inclus.

Les prototypes sont supposés avoir la même durée de vie que le bâtiment dans lequel ils sont installés – voir références DEP S-P-04468<sup>4</sup> et S-P-04469<sup>5</sup>.

### 3.3 Limite du système

Les modules A1 à A3 comprennent l'impact des matières premières. Les données relatives aux matières premières ont été obtenues par Renuables à partir de DEP réalisés antérieurement pour ces produits :

- 1) Polyester recyclé (rPET) - DEP référence S-P-04469 et vérifié par *EPD international*.
- 2) Laine de mouton – DEP référence S-P-04468 et vérifié par *EPD international*.

<sup>3</sup> [PN514-BRE-EN-15804-PCR.pdf \(greenbooklive.com\)](https://greenbooklive.com/PN514-BRE-EN-15804-PCR.pdf)

<sup>4</sup> [Data \(environdec.com\)](https://environdec.com/Data)

<sup>5</sup> [Data \(environdec.com\)](https://environdec.com/Data)





Module A4 : les valeurs pour le module A4 ont été basées sur des hypothèses créées par l'équipe de BIO-CIRC et il a été supposé que les distances parcourues en France seraient deux fois plus longues qu'au Royaume-Uni en raison de la plus grande taille du pays.

Module C1 à C4 : les valeurs supposées pour ces modules sont les mêmes que celles utilisées pour DEP S-P-04468 et S-P-04469.

### 3.4 Sources, qualité et répartition des données

Les données relatives au rPET et à la laine de mouton proviennent des DEP S-P-04468 et S-P-04469. Les données d'ACV ont été calculées en utilisant la base de données Ecoinvent 3.7 et les facteurs de caractérisation indiqués dans la norme EN 15804+A2:2019. Les entrées Ecoinvent moyenne tension pour le mix énergétique standard des réseaux GB et FR ont été utilisées pour traiter les pertes de transmission.

Le modèle Bi-co a été modélisé en utilisant Norton AJ, 2008, *The Life Cycle Assessment and Moisture Sorption Characteristics of Natural Fibre Thermal Insulation Materials*, PhD Bangor University.



## 4 Résultats

Cette section fournit les résultats pour les 3 prototypes modélisés dans deux pays différents, exprimés par rapport aux indicateurs de changement climatique tels que définis dans la norme EN15804+A2:2019 pour les modules A1 à A3. La section 1.3.1 présente les résultats pour les prototypes fabriqués au Royaume-Uni et la section 1.3.2 présente les résultats pour les prototypes fabriqués en France.

### 4.1 Résultats pour les prototypes fabriqués au Royaume-Uni

Les résultats du tableau 2 ci-dessous ont été exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq pour 1 kg de produit :

Catégorie d'impact - Changement climatique	Unit	Prototype		
		UK1	UK2	UK3
Fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	1.03E+00	1.05E+00	9.72E-01
Biogène	kg CO <sub>2</sub> eq	7.57E-02	-1.09E+00	-8.51E-01
Utilisation des sols et variation	kg CO <sub>2</sub> eq	1.30E-03	6.47E-03	5.25E-03
<b>Total</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>1.08E+00</b>	<b>-3.63E-02</b>	<b>1.09E-01</b>

Table 2 – Résultats pour 1 kg de prototypes fabriqué au Royaume-Uni

La Figure 2 ci-dessous présente les résultats du Tableau 2 dans un graphique.

Note : la quantité de carbone biogénique est proportionnelle à la quantité de laine de mouton utilisée.

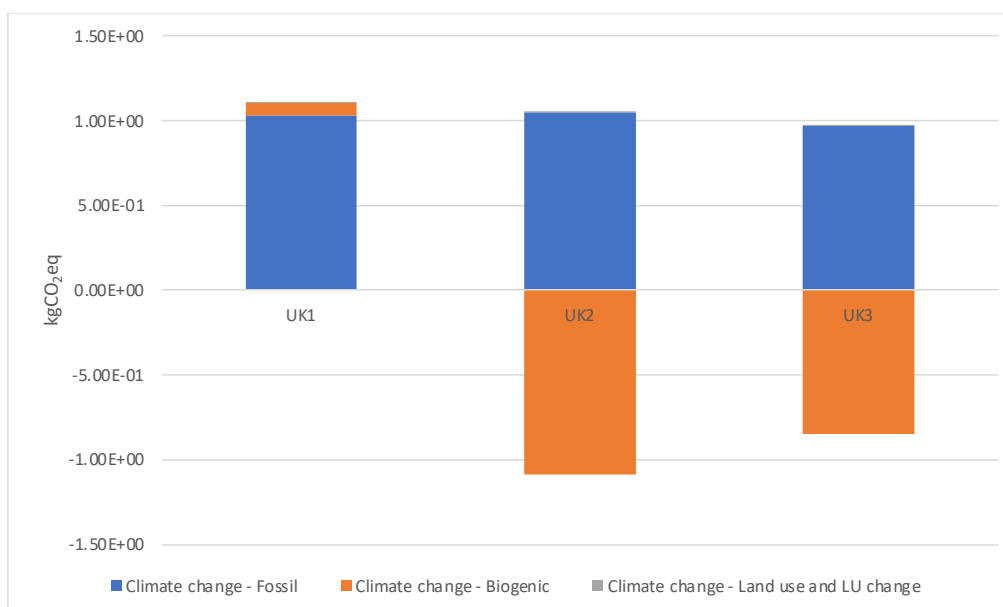


Figure 2 - Résultats pour 1 kg de prototypes fabriqué au Royaume-Uni exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq



Les résultats du Tableau 3 ci-dessous ont été exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq pour 1 m<sup>2</sup> de produit avec une valeur de R = 1 m<sup>2</sup>K/W.

Catégorie d'impact - Changement climatique	Unit	Prototype		
		UK1	UK2	UK3
Fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	6.64E-01	8.46E-01	7.84E-01
Biogène	kg CO <sub>2</sub> eq	4.84E-02	-8.71E-01	-6.81E-01
Utilisation des sols et variation	kg CO <sub>2</sub> eq	8.36E-04	5.19E-03	4.21E-03
<b>Total</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>6.96E-01</b>	<b>-2.82E-02</b>	<b>9.34E-02</b>

Tableau 3 – Résultats pour 1 m<sup>2</sup> de produit fabriqué au Royaume-Uni avec une valeur de R = 1 m<sup>2</sup>K/W

La figure 3 ci-dessous présente les résultats du Tableau 3 dans un graphique.

Note : la quantité de carbone biogénique est proportionnelle à la quantité de laine de mouton utilisée.

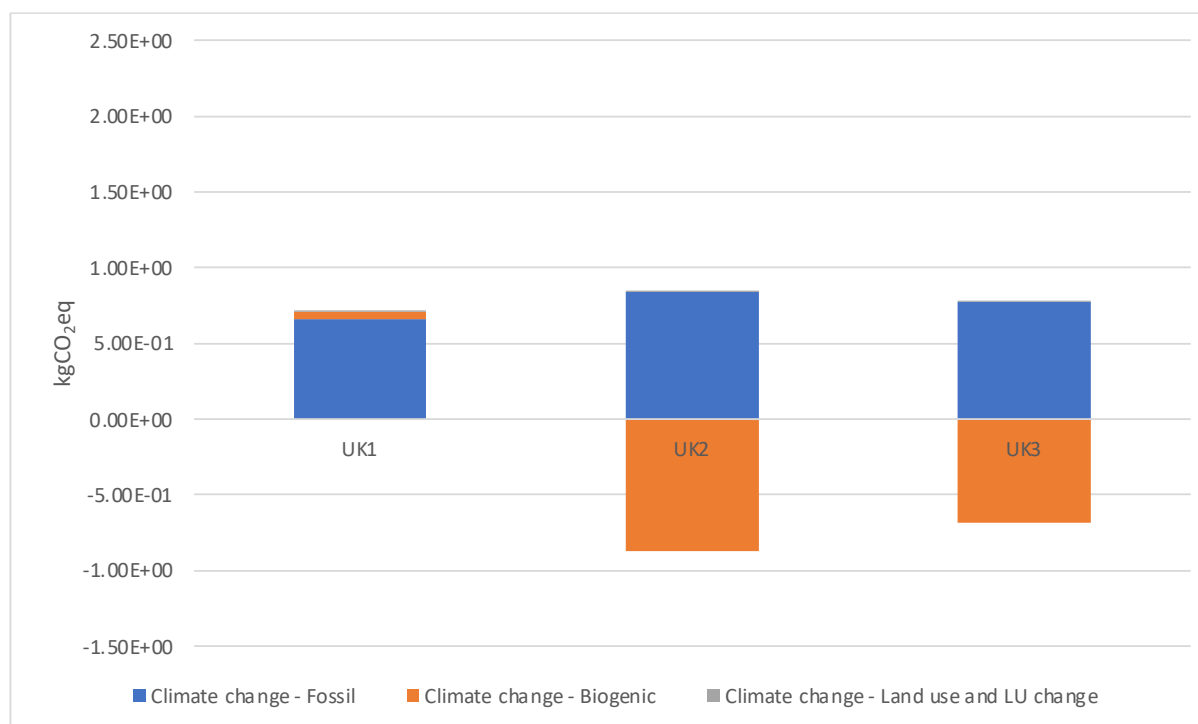


Figure 3 - Résultats pour 1 m<sup>2</sup> de produit fabriqué au Royaume-Uni avec une valeur de R = 1 m<sup>2</sup>K/W exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq



## 4.2 Résultats pour les prototypes fabriqués en France

Les résultats du Tableau 4 ci-dessous ont été exprimé en kgCO<sub>2</sub>eq pour 1 kg de produit :

		Prototype (nettoyage des couettes inclus)		
Catégorie d'impact - changement climatique	Unit	FR1	FR2	FR3
Fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	9.61E-01	9.87E-01	7.27E-01
Biogène	kg CO <sub>2</sub> eq	7.71E-02	-1.09E+00	-6.80E-01
Utilisation des sols et variation	kg CO <sub>2</sub> eq	1.16E-03	6.36E-03	4.11E-03
<b>Total</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>1.01E+00</b>	<b>-1.05E-01</b>	<b>3.83E-02</b>

Tableau 4 - Résultats pour 1 kg de prototypes fabriqués en France

La figure 4 ci-dessous présente les résultats du Tableau 4 dans un graphique.

Note : la quantité de carbone biogénique est proportionnelle à la quantité de laine de mouton utilisée.

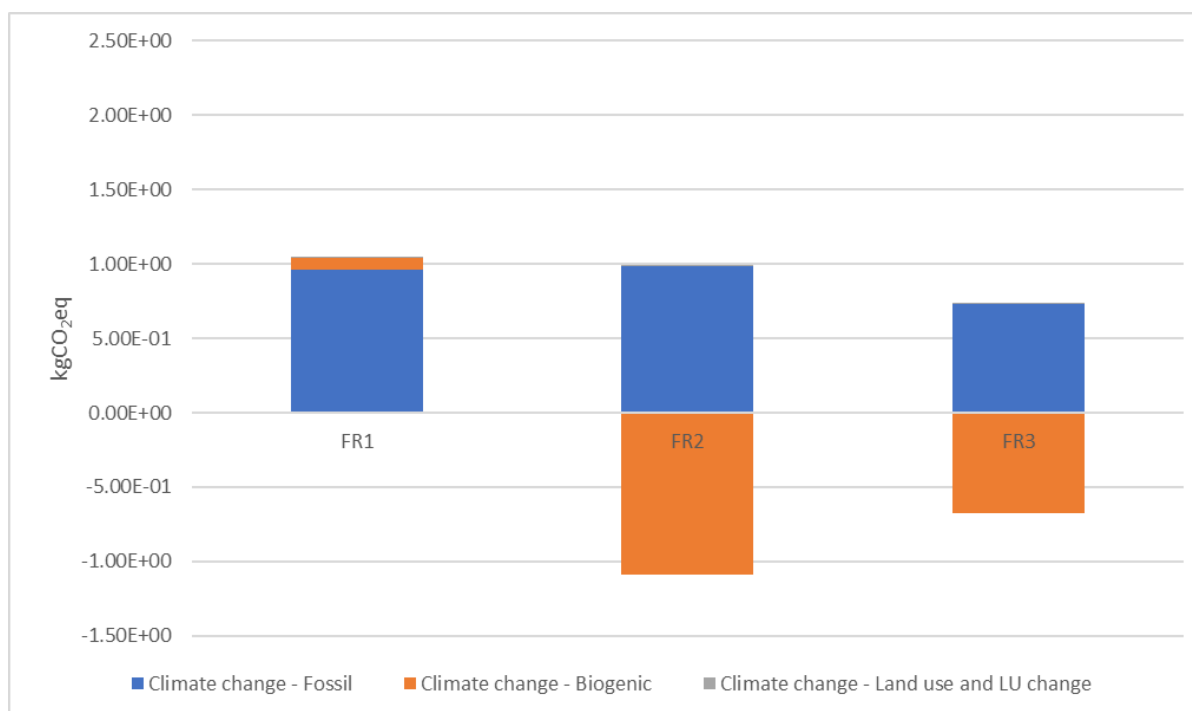


Figure 4 - Résultats pour 1 kg de prototypes fabriqué en France exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq



Les résultats du Tableau 5 ci-dessous ont été exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq pour 1 m<sup>2</sup> de produit avec une valeur de R = 1 m<sup>2</sup>K/W.

		Prototype (nettoyage des couettes inclus)		
Catégorie d'impact - changement climatique	Unit	FR1	FR2	FR3
Fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	6.15E-01	7.90E-01	7.27E-01
Biogène	kg CO <sub>2</sub> eq	4.94E-02	-8.70E-01	-6.80E-01
Utilisation des sols et variation	kg CO <sub>2</sub> eq	7.46E-04	5.08E-03	4.11E-03
<b>Total</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>6.47E-01</b>	<b>-8.38E-02</b>	<b>3.83E-02</b>

Tableau 5 - Résultats pour 1 m<sup>2</sup> de produit fabriqué en France avec une valeur de R = 1 m<sup>2</sup>K/W

La figure 5 ci-dessous présente les résultats du Tableau 5 dans un graphique.

Note : la quantité de carbone biogénique est proportionnelle à la quantité de laine de mouton utilisée.

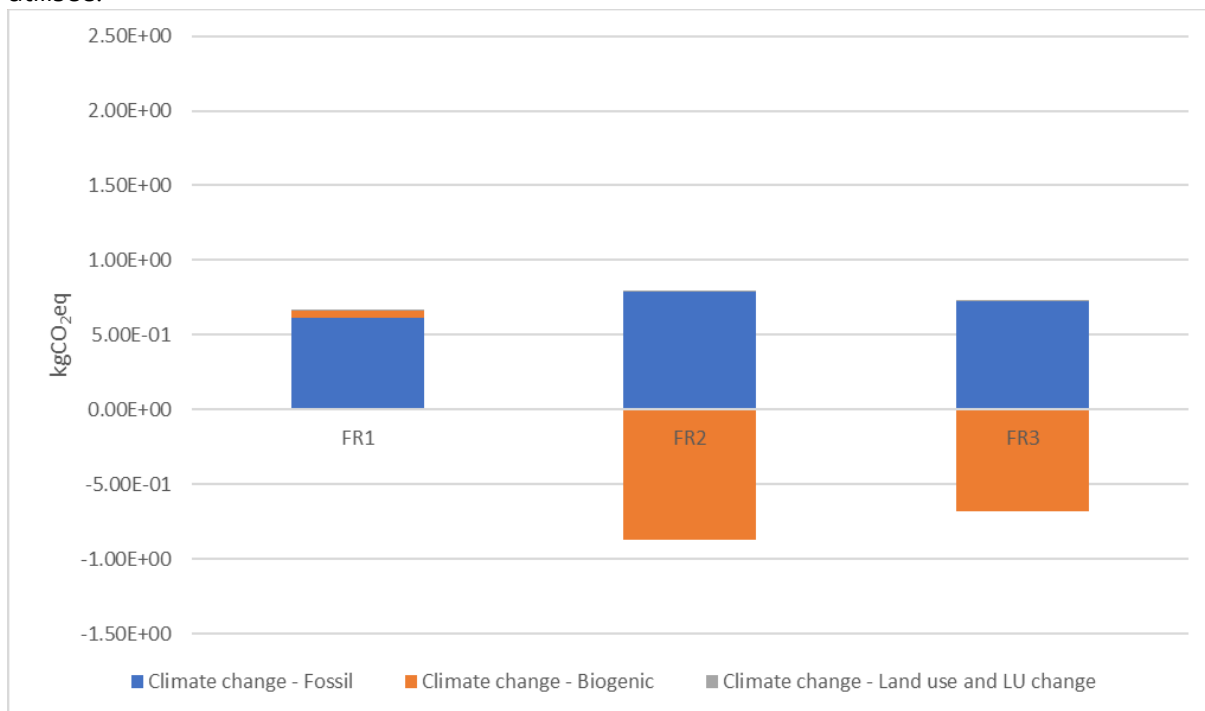


Figure 5 - Résultats pour 1 m<sup>2</sup> de produit fabriqué en France avec une valeur de R = 1 m<sup>2</sup>K/W exprimés en kgCO<sub>2</sub>eq



## 5 Comparaison des résultats avec ceux de produits conventionnels

Les impacts environnementaux des prototypes ont été comparés à ceux de produits d'isolation conventionnels, tels que la fibre de verre ou de roche.

L'unité fonctionnelle de comparaison est 1 m<sup>2</sup> de produit avec un R = 1 m<sup>2</sup>K/W, exprimé en kg CO<sub>2</sub> eq pour la catégorie d'impact - Changement climatique/potentiel de réchauffement global (PRG).

Les données d'ACV pour les produits conventionnels proviennent des DEP disponibles sur l'EcoPlatform - ref no. ECO-00000015 et réf. ECO-00000250.

	Prototypes fabriqués au Royaume-Uni			Prototypes fabriqués France			Produits conventionnels	
	UK1	UK2	UK3	FR1	FR2	FR3	Laine de verre	Laine de roche
PRG total kg CO <sub>2</sub> eq	6.96E-01	-2.82E-02	9.34E-02	6.47E-01	-8.38E-02	3.83E-02	1.30E+00	1.73+00
Réduction vs laine de verre	46.5%	102.7%	92.8%	50.2%	106.4%	97.1%	N/A	N/A
Réduction vs laine de roche	59.8%	101.6%	94.6%	62.6%	104.8%	97.8%	N/A	N/A

Tableau 6 - Pourcentage de réduction d'impact environnemental des prototypes par rapport aux produits conventionnels

Les résultats (voir Tableau 6/Figure 6) montrent que tous les prototypes (fabriqués en France ou au Royaume-Uni) ont le potentiel de réduire de façon significative l'impact environnemental des produits d'isolation par rapport aux produits plus conventionnels, tels que la laine de verre (réduction de 82.6%) ou la laine de roche (réduction de 86,9%).

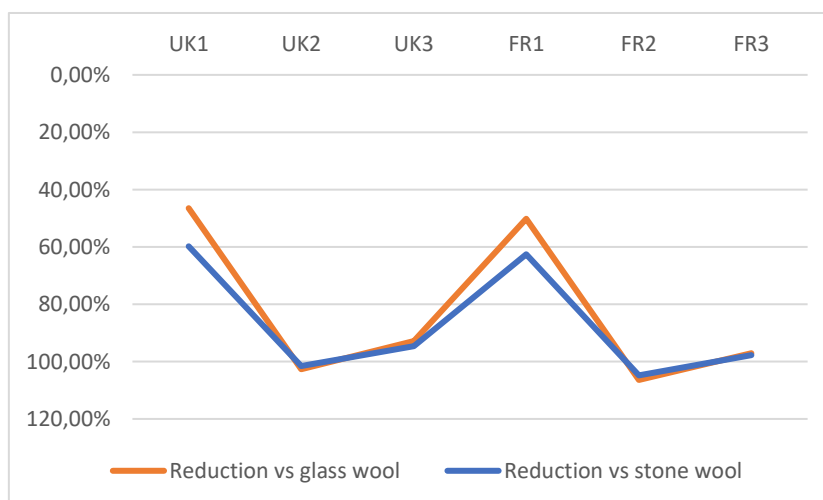


Figure 6 - Pourcentage de réduction d'impact environnemental des prototypes par rapport aux produits conventionnels



## Conclusion

---

Les résultats (voir Tableau 6/Figure 6) montrent que les trois prototypes (fabriqués en France ou au Royaume-Uni) peuvent réduire de façon significative l'impact environnemental des produits d'isolation par rapport aux produits plus conventionnels, comme la laine de verre (réduction de 82.6%) ou la laine de roche (réduction de 86.9%).

L'impact environnemental des prototypes BIO-CIRC se compare bien aux 3 prototypes (maïs, paille de blé, couette) développés durant le projet [SWBRC](#), mené précédemment et ayant montré des réductions similaires (35-95%, moyenne de 63%) de leur impact environnemental comparé à des matériaux plus conventionnels.

Dans le modèle français, l'inclusion du nettoyage des couettes ajoute une quantité conséquente de consommation d'énergie (0.68kWh par kg de fibre de couette, deux fois celle utilisée pour la fabrication). Cependant, cela ne représente qu'une augmentation limitée de l'impact, en raison de la forte proportion d'énergie nucléaire dans le mix énergétique français. En réalité, l'impact des prototypes dans le modèle de production français est légèrement plus faible (de 1-5%), en supposant que tous les autres aspects de production sont identiques.

Il convient de noter que cette étude ACV fait partie d'un projet de recherche et que les résultats présentés sont basés sur un scénario de prototypage. Les hypothèses qui ont été faites dans l'étude sont référencées dans ce rapport. Une analyse plus approfondie du cycle de vie est nécessaire pour vérifier ces résultats lorsque les prototypes seront fabriqués à plus grande échelle.



EUROPEAN UNION

Interreg



EUROPEAN UNION

France ( Channel  
Manche ) England

BIO-CIRC Project

European Regional Development Fund

*Le projet BIO-CIRC s'inscrit dans le programme de coopération territoriale européenne Interreg VA France (Manche) Angleterre et bénéficie du soutien financier du Fonds Européen de Développement Régional*