

**Fiche de déclaration environnementale et sanitaire du produit**

**Environmental and health product declaration**

**Laine de Roche**

**SmartRoof C 100 mm -**

**$R = 2,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$**

**(Hors accessoires de pose)**



En conformité avec les normes :

**NF EN ISO 14025**

**NF EN 15804+A2**

**NF EN 15804+A2/CN**



N° d'enregistrement:

20250544622

Date de publication

octobre 2025

Date de fin de validité :

31 décembre 2030

Version

1.1

**Build on us.**



## Table des matières

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table des matières.....                                                                                                                      | 0  |
| Avertissement.....                                                                                                                           | 1  |
| Guide de lecture.....                                                                                                                        | 1  |
| Précaution d'utilisation de la FDES pour la comparaison des produits.....                                                                    | 1  |
| • Information générale.....                                                                                                                  | 2  |
| • Description de l'unité fonctionnelle et du produit.....                                                                                    | 2  |
| Description de l'unité fonctionnelle.....                                                                                                    | 2  |
| Description du produit et de son utilisation.....                                                                                            | 2  |
| Données techniques et caractéristiques physiques.....                                                                                        | 3  |
| Description des principaux composants et/ou matériaux.....                                                                                   | 3  |
| Description de la durée de vie de référence.....                                                                                             | 3  |
| Information sur la teneur en carbone biogénique.....                                                                                         | 4  |
| Information sur l'électricité.....                                                                                                           | 4  |
| • Etapes du cycle de vie.....                                                                                                                | 4  |
| Etape de production, A1-A3.....                                                                                                              | 5  |
| Etape de construction, A4-A5.....                                                                                                            | 6  |
| Etape d'utilisation (exclusion des économies potentielles), B1-B7.....                                                                       | 7  |
| Etape de fin de vie C1-C4.....                                                                                                               | 7  |
| Bénéfices et charges module D.....                                                                                                           | 8  |
| • Information pour le calcul de l'analyse de cycle de vie.....                                                                               | 8  |
| • Résultats de l'analyse de cycle de vie.....                                                                                                | 8  |
| • Interprétation du cycle de vie.....                                                                                                        | 17 |
| • Informations additionnelles sur le relargage de substances dangereuses dans l'air intérieur, le sol et l'eau pendant l'étape d'utilisation | 18 |
| <b>Air intérieur</b> .....                                                                                                                   | 18 |
| <b>Sol et eau</b> .....                                                                                                                      | 20 |
| • Contribution du produit à la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments.....                                                               | 20 |
| Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort hygrothermique dans le bâtiment.....                         | 20 |
| Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort acoustique dans le bâtiment.....                             | 20 |
| Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort visuel dans le bâtiment.....                                 | 20 |
| Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort olfactif dans le bâtiment.....                               | 20 |
| • Informations additionnelles.....                                                                                                           | 20 |

## Avertissement

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité de KNAUF INSULATION (producteur de la FDES) selon la norme NF EN 15804+A2 et son complément national NF EN 15804+A2/CN.

Toute exploitation, totale ou partielle, des informations fournies dans ce document doit au minimum être accompagnée de la référence complète de la FDES d'origine ainsi que de son producteur.

La norme EN 15804+A2 du CEN, le complément national NF EN 15804+A2/CN servent de règles de définition des catégories de produits (RCP).

**NOTE :** La traduction littérale en français de « EPD (Environmental Product Declaration) » est « DEP » (Déclaration Environnementale de Produit). Toutefois, en France, on utilise couramment le terme de FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) qui regroupe à la fois la Déclaration Environnementale et des informations Sanitaires pour le produit faisant l'objet de cette FDES. La FDES est donc bien une "DEP" complétée par des informations sanitaires.

## Guide de lecture

Les résultats des indicateurs sont présentés sous format scientifique avec 3 chiffres significatifs dont 2 chiffres après le point. Par exemple :  $6,50E-02 = 6,50 \times 10^{-2} = 0,0650$ .

Les règles d'affichage suivantes s'appliquent :

- Lorsque le résultat de calcul de l'inventaire est nul, alors la valeur zéro est affichée
- Abréviations utilisées :
  - N/A : Non Applicable
  - UF : Unité fonctionnelle
- Les unités utilisées sont précisées devant chaque flux : le kilogramme « kg », le gramme « g », le kilowattheure « kWh », le mégajoule « MJ », le mètre carré « m<sup>2</sup> », le kelvin « K », le watt « W », le kilomètre « km », le millimètre « mm ».

## Précaution d'utilisation de la FDES pour la comparaison des produits

Les FDES de produits de construction peuvent ne pas être comparables si elles ne sont pas conformes à la norme NF EN 15804+A2.

La norme définit au § 5.3 « Comparabilité des Déclarations Environnementale pour les produits de construction », les conditions dans lesquelles les produits de construction peuvent être comparés, sur la base des informations fournies par la FDES :

« Une comparaison de la performance environnementale des produits de construction en utilisant les informations des DEP doit être basée sur l'usage des produits et leurs impacts sur le bâtiment, et doit prendre en compte la totalité du cycle de vie (tous les modules d'informations). »

**NOTE 1** En dehors du cadre de l'évaluation environnementale d'un bâtiment, les FDES ne sont pas des outils permettant de comparer des produits et des services de construction.

**NOTE 2** Pour l'évaluation de la contribution des bâtiments au développement durable, une comparaison des aspects et des impacts environnementaux doit être entreprise conjointement aux aspects et impacts socioéconomiques relatifs au bâtiment.

**NOTE 3** Pour l'interprétation d'une comparaison, des valeurs de référence sont nécessaires.

## • Information générale

Il s'agit d'une FDES individuelle du berceau à la tombe du fabricant : Knauf Insulation, 155 Rue Anatole France, 92300 Levallois-Perret, France.

Usines de fabrication pour le produit concerné : Usine Knauf Insulation de production de laine de roche de Illange (France).

Type de Déclaration Environnementale : « du berceau à la tombe avec le module D », FDES pour un produit spécifique pour 1 site de production.

Identification Règle de Catégorie de Produit : La norme EN 15804+A2, le complément national NF EN 15804+A2/CN et la norme EN 16783 servent de règles de définition des catégories de produits (RCP).

Nom du produit : Laine de roche SmartRoof C 100 mm

Date de première publication : octobre 2025

Date de vérification : 03/07/2025

Date de fin de validité : 31/12/2030

L'étude ayant permis la rédaction de cette déclaration a été réalisée par Maxence Kint, Sustainable Products Specialist, Knauf Insulation.

e-mail : [sustainability@knaufinsulation.com](mailto:sustainability@knaufinsulation.com).

|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Programme de vérification :</p>  <p>N° d'inscription : 20250544622</p> | <p>AFNOR Normalisation - Département<br/>Construction et cycle de l'Eau<br/>11 rue Francis de Pressensé<br/>93571 La Plaine Saint-Denis cedex France<br/><a href="http://www.inies.fr">www.inies.fr</a>;</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

La vérification externe indépendante de la FDES et de son rapport d'accompagnement a été réalisée selon le programme de déclaration environnementale conforme à la norme ISO 14025 :2010 par : M. Thomas Peverelli, société Esteara.

## • Description de l'unité fonctionnelle et du produit

### Description de l'unité fonctionnelle

En considérant les fonctions de ce produit, l'unité fonctionnelle peut être décrite ainsi :

Réaliser une fonction d'isolation thermique sur 1 m<sup>2</sup> de paroi pour une valeur de résistance thermique R de 2,70 m<sup>2</sup>.K/W (Hors accessoires de pose) pour une durée de vie de 50 ans.

### Description du produit et de son utilisation

Cette Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire des produits (FDES) décrit les impacts environnementaux de 1 m<sup>2</sup> de laine de roche SmartRoof C pour 100 mm d'épaisseur. Les produits suivent la norme EN 13162 (Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en laine minérale (MW) - Spécification). Les produits obtenus se présentent sous la forme d'un « matelas de laine minérale » composé d'une structure rigide et d'air.



L'isolation en laine minérale est utilisée dans les bâtiments ainsi que dans les installations industrielles. La durée de vie d'un produit en laine minérale est similaire à celle d'un bâtiment, elle est fixée à 50ans.

Les applications et solutions visées par le produit SmartRoof C 100 mm sont l'isolation thermo-acoustique des toitures terrasses.

#### *Données techniques et caractéristiques physiques*

**Résistance thermique du produit :** 2,70 m<sup>2</sup>.K/W (N° ACERMI 19/016/1381)

**Conductivité thermique du produit :** 0,037 W / (m.K)

**Réaction au feu (EN 13501-1) :** Euro classe A1

**Circuit de distribution :** BtoB

**Déclaration de performance :** R4296JPCPR

#### *Description des principaux composés et/ou matériaux*

| Paramètre                                         | Valeur pour 1m <sup>2</sup> de 100 mm                                    |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Quantité de laine minérale (avec poids surfacage) | 13,70 kg                                                                 |
| Epaisseur                                         | 100 mm                                                                   |
| Surfacage                                         | Aucun                                                                    |
| Emballages pour le transport et la distribution   | 0,024 kg de film en polyéthylène et 0,599 kg de kickers (laine de roche) |

Le produit ne contient pas de substances de la liste candidate selon le règlement REACH (si supérieur à 0.1% en masse).

#### *Description de la durée de vie de référence*

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Durée de vie de référence (DVR)                          | 50 ans                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Justification                                            | La DVR choisie correspond à la période au bout de laquelle il est supposé une rénovation du bâtiment causée par des besoins indépendants de la durée de vie du produit. Le produit conserve ses performances techniques durant la durée totale de son cycle de vie (NF EN 15804+A2/CN). |
| Propriétés déclarées du produit (à la sortie de l'usine) | Réaliser une fonction d'isolation thermique sur 1 m <sup>2</sup> de paroi pour une valeur de résistance thermique R de 2,70 m <sup>2</sup> .K/W pour une durée de vie de 50 ans.                                                                                                        |
| Paramètre théorique d'application                        | Voir fiche technique du produit                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Qualité présumée des travaux                             | Conforme à la norme EN 13162                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Environnement intérieur                                  | Non concerné                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Environnement extérieur                                  | Voir DoP R4296JPCPR                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Condition d'utilisation                                  | Voir préconisations du fabricant                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Scénario d'entretien pour la maintenance                 | Non concerné                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## Information sur la teneur en carbone biogénique

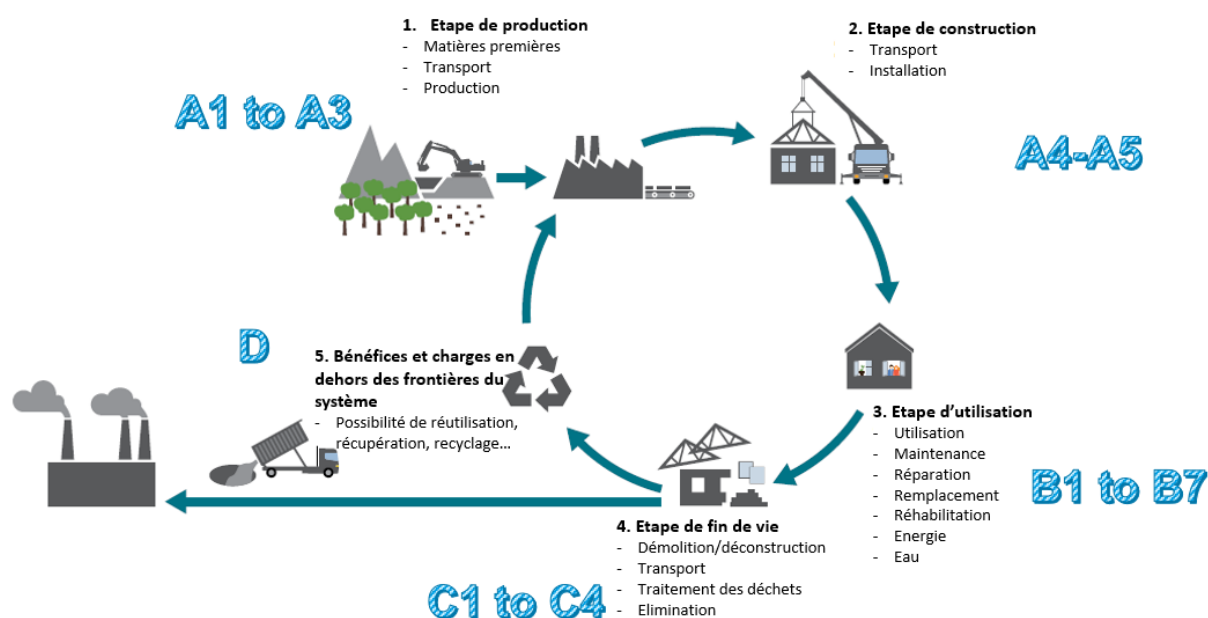
| Teneur en carbone biogénique                                              | Unitée (exprimée par unité fonctionnelle) |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Teneur en carbone biogénique du produit (à la sortie de l'usine)          | 0 kg                                      |
| Teneur en carbone biogénique de l'emballage associé (à la sortie d'usine) | 0,00 kg                                   |

## Information sur l'électricité

| Usine (pays)     | Mix électrique | Année de référence (GaBi) | Impact (kg CO2 eq/kWh) |
|------------------|----------------|---------------------------|------------------------|
| Illange (France) | Mix résiduel   | 2023                      | 0,053                  |

## • Etapes du cycle de vie

### Schéma du cycle de vie



| DESCRIPTION DES FRONTIERES DU SYSTEME (X = INCLUS DANS L'ACV; MND = MODULE NON DECLARE) |                                    |                                        |                     |             |            |              |                |                                                       |                                                   |                             |           |                        |                                                        |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-------------|------------|--------------|----------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ETAPE DE PRODUCTION                                                                     | ETAPE DU PROCESSUS DE CONSTRUCTION |                                        | ETAPE D'UTILISATION |             |            |              |                |                                                       |                                                   | ETAPE DE FIN DE VIE         |           |                        | BENEFICES ET CHARGES AU-DELA DES FRONTIERES DU SYSTEME |                                                       |
| Product                                                                                 | Transport                          | Processus de construction installation | Utilisation         | Maintenance | Réparation | Remplacement | Réhabilitation | Utilisation de l'énergie durant l'étape d'utilisation | Utilisation de l'eau durant l'étape d'utilisation | Démolition / Déconstruction | Transport | Traitement des déchets | Elimination                                            | Possibilité de réutilisation, récupération, recyclage |
| A1-A3                                                                                   | A4                                 | A5                                     | B1                  | B2          | B3         | B4           | B5             | B6                                                    | B7                                                | C1                          | C2        | C3                     | C4                                                     | D                                                     |
| X                                                                                       | X                                  | X                                      | X                   | X           | X          | X            | X              | X                                                     | X                                                 | X                           | X         | X                      | X                                                      | X                                                     |

### *Etape de production, A1-A3*

#### **Description de l'étape :**

L'étape de la production de produits en laine minérale est subdivisée en trois modules : A1, approvisionnement en matières premières ; A2, transport et A3, fabrication.



L'agrégation des modules A1, A2 et A3 est une possibilité donnée par la norme EN 15804+A2. Cette règle est appliquée à cette FDES.

#### **A1 Approvisionnement en matières premières**

Ce module prend en compte l'approvisionnement et le traitement de toutes les matières premières et les énergies qui se produisent en amont du procédé de fabrication. En particulier, il couvre l'approvisionnement en matières premières (roches basaltiques et principalement scories et coke). En complément de ces matières premières, des matériaux recyclés (rassemblés dans des briquettes) sont utilisés en intrants.

#### **A2 Transport à destination du fabricant**

Les matières premières sont transportées jusqu'au site de fabrication. La modélisation comprend, pour chacune des matières premières, du transport routier.

#### **A3 Fabrication**

Les matières premières sont pesées et combinées dans le cubilot pour être fondues. La masse fondue passe ensuite par une machine à filer pour créer des fibres, et un liant est appliqué. Les fibres passent ensuite par une chambre de collecte dans le système de stratification pendulaire qui permet de répartir "uniformément" la masse sur la chaîne de formation. Ce paquet "humide" de laine de roche (liant non durci) va au four de durcissement, qui polymérise le liant et produit l'épaisseur fabriquée du produit. Une fois sortis du four, les produits sont refroidis par aspiration d'air, découpés à la taille finale par une série de dispositifs de coupe, et enfin emballés. Les chutes le long de la ligne sont toutes recyclées dans la production (fibrage). La préparation du liant a lieu dans l'usine de fabrication de laine de roche. Pour ce produit, le liant est composé de phénol-formaldéhyde. La mise en forme des emballages (films plastiques et kickers) est aussi prise en compte dans cette étape A3.

## *Etape de construction, A4-A5*

### **Description de l'étape :**

L'étape de construction est divisée en deux modules : A4, le transport jusqu'au site de construction et A5, l'installation dans le bâtiment.

Description des scenarios et des informations techniques supplémentaires :

### **A4 Transport jusqu'au site de construction:**

Ce module inclut le transport de la sortie d'usine au chantier.

Le transport est calculé sur un scénario incluant les paramètres suivants :

| Paramètre                                                                                      | Valeur                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Distance moyenne jusqu'au chantier                                                             | 600km                                                                         |
| Type de combustible et consommation du véhicule ou type de véhicule utilisé pour le transport. | Camion, Euro 6, 28 – 32 t / 22 t de capacité de chargement, 38 L pour 100 km. |
| Utilisation de la capacité du camion (incluant 30% de retours à vide)                          | 49 % de la capacité en poids<br>30% de retours à vide                         |
| Coefficient d'utilisation de la capacité volumique                                             | Coefficient $\geq 1$                                                          |
| Densité du produit transporté                                                                  | 137 kg /m <sup>3</sup>                                                        |

### **A5 Installation dans le bâtiment:**

Ce module comprend les déchets produits lors de l'installation de la laine minérale dans le bâtiment, la production supplémentaire engendrée pour compenser ces pertes (2% dans ce scénario, sur base de la PCR EN16783 – § 6.3.4.3) et le traitement des déchets de chantier. Aucun élément de mise en œuvre pour les intrants auxiliaires n'est pris en compte car ils sont très dépendants du système sélectionné (pare-pluie, pare-vapeur, ...). Ils devront être rajoutés par le praticien. Les scénarios utilisés pour la quantité de déchets générés lors de la mise en œuvre et le traitement des déchets de chantier sont les suivants :

| Paramètre                                                                                                                                                                                    | Valeur                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intrants auxiliaires pour l'installation                                                                                                                                                     | Non concerné                                                                                                                                                     |
| Intrants auxiliaires pour l'installation                                                                                                                                                     | Non concerné                                                                                                                                                     |
| Utilisation d'eau                                                                                                                                                                            | Non concerné                                                                                                                                                     |
| Déchets produits sur le site de construction avant le traitement des déchets générés par l'installation du produit (spécifiés par type)                                                      | 0,024 kg film en polyéthylène et 0,599 kg de kickers pour les emballages et 2% estimé de perte du produit.                                                       |
| Matières produites par le traitement des déchets sur le site de construction, par exemple collecte en vue du recyclage, de la récupération d'énergie, de l'élimination (spécifiées par voie) | Les déchets d'emballage (films plastiques) sont collectés et majoritairement valorisés.<br>Tous les déchets de laine de roche sont actuellement mis en décharge. |
| Emissions directes dans l'air ambiant, le sol et l'eau                                                                                                                                       | Non concerné                                                                                                                                                     |



### *Etape d'utilisation (exclusion des économies potentielles), B1-B7*

#### **Description de l'étape :**

L'étape d'utilisation est divisée en sept modules :

- B1: Utilisation ou application du produit installé
- B2: Maintenance
- B3: Réparation
- B4: Remplacement
- B5: Réhabilitation
- B6: Besoins en énergie durant la phase d'exploitation
- B7: Besoins en eau durant la phase d'exploitation.

Description des scénarios et des informations techniques supplémentaires :

Pour ce produit, aucune opération technique n'est nécessaire durant la phase d'utilisation jusqu'à la fin de vie. Dès lors, les laines minérales n'ont pas d'impact durant cette étape.

### *Etape de fin de vie C1-C4*

#### **Description de l'étape :**

Cette étape inclut les différents modules de fin de vie suivants : C1, déconstruction, démolition ; C2, transport jusqu'au traitement des déchets ; C3, traitement des déchets en vue de leur réutilisation, récupération et/ou recyclage ; C4, élimination.

Description des scénarios et des informations techniques supplémentaires :

#### **C1 Déconstruction, démolition :**

La déconstruction et/ou le démontage des produits d'isolation fait partie de la démolition d'un bâtiment entier. Dans notre cas, l'impact environnemental est supposé être très faible et peut être négligé.

#### **C2 Transport jusqu'au traitement des déchets :**

| Paramètre                                 | Valeur                                                        |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Quantité collectée                        | 13,70 kg                                                      |
| Système de récupération spécifié par type | Aucune réutilisation, ni recyclage, ni récupération d'énergie |
| Elimination spécifiée par type            | Mise en décharge                                              |
| Distance moyenne jusqu'à la décharge      | 50 km                                                         |
| Utilisation de la capacité du camion      | 50% utilisation en poids                                      |

#### **C3 Traitement des déchets en vue de leur réutilisation, récupération et/ou recyclage :**

Vu le peu de filières développées actuellement, le produit est actuellement considéré comme étant mis en décharge sans réutilisation, récupération et/ou recyclage.

#### **C4 Elimination :**

La laine de roche est supposée être mise en installation de stockage déchets non inertes non dangereux en totalité (classification déchets : 170604).

### Bénéfices et charges module D

Ce module correspond au potentiel de valorisation des déchets d'emballages du module A5 (recyclage et incinération avec récupération d'énergie sous forme de chaleur et électricité). Ce module est pris en compte dans cette analyse.

| Matières/matériaux valorisés sortants des frontières du système | Processus de recyclage au-delà des frontières du système | Matières / matériaux / énergie économisés | Quantités associées |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
| Emballage (plastique)                                           | Incinération avec récupération d'énergie                 | Energie (électricité et chaleur)          | 0,01 kg             |
| Emballage (plastique)                                           | Recyclage (plastique)                                    | Granules de plastique                     | 0,01 kg             |

### • Information pour le calcul de l'analyse de cycle de vie

|                                      |                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>RCP utilisé</b>                   | La norme NF EN 15804+A2, le complément national NF EN 15804+A2/CN servent de règles de définition des catégories de produits (RCP).                                                                   |
| <b>Frontières du système</b>         | Du berceau à la tombe : étapes = A1-3, A4-5, B1-7, C1-4, D<br>Basées sur la PCR EN16783 - § 5.2                                                                                                       |
| <b>Allocations</b>                   | Les critères d'allocation sont basés sur la masse (kg/m²). Le calcul est réalisé pour 1 m² de laine de roche SmartRoof C 100 mm d'épaisseur d'une densité connue.                                     |
| <b>Représentativité géographique</b> | Pays de production: France (Illange), données 2023.                                                                                                                                                   |
| <b>Temporelle</b>                    | La FDES est valable pour une mise en œuvre en France.<br>Les données d'arrière-plan sont les modules génériques des bases de données de la « content version » 2025.1 du logiciel LCA for Expert V10. |
| <b>Variabilité des résultats</b>     | N/A                                                                                                                                                                                                   |

### • Résultats de l'analyse de cycle de vie

Le modèle d'ACV, l'agrégation des données et les impacts environnementaux sont calculés à partir du logiciel LCA for Expert 10 et des bases de données de la « content version » 2025.1.

Ci-après, les tableaux qui synthétisent les résultats de l'ACV. En raison des arrondis, les totaux peuvent ne pas correspondre à la somme des arrondis.

Pour les indicateurs énergétiques utilisés en tant que matière première (selon la norme NF EN 15804+A2/CN) : une valeur négative correspond au changement d'utilisation passant de matières premières à combustibles (en cas d'incinération par exemple).

*Exonérations de responsabilité pour la déclaration des indicateurs d'impacts environnementaux de référence et additionnels*

| Classification ILCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Indicateur                                                                                                              | Exonération de responsabilité |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Type 1 de l'ILCD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Potentiel de réchauffement global (PRG)                                                                                 | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique (ODP)                                                     | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Incidence potentielle de maladies dues aux émissions de particules fines                                                | Aucune                        |
| <b>Type 2 de l'ILCD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Potentiel d'acidification, dépassement cumulé (AP)                                                                      | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final eaux douces (EP-eaux douces) | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final marine (EP-marine)           | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel d'acidification, dépassement cumulé (EP-terrestre)                                                            | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel de formation d'ozone troposphérique (POCP)                                                                    | Aucune                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Efficacité potentielle de l'exposition humaine à l'isotope U235 (PIR)                                                   | 1                             |
| <b>Type 3 de l'ILCD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Potentiel d'épuisement pour les ressources abiotiques non fossiles (ADP-minéraux+métaux)                                | 2                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel d'épuisement pour les ressources abiotiques fossiles (ADP-fossile)                                            | 2                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potentiel de privation en eau (des utilisateurs), consommation d'eau pondérée en fonction de la privation (WDP)         | 2                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Unité toxique comparative potentielle pour les écosystèmes (ETP-fw)                                                     | 2                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Unité toxique comparative potentielle pour les êtres humains (HTP-c)                                                    | 2                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Unité toxique comparative potentielle pour les êtres humains (HTP-nc)                                                   | 2                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Indice potentiel de qualité des sols (SQP)                                                                              | 2                             |
| <b>Exonérations de responsabilité 1 – Cette catégorie d'impact concerne principalement l'impact éventuel sur la santé humaine des rayonnements ionisants à faible dose du cycle des combustibles nucléaires. Elle ne prend pas en compte les conséquences d'éventuels accidents nucléaires, d'une exposition professionnelle ou de l'élimination de déchets radioactifs dans des installations souterraines. Les rayonnements ionisants potentiels provenant du sol, du radon et de certains matériaux de construction ne sont pas non plus mesurés par cet indicateur.</b> |                                                                                                                         |                               |
| <b>Exonérations de responsabilité 2 – Les résultats de cet indicateur d'impact environnemental doivent être utilisés avec prudence car les incertitudes de ces résultats sont élevées ou car l'expérience liée à cet indicateur est limitée.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         |                               |

# INDICATEURS d'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE REFERENCE

| Impacts Environnementaux                                                                                                    | Etape de production | Etape de construction |                 | Etape d'utilisation |                |               |                 |                   |                              |                          | Etape de fin de vie            |              |                           |                | D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | A1 / A2 / A3        | A4 Transport          | A5 Installation | B1 Utilisation      | B2 Maintenance | B3 Réparation | B4 Remplacement | B5 Réhabilitation | B6 Utilisation de l' énergie | B7 Utilisation de l' eau | C1 Déconstruction / démolition | C2 Transport | C3 Traitement des déchets | C4 Elimination |                                                          |
| Changement climatique - total<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i>                                                          | 2,23E+01            | 9,78E-01              | 5,46E-01        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 5,93E-02     | 0                         | 1,78E-01       | -1,75E-02                                                |
| Changement climatique – combustibles fossiles<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i>                                          | 2,23E+01            | 9,65E-01              | 5,12E-01        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 5,85E-02     | 0                         | 2,04E-01       | -1,74E-02                                                |
| Changement climatique – biogénique<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i>                                                     | -1,24E-02           | 5,57E-03              | 3,30E-02        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 3,37E-04     | 0                         | -2,65E-02      | -5,17E-05                                                |
| Changement climatique – occupation des sols et transformation de l'occupation des sols<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i> | 1,73E-02            | 7,26E-03              | 5,64E-04        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 4,39E-04     | 0                         | 6,09E-04       | -3,13E-06                                                |
| Appauvrissement de la couche d'ozone<br><i>kg CFC 11 equiv/UF</i>                                                           | 2,67E-11            | 1,45E-13              | 5,44E-13        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 8,77E-15     | 0                         | 8,05E-16       | -5,30E-14                                                |
| Acidification<br><i>mole de H<sup>+</sup> equiv/UF</i>                                                                      | 8,57E-02            | 1,64E-03              | 1,86E-03        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 9,86E-05     | 0                         | 1,48E-03       | -2,79E-05                                                |
| Eutrophisation aquatique, eaux douces<br><i>kg de P<sup>-</sup> equiv/UF</i>                                                | 1,23E-05            | 4,03E-06              | 4,74E-07        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 2,44E-07     | 0                         | 3,48E-07       | -3,73E-09                                                |
| Eutrophisation aquatique marine<br><i>kg de N<sup>-</sup> equiv/UF</i>                                                      | 1,03E-02            | 6,91E-04              | 2,48E-04        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 4,15E-05     | 0                         | 3,83E-04       | -8,33E-06                                                |
| Eutrophisation terrestre<br><i>Mole de N equiv/UF</i>                                                                       | 1,12E-01            | 6,94E-03              | 2,71E-03        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 4,17E-04     | 0                         | 4,21E-03       | -8,99E-05                                                |
| Formation d'ozone photochimique<br><i>kg de NMCOV equiv/UF</i>                                                              | 3,37E-02            | 1,47E-03              | 7,90E-04        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 8,82E-05     | 0                         | 1,16E-03       | -3,78E-05                                                |

|                                                                                    |          |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |          |   |          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|----------|----------|---|----------|-----------|
| Epuisement des ressources abiotiques<br>(minéraux&métaux)<br><i>kg Sb equiv/UF</i> | 7,48E-07 | 6,36E-08 | 1,79E-08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00E+00 | 3,85E-09 | 0 | 1,96E-08 | -1,14E-09 |
| Epuisement des ressources abiotiques<br>(combustibles fossiles)<br><i>MJ/UF</i>    | 3,00E+02 | 1,20E+01 | 6,51E+00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00E+00 | 7,28E-01 | 0 | 2,75E+00 | -5,83E-01 |
| Besoin en eau<br><i>m³ de privation equiv dans le monde/UF</i>                     | 7,53E-01 | 3,67E-03 | 1,94E-02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00E+00 | 2,22E-04 | 0 | 2,22E-02 | -1,96E-03 |



# INDICATEURS d'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ADDITIONNELS

| Flux sortants                                                                     | Etape de production | Etape de construction |                 | Etape d'utilisation |                |               |                 |                   |                              |                          | Etape de fin de vie            |              |                           |                | D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                   | A1 / A2 / A3        | A4 Transport          | A5 Installation | B1 Utilisation      | B2 Maintenance | B3 Réparation | B4 Remplacement | B5 Réhabilitation | B6 Utilisation de l' énergie | B7 Utilisation de l' eau | C1 Déconstruction / démolition | C2 Transport | C3 Traitement des déchets | C4 Elimination |                                                          |
| Emissions de particules fines<br><i>Indice de maladies/UF</i>                     | 6,47E-07            | 1,60E-08              | 1,46E-08        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 9,68E-10     | 0                         | 1,83E-08       | -2,39E-10                                                |
| Rayonnements ionisants (santé humaine)<br><i>Kg Bq-de-U235 equiv/UF</i>           | 3,38E+00            | 1,05E-02              | 6,82E-02        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 6,34E-04     | 0                         | 3,03E-03       | -9,35E-03                                                |
| Ecotoxicité (eaux douces)<br><i>CTUe/UF</i>                                       | 1,08E+02            | 2,24E+01              | 2,83E+00        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 1,36E+00     | 0                         | 1,56E+00       | -2,56E-01                                                |
| Toxicité humaine, effets cancérigènes<br><i>CTUh/UF</i>                           | 2,03E-09            | 2,83E-10              | 6,30E-11        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 1,71E-11     | 0                         | 2,31E-10       | -5,49E-12                                                |
| Toxicité humaine, effets non-cancérigènes<br><i>CTUh/UF</i>                       | 5,47E-08            | 2,07E-08              | 3,22E-09        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 1,25E-09     | 0                         | 2,45E-08       | -7,04E-11                                                |
| Impacts liés à l'occupation des sols/qualité des sols<br><i>Sans dimension/UF</i> | 1,87E+01            | 8,20E+00              | 6,15E-01        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 4,96E-01     | 0                         | 5,55E-01       | -1,23E-02                                                |

# UTILISATION DES RESSOURCES

| Utilisation des ressources                                                                                                                                                   | Etape de production | Etape de construction |                 | Etape d'utilisation |                |               |                 |                   |                             |                         | Etape de fin de vie            |              |                           |                | D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                              | A1 / A2 / A3        | A4 Transport          | A5 Installation | B1 Utilisation      | B2 Maintenance | B3 Réparation | B4 Remplacement | B5 Réhabilitation | B6 Utilisation de l'énergie | B7 Utilisation de l'eau | C1 Déconstruction / démolition | C2 Transport | C3 Traitement des déchets | C4 Elimination |                                                          |
| Utilisation de l'énergie primaire renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières - MJ/UF                     | 1,23E+01            | 7,77E-01              | 2,92E-01        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0,00E+00                       | 4,70E-02     | 0                         | 3,70E-01       | -3,10E-02                                                |
| Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables en tant que matières premières - MJ/UF                                                                           | 0,00E+00            | 0                     | 0,00E+00        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| <b>Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières) - MJ/UF</b>     | 1,23E+01            | 7,77E-01              | 2,92E-01        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0,00E+00                       | 4,70E-02     | 0                         | 3,70E-01       | -3,10E-02                                                |
| Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières - MJ/UF             | 2,87E+02            | 1,20E+01              | 6,74E+00        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0,00E+00                       | 7,28E-01     | 0                         | 2,75E+00       | -5,83E-01                                                |
| Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables en tant que matières premières - MJ/UF                                                                       | 1,35E+01            | 0                     | -2,31E-01       | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| <b>Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières) - MJ/UF</b> | 3,00E+02            | 1,20E+01              | 6,51E+00        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0,00E+00                       | 7,28E-01     | 0                         | 2,75E+00       | -5,83E-01                                                |
| Utilisation de matière secondaire - kg/UF                                                                                                                                    | 0,00E+00            | 0                     | 0,00E+00        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Utilisation de combustibles secondaires renouvelables - MJ/UF                                                                                                                | 0                   | 0                     | 0               | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables - MJ/UF                                                                                                            | 0                   | 0                     | 0               | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Utilisation nette d'eau douce - m³/UF                                                                                                                                        | 4,81E-02            | 5,08E-04              | 1,09E-03        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                           | 0                       | 0,00E+00                       | 3,08E-05     | 0                         | 6,78E-04       | -8,54E-05                                                |

| CATEGORIE DE DECHETS                                   |                     |                       |                 |                     |                |               |                 |                   |                              |                          |                                |              |                           |                |                                                          |
|--------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|
| Catégorie de déchets                                   | Etape de production | Etape de construction |                 | Etape d'utilisation |                |               |                 |                   |                              |                          | Etape de fin de vie            |              |                           |                | D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système |
|                                                        | A1 / A2 / A3        | A4 Transport          | A5 Installation | B1 Utilisation      | B2 Maintenance | B3 Réparation | B4 Remplacement | B5 Réhabilitation | B6 Utilisation de l' énergie | B7 Utilisation de l' eau | C1 Déconstruction / démolition | C2 Transport | C3 Traitement des déchets | C4 Elimination |                                                          |
| Déchets dangereux éliminés – kg/UF                     | 2,37E-08            | 4,87E-10              | 5,12E-10        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 2,95E-11     | 0                         | 2,92E-10       | 6,69E-10                                                 |
| Déchets non dangereux éliminés – kg/UF                 | 1,72E+00            | 1,88E-03              | 9,30E-01        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 1,14E-04     | 0                         | 1,37E+01       | 5,40E-04                                                 |
| Déchets radioactifs éliminés – kg/UF                   | 1,36E-02            | 4,73E-05              | 2,76E-04        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0,00E+00                       | 2,86E-06     | 0                         | 2,88E-05       | -3,65E-05                                                |
| FLUX SORTANTS                                          |                     |                       |                 |                     |                |               |                 |                   |                              |                          |                                |              |                           |                |                                                          |
| Flux sortants                                          | Etape de production | Etape de construction |                 | Etape d'utilisation |                |               |                 |                   |                              |                          | Etape de fin de vie            |              |                           |                | D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système |
|                                                        | A1 / A2 / A3        | A4 Transport          | A5 Installation | B1 Utilisation      | B2 Maintenance | B3 Réparation | B4 Remplacement | B5 Réhabilitation | B6 Utilisation de l' énergie | B7 Utilisation de l' eau | C1 Déconstruction / démolition | C2 Transport | C3 Traitement des déchets | C4 Elimination |                                                          |
| Composants destinés à la réutilisation – kg/UF         | 0                   | 0                     | 0               | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Matériaux destinés au recyclage – kg/UF                | 0                   | 0                     | 6,32E-03        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Matériaux destinés à la récupération d'énergie – kg/UF | 0                   | 0                     | 0,00E+00        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Energie Electrique fournie à l'extérieur MJ/UF         | 0                   | 0                     | 5,29E-02        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Energie Vapeur fournie à l'extérieur MJ/UF             | 0                   | 0                     | 9,47E-02        | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |
| Energie gaz ou process fournie à l'extérieur MJ/UF     | 0                   | 0                     | 0               | 0                   | 0              | 0             | 0               | 0                 | 0                            | 0                        | 0                              | 0            | 0                         | 0              | 0                                                        |

## Agrégation des différents modules pour réaliser un « Total d'étape » et « Total Cycle de vie »

| Impacts/Flux<br>unité                                                                                                          | Etape de<br>production | Etape de<br>construction | Etape<br>d'utilisation | Etape de fin<br>de vie | Total cycle de<br>vie | ModuleD   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------|
| <b>Impacts environnementaux</b>                                                                                                |                        |                          |                        |                        |                       |           |
| Changement climatique - total<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i>                                                             | 2,23E+01               | 1,52E+00                 | 0                      | 2,37E-01               | 2,40E+01              | -1,75E-02 |
| Changement climatique – combustibles fossiles<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i>                                             | 2,23E+01               | 1,48E+00                 | 0                      | 2,63E-01               | 2,40E+01              | -1,74E-02 |
| Changement climatique – biogénique<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i>                                                        | -1,24E-02              | 3,86E-02                 | 0                      | -2,62E-02              | 0,00E+00              | -5,17E-05 |
| Changement climatique – occupation des sols<br>et transformation de l'occupation des sols<br><i>kg CO<sub>2</sub> equiv/UF</i> | 1,73E-02               | 7,82E-03                 | 0                      | 1,05E-03               | 2,61E-02              | -3,13E-06 |
| Appauvrissement<br>de la couche d'ozone<br><i>kg CFC 11 equiv/UF</i>                                                           | 2,67E-11               | 6,89E-13                 | 0                      | 9,58E-15               | 2,74E-11              | -5,30E-14 |
| Acidification<br><i>mole de H<sup>+</sup> equiv/UF</i>                                                                         | 8,57E-02               | 3,50E-03                 | 0                      | 1,58E-03               | 9,08E-02              | -2,79E-05 |
| Eutrophisation aquatique, eaux douces<br><i>kg de P<sup>-</sup> equiv/UF</i>                                                   | 1,23E-05               | 4,50E-06                 | 0                      | 5,92E-07               | 1,73E-05              | -3,73E-09 |
| Eutrophisation aquatique marine<br><i>kg de N<sup>-</sup> equiv/UF</i>                                                         | 1,03E-02               | 9,39E-04                 | 0                      | 4,25E-04               | 1,16E-02              | -8,33E-06 |
| Eutrophisation terrestre<br><i>Mole de N equiv/UF</i>                                                                          | 1,12E-01               | 9,65E-03                 | 0                      | 4,63E-03               | 1,27E-01              | -8,99E-05 |
| Formation d'ozone photochimique<br><i>kg de NMCOV equiv/UF</i>                                                                 | 3,37E-02               | 2,26E-03                 | 0                      | 1,25E-03               | 3,72E-02              | -3,78E-05 |
| Epuisement des ressources abiotiques<br>(minéraux&métaux)<br><i>kg Sb equiv/UF</i>                                             | 7,48E-07               | 8,15E-08                 | 0                      | 2,35E-08               | 8,53E-07              | -1,14E-09 |
| Epuisement des ressources abiotiques<br>(combustibles fossiles)<br><i>MJ/UF</i>                                                | 3,00E+02               | 1,85E+01                 | 0                      | 3,48E+00               | 3,22E+02              | -5,83E-01 |
| Besoin en eau<br><i>m<sup>3</sup> de privation equiv dans le monde/UF</i>                                                      | 7,53E-01               | 2,31E-02                 | 0                      | 2,24E-02               | 7,98E-01              | -1,96E-03 |
| <b>Indicateurs d'impacts environnementaux additionnels</b>                                                                     |                        |                          |                        |                        |                       |           |
| Emissions de particules fines<br><i>Indice de maladies/UF</i>                                                                  | 1,73E-02               | 7,26E-03                 | 5,64E-04               | 0                      | 0                     | 0         |
| Rayonnements ionisants (santé humaine)<br><i>Kg Bq-de-U235 equiv/UF</i>                                                        | 2,67E-11               | 1,45E-13                 | 5,44E-13               | 0                      | 0                     | 0         |
| Ecotoxicité (eaux douces)<br><i>CTUe/UF</i>                                                                                    | 8,57E-02               | 1,64E-03                 | 1,86E-03               | 0                      | 0                     | 0         |
| Toxicité humaine, effets cancérigènes<br><i>CTUh/UF</i>                                                                        | 1,23E-05               | 4,03E-06                 | 4,74E-07               | 0                      | 0                     | 0         |
| Toxicité humaine, effets non-cancérigènes<br><i>CTUh/UF</i>                                                                    | 1,03E-02               | 6,91E-04                 | 2,48E-04               | 0                      | 0                     | 0         |
| Impacts liés à l'occupation des sols/qualité des<br>sols<br><i>Sans dimension/UF</i>                                           | 1,12E-01               | 6,94E-03                 | 2,71E-03               | 0                      | 0                     | 0         |

| Consommation des ressources                                                                                                                                                  |          |           |   |          |          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|---|----------|----------|-----------|
| Utilisation de l'énergie primaire renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières - MJ/UF                     | 1,23E+01 | 1,07E+00  | 0 | 4,17E-01 | 1,38E+01 | -3,10E-02 |
| Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables en tant que matières premières - MJ/UF                                                                           | 0,00E+00 | 0,00E+00  | 0 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| <b>Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières) - MJ/UF</b>     | 1,23E+01 | 1,07E+00  | 0 | 4,17E-01 | 1,38E+01 | -3,10E-02 |
| Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières - MJ/UF             | 2,87E+02 | 1,87E+01  | 0 | 3,48E+00 | 3,09E+02 | -5,83E-01 |
| Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables en tant que matières premières - MJ/UF                                                                       | 1,35E+01 | -2,31E-01 | 0 | 0,00E+00 | 1,33E+01 | 0,00E+00  |
| <b>Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières) - MJ/UF</b> | 3,00E+02 | 1,85E+01  | 0 | 3,48E+00 | 3,22E+02 | -5,83E-01 |
| Utilisation de matière secondaire - kg/UF                                                                                                                                    | 0,00E+00 | 0,00E+00  | 0 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| Utilisation de combustibles secondaires renouvelables - MJ/UF                                                                                                                | 0,00E+00 | 0,00E+00  | 0 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables - MJ/UF                                                                                                            | 0,00E+00 | 0,00E+00  | 0 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| Utilisation nette d'eau douce - m <sup>3</sup> /UF                                                                                                                           | 4,81E-02 | 1,60E-03  | 0 | 7,09E-04 | 5,04E-02 | -8,54E-05 |
| Catégories de déchets                                                                                                                                                        |          |           |   |          |          |           |
| Déchets dangereux éliminés - kg/UF                                                                                                                                           | 2,37E-08 | 9,99E-10  | 0 | 3,22E-10 | 2,50E-08 | 6,69E-10  |
| Déchets non dangereux éliminés - kg/UF                                                                                                                                       | 1,72E+00 | 9,32E-01  | 0 | 1,37E+01 | 1,64E+01 | 5,40E-04  |
| Déchets radioactifs éliminés - kg/UF                                                                                                                                         | 1,36E-02 | 3,23E-04  | 0 | 3,17E-05 | 1,39E-02 | -3,65E-05 |
| Flux sortants                                                                                                                                                                |          |           |   |          |          |           |
| Composants destinés à la réutilisation - kg/UF                                                                                                                               | 0        | 0         | 0 | 0        | 0        | 0         |
| Matériaux destinés au recyclage - kg/UF                                                                                                                                      | 0        | 6,32E-03  | 0 | 0        | 6,32E-03 | 0         |
| Matériaux destinés à la récupération d'énergie - kg/UF                                                                                                                       | 0        | 0,00E+00  | 0 | 0        | 0,00E+00 | 0         |
| Energie Electrique fournie à l'extérieur MJ/UF                                                                                                                               | 0        | 5,29E-02  | 0 | 0        | 5,29E-02 | 0         |
| Energie Vapeur fournie à l'extérieur MJ/UF                                                                                                                                   | 0        | 9,47E-02  | 0 | 0        | 9,47E-02 | 0         |
| Energie gaz ou process fournie à l'extérieur MJ/UF                                                                                                                           | 0        | 0         | 0 | 0        | 0        | 0         |

## • *Interprétation du cycle de vie*

---

L'indicateur « Réchauffement climatique (total) » est dominé par la fabrication de la laine de roche via la consommation de gaz naturel, coke et d'électricité. L'utilisation des matières premières arrivent en deuxième position pour les émissions de CO<sub>2</sub>. Pour celles-ci, l'utilisation de matières recyclées dans les usines permet de diminuer la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> au niveau du cubilot. Toutefois les matières recyclées sous forme de briquettes en interne demandent l'ajout d'un ciment qui émet beaucoup de CO<sub>2</sub> à la source lors de sa fabrication.

L'indicateur « Appauvrissement de la couche d'ozone » est influencé principalement par le scénario choisi d'incinération des emballages après installation et par la production primaire d'électricité via les systèmes de refroidissement utilisés (surtout dans le nucléaire).

L'indicateur « Acidification des sols et de l'eau » est dominé par les émissions liées au processus de fusion via les matières premières utilisées et les sources d'énergie, dont principalement les émissions d'ammoniac, d'oxydes de soufre et d'oxydes d'azote.

Les indicateurs « Eutrophisation » et « Formation d'ozone photochimique » sont influencés par les émissions du four de fusion et par les matières premières utilisées.

L'impact global de l'utilisation des matières premières « épuisement des ressources abiotiques-éléments » est réduit par l'utilisation de matières recyclées et le faible impact du basalte qui est une ressource inépuisable.

La demande en énergie primaire non renouvelable est dominée par la fabrication de la laine de roche et les emballages associés. La demande en énergie renouvelable est dominée par la production (via le mix électrique).

L'indicateur « utilisation nette d'eau douce » a une valeur faible car les eaux de refroidissement utilisées pour la fabrication sont en circuit semi-fermé. La consommation d'eau provient donc principalement de l'eau consommée pour la production primaire d'électricité (tours de refroidissement des centrales nucléaires).

- *Informations additionnelles sur le relargage de substances dangereuses dans l'air intérieur, le sol et l'eau pendant l'étape d'utilisation*
- 

### **Air intérieur**

Le produit n'est pas concerné par le relargage de substances dangereuses dans l'air intérieur, car dans ses conditions normales d'usage, le produit n'est pas appliqué dans les espaces intérieurs mais en extérieur. Cependant, les informations suivantes peuvent être fournies.

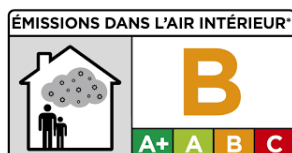
#### *COV et formaldéhyde*

---

Des essais d'émissions de COV et formaldéhyde ont été réalisés suivants les normes de la série ISO 16000-3/6/9/11 pour les produits en laine de roche.

À la suite des tests réalisés suivant les critères développés dans l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à « l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils », le classement sanitaire du produit SmartRoof C est B.

Le total des COV (COVT) est inférieur à la limite de 2.000 µg/m³ après 28 jours d'exposition (test d'Août 2019, Eurofins).



#### *Radioactivité naturelle*

---

A partir des concentrations d'activité mesurées pour le produit, l'excès de dose gamma effective reçue annuellement a été calculé selon les recommandations du rapport de la Commission Européenne (Radioprotection 112).

L'indice de concentration d'activité (I) mesuré est inférieur à 1 milliSievert/an.

Le produit est conforme aux principes de protection radiologique concernant la radioactivité naturelle des matériaux de construction de la Commission européenne (Radioprotection 112).

Il est également conforme à la directive 2013/59 / EURATOM1 et à la directive 96/29 / EURATOM ainsi qu'au décret français No 2018-434 du 4 juin 2018, et ne conduit donc pas à une augmentation de l'exposition des travailleurs ou du grand public à des sources naturelles de rayonnement.

#### *Emissions de fibres et de particules*

---

##### ➤ *Irritation mécanique des fibres*

Les fibres de laines minérales ne sont plus classées pour l'irritation pour la peau depuis janvier 2009 (Directive 2009/2/CE) sur la base de données scientifiques et n'ont donc plus aucun classement irritant. Les fibres de plus gros diamètres (celles dont le diamètre est supérieur à environ 5 µm) peuvent, comme tout corps étranger, causer des démangeaisons. Ces démangeaisons sont des réactions d'ordre mécanique et non chimique. Elles sont temporaires.

##### ➤ *Classement des fibres*

Les fibres constituant les produits d'isolation à base de laines minérales sont exonérées du classement cancérogène d'après : le Règlement sur le classement et l'étiquetage des substances et mélanges, le Règlement (CE) n° 1272/2008 et sa première mise à jour le Règlement (CE) n° 790/2009. Elles ont en effet passé avec succès les tests prévus par ce Règlement et sont conformes aux exigences définies dans la note « Q » de ce texte. Cette exonération est confirmée par l'obtention de la certification EUCEB (European CErtification Board for mineral wool products - [www.euceb.org](http://www.euceb.org)).



L'obtention de la certification EUCEB garantit que les tests d'exonération ont été exécutés dans le respect des protocoles européens, que les industriels ont mis en place des procédures de contrôle lors de la fabrication des produits, que des tierces parties contrôlent et valident les résultats des suivis qualités.

L'engagement des industriels vis à vis d'EUCEB consiste à :

- Fournir un rapport d'essai établi par un laboratoire agréé prouvant que les fibres satisfont à une des quatre conditions d'exonération prévues dans la note « Q » du Règlement (CE) n° 1272/2008,
- Se soumettre, deux fois par an, au contrôle de sa production par une tierce partie indépendante accréditée par EUCEB (prélèvements d'échantillons, conformité à l'analyse chimique initiale et évaluation du système qualité),
- Soumettre à l'organisme en charge de la mise en œuvre de la certification EUCEB les suivis des analyses chimiques pratiquées en interne chaque semaine.

Les produits répondant à cette certification sont reconnaissables grâce au logo EUCEB apposé sur les emballages :



Les recommandations à suivre pour la mise en œuvre des matériaux isolants à base de laine minérale sont similaires à celles usuellement applicables à tout chantier et sont les suivantes :

Notre produit n'est pas classé comme dangereux, bien que l'effet mécanique des fibres en contact avec la peau puisse causer une irritation temporaire. Nous fournissons donc des conseils, sous la forme de pictogrammes sur l'emballage du produit, quant à la façon de manipuler notre produit. Vous trouverez ci-dessous une explication de ces pictogrammes et leur signification.

|                                                                                     |                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Minimisez le contact direct avec la peau afin de prévenir toute irritation mécanique. Dans des environnements poussiéreux, utilisez la protection respiratoire appropriée. |  | Après tout contact avec le produit, rincez la peau à l'eau froide pour réduire les effets potentiels de l'irritation mécanique.                                        |
|  | Dans des environnements poussiéreux, utilisez l'équipement à aspiration à tous les endroits possibles pour minimiser les niveaux de poussière.                             |  | Si possible, utilisez la ventilation naturelle pendant l'installation afin de minimiser les niveaux de poussière.                                                      |
|  | Jetez le matériel excédentaire conformément à la réglementation locale en vigueur.                                                                                         |  | Utilisez des lunettes de sécurité lorsque vous travaillez avec des isolants en laine minérale au-dessus de la hauteur d'épaule ou dans des environnements poussiéreux. |

### ➤ Les fibres pendant la vie du bâtiment

L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a mesuré les concentrations dans l'air ambiant des fibres minérales lors de son étude pilote en 2002. Ces résultats, d'après l'OQAI, n'ont pas montré « de spécificité apparente des espaces intérieurs. Les valeurs mesurées sont de l'ordre de  $10^{-4}$  fibres par litre sans différence marquée entre l'extérieur et l'intérieur pour l'ensemble des sites mesurés. »

L'analyse de ces résultats et la hiérarchisation des polluants réalisés par le groupe d'experts de l'OQAI ont abouti à la décision de ne pas refaire de mesures de concentrations en fibres dans l'air intérieur des logements lors de leur campagne de 2003-2005.

## Sol et eau

Le produit n'est en contact direct ni avec l'eau destinée à la consommation humaine, ni avec les eaux de ruissellement.

### • *Contribution du produit à la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments*

---

#### Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort hygrothermique dans le bâtiment

Les caractéristiques thermiques R et d'aptitude à l'usage sont certifiées par ACERMI ce qui garantit la fiabilité des performances déclarées. Elles sont de plus, conformes au marquage CE selon la norme EN 13162 pour les produits manufacturés du bâtiment. Le numéro de certificat ACERMI du produit est : N° 19/016/1381.

Les laines minérales offrent par leurs processus de fabrication un large choix d'épaisseur et de résistance thermique. La conductivité thermique des laines minérales est comprise entre 0.030 W/mK et 0.045 W/mK.

La laine minérale est imputrescible par nature et non hydrophile dans les usages en bâtiment.

#### Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort acoustique dans le bâtiment

Pour le produit concerné spécifiquement par cette FDES, dans le but d'une isolation type ETICS (système de façade à isolation thermique extérieure), le confort acoustique pour un système avec un produit d'isolation équivalent tel que le SmartWall S C1, est augmenté dans une fourchette de 34 dB à 62dB pour le Rw (TEST REPORT No. 341429, Instituto Giordano, 18/04/2017).

#### Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort visuel dans le bâtiment

Non concerné car dans ses conditions normales d'usage, le produit n'est visible ni dans les espaces intérieurs ni depuis l'extérieur.

#### Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort olfactif dans le bâtiment

Produit non concerné car dans ses conditions normales d'usage, le produit n'est pas appliqué dans les espaces intérieurs mais en extérieur.

### • *Informations additionnelles*

---

#### Système de management intégré "QHSEE: Quality, Health, Safety, Energy and Environment"

L'ensemble des sites de Knauf Insulation à travers le monde sont certifiés ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001 et ISO 45001 selon le champ : « Design, Development and Production of Insulation Materials and Systems ». Knauf Insulation soutient les « Ten Principles of the United Nations Global Compact on human rights, labour, environment and anti-corruption ».

#### Systèmes de certification environnementale des bâtiments

Les fiches informatives par technologie de produits sur les systèmes de certification de bâtiments durables LEED, BREEAM, DGNB et WELL peuvent être consultées sur [www.knaufinsulation.com/sustainable-buildings-and-green-building-rating-systems](http://www.knaufinsulation.com/sustainable-buildings-and-green-building-rating-systems).

#### Adresses des usines de production

Site France (Illange): Knauf Insulation sprl / Mégazone d'Illange-Bertrange, D654 MoslParc, 57970 Illange, France

#### Application et usage du produit

Applications et solutions : isolation thermo-acoustique des toitures terrasses.

[https://knauf.com/fr-BE/p/produit/smartroof-c-37-24369\\_0217](https://knauf.com/fr-BE/p/produit/smartroof-c-37-24369_0217)

# PROGRAMME DE VERIFICATION INIES

## ATTESTATION DE VERIFICATION DE LA FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE (FDES)

Dans le cadre de la vérification de la FDES

### LAINE DE ROCHE SMARTROOF C 100 MM - R = 2,70 M<sup>2</sup>.K/W (HORS ACCESSOIRES DE POSE)

N° d'enregistrement du programme INIES : 20250544622

Date de vérification : 03/07/2025

Dernière date de vérification d'une mise à jour : Sans objet

Version vérifiée : 1.1

Date de fin de validité : 31/12/2030

Diffusée par : Knauf Insulation  
155 Rue Anatole France  
92300 Levallois-Perret  
France

Je soussigné, Thomas Peverelli, titulaire d'une habilitation de vérification par tierce partie indépendante du programme INIES, valable jusqu'en octobre 2026 déclare sur l'honneur :

- avoir exercé ma mission en toute indépendance et n'avoir aucun lien de nature à nuire à mon impartialité vis-à-vis du déclarant, notamment n'être employé ni à temps plein ni à temps partiel par le déclarant;
- ne pas avoir de lien d'intérêt, notamment économique, avec le déclarant au cours des trois dernières années;
- ne pas avoir participé au processus d'élaboration de la déclaration environnementale, objet de la vérification.
- avoir reçu la FDES à vérifier le 28/02/2025

Et atteste, sans préjudice des pouvoirs dont dispose l'État français pour la supervision du respect des exigences réglementaires :

- ne pas avoir identifié d'écart significatif avec les prescriptions du Programme INIES et de la norme NF EN 15804+A2 et NF EN15804+A2/CN, les éventuels écarts non significatifs sont listés dans le rapport de vérification ;
- que les données et les informations environnementales et sanitaires figurant dans la FDES susvisée sont plausibles pour le produit objet de la FDES, le propriétaire de la déclaration reste responsable de son intégrité.

Le vérificateur

Date d'édition de l'attestation

Thomas Peverelli

Le 03/07/2025

