



LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DU BÂTI

NOTE D'OPPORTUNITE

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 1 / 45 |

Table des matières

| | |
|--|----|
| Préambule | 2 |
| A Recensement des actions de construction ou de rénovation | 8 |
| B Recensement des producteurs d'éco matériaux en laine de mouton | 19 |
| C Analyse de ces actions | 30 |
| D Analyse de la réglementation française | 31 |
| E Recensement des acteurs locaux compétents ou intéressés | 34 |
| F Note d'opportunité sur l'isolation thermique et acoustique des bâtiments | 38 |

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 2 / 45 |

PREAMBULE

Cette étude prend place dans le projet interrégional DEFI LAINE et a pour objectif d'établir la pertinence de la mise en œuvre de la laine sous différentes formes – existantes ou à concevoir - dans un projet de bâtiment témoin : rénovation d'une salle des fêtes communale datant de 1950.

La Grande Région a vécu, comme la plupart des régions d'Europe de l'Ouest, l'effondrement de ses filières textiles et notamment de la filière laine, sous l'effet de la concurrence des fibres synthétiques et de la délocalisation industrielle.

Dans certaines régions de France et de Belgique, subsistent ou renaissent des filières laine avec des débouchés textiles, literie et bâtiment.

Notre étude essaie d'éclairer sur ces mouvements de renaissance, renforcement de la filière laine, de montrer les réussites, les échecs, opportunités et difficultés pour faciliter une dynamique des acteurs de la Grande Région dans cette voie des produits pour le secteur bâtiment à base de laine de mouton.

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 3 / 45 |

Pour rappel les constats introductifs de DEFI LAINE :

1er maillon : les éleveurs

Potentiel de production de laine à l'échelle de la Grande Région : 419 t/an

prix de vente de la laine : 0,9 à 1,4 €/kg

coût de la tonte : env 1 €/kg

→ la laine est considérée comme un déchet, soit exportée vers la Chine, soit brûlée ou ensevelie, alors qu'au début du siècle, les éleveurs étaient plus rémunérés par la vente de laine que la vente de viande.

2nd maillon : les coopératives, associations d'éleveurs et négociants

Des négociants mosellans et flamands collectent les laines et les revendent en Asie à bas prix.

3^{ème} maillon : les entreprises et outils de transformation de la laine

Les entreprises et artisans de la Grande Région transforment de la laine d'importation (Australie, Nouvelle-Zélande) lavée et teintée en Chine

Subsistent en Grande Région :

- Pôle lainier de Verviers en Belgique : lavage
- Entreprises lorraines en capacité de filer, tisser, tricoter (Bergère de France, Bleu-Forêt, Tricotage des Vosges)
- Artisans, entreprises, créateurs en mesure de valoriser la laine

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 4 / 45 |

Les produits actuellement sur le marché :

- panneaux semi-rigides (Naturlaine) composition non indiquée

conditionnements :

0,6*1,35 m en 0,045/0,1/0,14 m d'épaisseur en densité 30 kg/m³

0,6*2,4*0,3 en densité 22kg/m³



- ouate ou laine thermoliée (85%laine 15% fibres thermofusibles polyester)

(lambda 0,035 à 0,042 / conditionnement rouleaux épaisseur 5 à 20 cm 0,45 à 1,2*10 m / 10 à 16 kg/m³)



| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 5 / 45 |

- ouate pure laine (100% laine sur un non-tissé)

(lambda 0,035 à 0,042 / conditionnement rouleaux épaisseur 8 à 10 cm 0,6*10 m /

90 kg/m3 ?)



- feutre pure laine en sous-couche acoustique (100% laine)

(conditionnement rouleaux épaisseur 5 mm 1*15 m / 10 à 16 kg/m3)



- feutre pure laine pour yourte (100% laine + grille de renforcement en polypropylène)

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 6 / 45 |

(conditionnement rouleaux épaisseur 10 mm 2*25 m / 90 kg/m3 ?)



- bande pure laine à calfeutrer (100% laine) isolation tuyaux, calfeutrage inter-madriers ou rondins des constructions bois traditionnelles

(conditionnement rouleaux épaisseur 40 mm 0,3*15 m / 10 à 16 kg/m3)



- pure laine à souffler (100% laine) ou en vrac à épandre manuellement
conditionnement sac de 12,5 kg



| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 7 / 45 |

- composite laine de mouton et films minces
conditionnement sac de 12,5 kg



- panneaux et voiles acoustiques (source : catalogue et tarifs Terre de Laine)

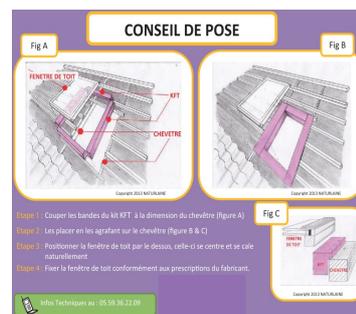


Plafond d'isolation acoustique Isolena



- kits ou feutres pour calfeutrage des fenêtres

Élément de fenêtre encastrable Isolena



| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 8 / 45 |

A. Recensement des actions de rénovation ou de construction

A.1. Recensement des notes techniques sur caractéristiques et capacités de la matière première et ses modes de transformation

Dans cette partie, nous avons recensé :

- des notes techniques sur les fibres de laine de mouton, les modes de transformation de ces fibres,
- quelques publications scientifiques sur ce même sujet et quelques laboratoires qui étudient régulièrement la laine de mouton,
- des documents techniques de type Avis technique, Agrément Technique Européen,
- quelques fiches techniques de producteurs, ainsi que d'associations ou d'organismes assurant la promotion des matériaux biosourcés.

Ce recensement consiste donc en des listes. Les documents correspondant sont joints en annexe A.

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 9 / 45 |

Publications techniques et scientifiques

Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool / 2012 / Tchèque – Autriche – 8 pages / Annexe A.1.01

En résumé : Caractérisation et recherche sur des isolants thermiques alternatifs à base de laine de mouton

L'article rend compte de résultats de mesures des propriétés acoustiques et hygrothermiques de la laine de mouton : caractéristiques dimensionnelles et densité apparente, coefficient d'absorption acoustique en fonction de l'épaisseur, raideur dynamique selon la norme ISO 9052 traitant des propriétés acoustiques, conductivité thermique en fonction de la température, de la densité apparente, de la teneur en eau. L'article met en avant les excellentes propriétés acoustiques et hygrothermiques, en citant également des avantages environnementaux et sanitaires. Cependant il ne donne pas d'information quant à la comparaison avec les résultats des isolants classiques minéraux, organiques ou d'autres isolants biosourcés.

Hygro-Thermal Properties of Sheep Wool Insulation / 2007 / Rapport de thèse doctorant à Delft en Hollande – 115 pages / Annexe A.1.02

En résumé : Propriétés hygrothermiques des isolants en laine de mouton

L'article rend compte de mesures de propriétés hygrothermiques de la laine de mouton : la perméabilité à la vapeur d'eau mesurée à 1,2 selon méthode à la coupelle, tracé de la courbe de sorption et mise en évidence de paliers spécifiques à la laine de mouton traduisant des comportements non-fickiens, simulation du comportement dynamique (sous WUFI) en situation d'isolation de toits de chaumes (conclusion : importance du frein-vapeur), mise en garde par rapport à la transformation du comportement hygroscopique de la laine pour des séchages à plus de 70 °C qui modifient la structure protéinique des fibres

La fibre de laine / 2002 / Bulletin de l'atelier n°17 / article présentant des connaissances de base sur les fibres de laine – 4 pages / Annexe A.1.03

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 10 / 45 |

La laine de mouton : notions rudimentaires / 2008 / F. Elie quelques pages sur les traitements, transformations des fibres de laine – 12 pages / Annexe A.1.04

Variation des caractéristiques des fibres de laine selon les régions du corps chez le mouton / 1953 – 13 pages / Annexe A.1.05

German sheepwool – Insulation Material with a Future ? / Article d'exploration de pistes pour des produits isolants à base de laine de mouton – 2 pages / Annexe A.1.06

En résumé :

L'article rend compte de travaux de développement et de caractérisation de matériaux isolant à base de laine de mouton : amélioration de la conductivité thermique d'isolant type vrac à souffler en fibres de lin ou de chanvre en intégrant de la laine de mouton brute, ou seule pour des isolants de petits espaces ou cavités (portes et fenêtres), et conclut sur un important potentiel dans ces domaines.

Sheep wool for sustainable architecture / 2015 / article sur un isolant baptisé Cartonlana à base de laine de mouton sans adjonction de fibres PE / Italie – 6 pages / Annexe A.1.07

En résumé :

L'article rend compte du développement d'un isolant à base de laine de mouton de basse qualité sous forme de panneau semi-rigide, et la caractérisation de ses propriétés thermiques, acoustiques, et d'absorption des formaldéhydes. Les applications visées sont l'isolation des murs extérieurs : thermique, acoustique, et l'emploi dans les cloisons intérieures sans finition rapportée afin de bénéficier de ses capacités d'assainissement de l'air intérieur.

Schafwolle als reaktives Sorbens für Luftschadstoffe im Innenraum – Teil 1 Aldehyde / article présentant des résultats d'expérience en laboratoire et en situation réelle d'assainissement de l'air ambiant grâce à la capacité de la laine de mouton à capter les aldéhydes / Deutsches Wollforschungsinstitut, Aachen Allemagne – 13 pages / Annexe A.1.08

Untersuchungen zur Sorption von Innenraum-Luftschadstoffen durch Wolle / 2006 / rapport

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 11 / 45 |

de thèse de Stefan THOME sur l'absorption des polluants de l'air intérieur, notamment les formaldéhydes, par la laine de mouton / Allemagne – 130 pages / Annexe A.1 .09

Articles et sources diverses :

C. POPESCU et F-J WORTMANN, PR DWI Leibniz Institut für Interaktive Materialien, ont publié de nombreux articles sur les caractéristiques de la laine de mouton, leurs évolutions suite à divers traitements de fibres.

On trouve également des articles sur la laine de mouton utilisée pour dépolluer l'eau par l'absorption de métaux lourds, et l'amélioration de ses performances par des irradiations sous faisceau d'électrons.

Existence d'un institut en Inde de recherche sur la laine de mouton

http://www.cswri.res.in/divisions_textile_manufacturing_textile_chemistry.asp

Article sur la production de brique d'argile renforcée par des fibres de coproduits agricoles (dont laine de mouton) fév 2018 Croatie

https://www.researchgate.net/publication/324058778_Experimental_development_of_clay_bricks_reinforced_with_agricultural_by-products?_sg=ARfDUgmTL-0Gk9YLa8RtXmvCDcKdbNwrHbncjAfFOs_9y4YpefCdVZ3Lng1fQ1Pdt_iYfRbAc5m1D8

Article sur la laine de mouton comme fibre de renforcement du béton nov 2017 Inde

https://www.researchgate.net/publication/321747673_ANALYSIS_OF_PROPERTIES_OF_CONCRETE_USING_SHEEP_WOOL_DIPPING_IN_SALT_WATER_AS_FIBRE_REINFORCEMENT_AD_MIXTURE?_sg=ZxJGU5gDc68SqHfoVC-xGxKavclL0oRExl6o1uf9f_ndLUwNyF1dv6a9j532jBB8sHgLi_FN1tHhPW0

Le projet italien (Turin) FITNESs, Fibres textiles naturelles pour la construction durable, concerne le développement d'un panneau isolant à base de chanvre et de laine de mouton.

Article à ce sujet de janvier 2018

https://www.researchgate.net/publication/320630193_Applications_of_Building_Insulation

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 12 / 45 |

[Products Based on Natural Wool and Hemp Fibers?](#)

[_sg=Pt9MUWNqWHzl3Cz_mb4dp2ddTWI2902uT-](#)

[5ZdppPaHdvFCNVh1uzGOEdawsvaoMJeZPzvNbzKfmBI](#)

Article présentant la caractérisation de la laine de mouton comme un matériau durable pour des applications acoustiques / janvier 2017 Espagne

[https://www.researchgate.net/publication/320915773_Characterization_of_Sheep_Wool_a_s_a_Sustainable_Material_for_Acoustic_Applications?_sg=-](#)

[hXOwUAOFAqSxRfI9J6iGBacfmGik5Bm0BlgvMZwK8gYkNEy6of1N83kAvsywj6Ew9pmFMxA_VinVxY](#)

Article traitant de l'efficacité d'un système d'emballage à base de laine sur l'abondance de micro-organismes de contamination de surface sur des produits de viande / déc 2016 Royaume Uni

[https://www.researchgate.net/publication/312033380_Effectiveness_of_a_Wool_Based_Packaging_System_on_the_Abundance_of_Surface_Spoilage_Microorganisms_on_Meat_Products?_sg=WXSvWTZ0gMkGfruCJLTouClrjGNVv9OnsOPYLbbRhZDODjR-JJ5fAsfl-](#)

[v6o_bTFnLii5aHWk43jrU4](#)

Article quant à la réaction au feu et les qualités environnementales de matériaux isolant (dont laine de mouton) / Nov 2016 Bosnie

[https://www.researchgate.net/publication/309771325_Insulation_Materials_-_](#)

[Reaction_to_Fire_and_Environmental_Aspects_-_Termodizolacioni_materijali_-_](#)

[Reakcija_na_vatru_i_okolinski_aspekti?](#)

[_sg=Pgje7YhBFVIQrPLBcvNylmbbsdgyMDFwupOtcXnbp0FQLERNA6R4sYCUzEiuh5zE9CBzpV](#)

[7DRcTLg3I](#)

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 13 / 45 |

Documents techniques de reconnaissance nationale ou internationale

Avis technique 20/16-371

Ouate Naturlaine – Ouate Texti'laine / Isolation thermique de planchers de combles perdus / NATURLAINE / publié le 24 août 2016 / Annexe A.1.10

Agrément Technique Européen 05/0021

Rouleau laine de mouton DWS 40/60/80/100 mm / isolation thermique ou/et acoustique / DAEMWOOL / validité du 08/03/2010 au 07/03/2015 / Annexe A.1.11

Référentiel Naturplus isolant laine de mouton / 2010 / Annexe A.1.12

Fiches techniques de fabricants et distributeurs / Annexe A.1.13

Fiches des différents produits laine proposés établies par Fibra Natur, marque de la Sté **SOTEXTHO**, Unité de transformation ST AMANS VALTHORET (81 TARN)

Fiches établies par NATURLAINE, unité de transformation à OLORON STE MARIE (64 PYRENEES ATLANTIQUES)

Fiche pure laine vierge DAEMWOOL de mars 2006, établie par DOMUS MATERIAUX, distributeur

Fiche produit ACTIS mêlant laine de mouton et films réflecteurs

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 14 / 45 |

Fiches d'associations, organismes de promotion des 'éco-matériaux' / Annexe A.1.14

Fiche laine de mouton établie par Envirobat – Méditerranée en janvier 2009

Fiches laine de mouton (souple)

établie par CODEM Picardie et par ADREAM, Thuringen Picardie

Fiche laine de mouton

établie dans le cadre de l'exposition Construire durablement en Midi Pyrénées

- diverses fiches, présentations...

Dans les deux pages suivantes, l'exemple de la fiche matériau 'laine de mouton' de Construire Durablement en Midi-Pyrénées

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 15 / 45 |



MA16
Sept 2010

FICHE MATERIAU LA LAINE DE MOUTON



DESCRIPTION

La **laine de mouton** est un isolant thermique destiné naturellement à cet usage. Les produits de tonte non conformes aux normes de qualité de l'industrie textile ont souvent été utilisés bruts, en raison de leur faible prix, surtout pour l'isolation des toitures et des greniers (faible tenue mécanique). Malheureusement, le **suint**, grasse odorante secrétée par le mouton et assurant une protection naturelle contre les **mites**, perd rapidement de son efficacité, et les risques sont grands de voir se développer ces insectes dans la laine.

Les industriels ont donc développé des procédés permettant de lui assurer une **protection** efficace et une **tenue** compatible avec une utilisation polyvalente.

Ainsi, la laine est d'abord triée, démêlée puis lavée au savon et à la soude pour éliminer le suint et les impuretés, puis elle reçoit un **traitement antimite**, généralement par trempage afin de bien imprégner la laine. Plusieurs types de traitements sont aujourd'hui utilisés : de **synthèse**, tels le **Konservan** (perméthrine) ou le **Mitin FF** (sulcofuron), ou encore **naturels** tels le **sel de bore** (également ignifugeant) ou un mélange d'**huiles essentielles** (citron, eucalyptus et lavande).

La laine subit ensuite une série de transformations : **cardage**, puis **aiguilletage** ou **thermoliason**.

Elle peut être laissée en **vrac** ou en **écheveaux** après un léger cardage, ou être conditionnée en **rouleaux** et en **panneaux** selon différents procédés : **thermoliée** par adjonction de 10 à 20% de fibres polyester, **aiguilletée** sur un non-tissé en viscose pouvant être retiré lors de la pose (100% laine), ou bien encore **stabilisée** sur un canevas à mailles fines en polypropylène (98% laine).

DOMAINE D'UTILISATION

Second œuvre
Finitions



La laine de mouton possède un excellent **pouvoir isolant thermique** en raison de sa faible densité et de l'air emprisonné dans et entre les fibres.

Les **rouleaux** et **panneaux** sont particulièrement indiqués en **isolation de toiture sous rampants**, de **combles perdus**, de **planchers** et de **murs**, idéalement agrafés sur une ossature bois.

Les produits aiguilletés cependant sont déconseillés en utilisation murale en raison de leur moindre tenue verticale par rapport aux produits thermoliés ou stabilisés.

La laine **vrac**, décompactée, est utilisée pour le calfeutrage ou le remplissage à la main de cavités. On la trouve également en **balles compressées** pour une pose mécanique en caissons à l'aide d'une **souffleuse-cardeuse**.

La laine en **écheveaux** enfin, est utilisée pour le calfeutrage des petits espaces : raccords murs-huissieries, jonction de parois, où elle viendra parfaire l'isolation des ponts thermiques.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES



Dimensions :

1,2 à 1,35 m de longueur pour les panneaux (5 à 10 m pour les rouleaux) par 0,6 m de largeur et 40 à 120 mm d'épaisseur.

Masse volumique : $\rho = 12$ à 16 kg/m^3

Propriétés thermiques

Chaleur spécifique : $c = 1500 \text{ J/kg.K}$

Conductivité thermique : $\lambda = 0,035$ à $0,042 \text{ W/m.K}$

Pour $\rho = 15 \text{ kg/m}^3$, $c = 1500 \text{ J/kg.K}$, $\lambda = 0,037 \text{ W/m.K}$ et une épaisseur de 200 mm (2x 100mm) :

Résistance thermique : $R = 5,41 \text{ m}^2.K/W$

Capacité thermique surfacique : $5 \text{ kJ/m}^2.K$

Effusivité thermique : $0,5 \text{ W.h}^{1/2}/\text{m}^2.K$

Diffusivité thermique : $1,6.10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Déphasage thermique : 4 h

Commentaires : La laine possède une très bonne capacité d'isolation. Son aptitude au déphasage (confort d'été) est assez faible. Faible capacité de stockage thermique.

Caractéristique hygrométrique :

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau : $1 < \mu < 2$

Capacité hygroscopique : peut absorber jusqu'à 33% de son poids en vapeur d'eau sans perte de ses propriétés isolantes.

Commentaires : Bonne capacité d'absorption et de diffusion de la vapeur d'eau, contribuant ainsi à la régulation hygrométrique de l'air intérieur.

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 16 / 45 |

Comportement à l'humidité : La laine est putrescible en cas d'humidité prolongée, mais résiliente en cas d'humidité accidentelle.

Caractéristique acoustique : Bonne performance phonique contre les bruits aériens.

Résistance au feu : Classe E (M4). En cas d'incendie, la laine se consume mais ne propage pas la flamme et ne dégage pas de gaz toxiques. Débarrassée de son suint, elle ne s'enflamme qu'à 560 °C et tend à s'éteindre d'elle-même.

La laine doit être mise en œuvre de préférence avec un parement coupe-feu.

CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES



Ressources : Matière première abondante permettant de valoriser les sous-produits d'une filière agricole

Bilan « énergie grise »* : 16 kWh/m² * Les données de Bilan Energie grise et CO₂ sont exprimés pour 1 « Unité Fonctionnelle » (UF), ici 1 m² de paroi ayant une Résistance Thermique R = 5 m².K/W pour une durée de vie typique de 50 ans.

Bilan « CO₂ »* : 0,16 kg eq CO₂/m²

Bilan « carbone » quasi neutre. « Energie grise » faible.

Elle possède une **bonne durabilité** avec les traitements antimites actuels, ainsi qu'une **bonne stabilité** à condition de respecter une mise en œuvre correcte (panneaux thermoliés ou stabilisés si pose verticale, protection contre l'humidité, perméabilité à la vapeur d'eau...).

Elle est de plus **non consommable** par les rongeurs, mais favorable à leur nidification.

Gestion des déchets : Déchets de chantiers ou de fin de vie réutilisables ou recyclables en isolant, sinon valorisation énergétique.

CARACTERISTIQUES SANITAIRES



En phase chantier : N'émet pas de poussières.

Pour les habitants : Pas de nuisance connue. Le Konservan est exempt de toxicité connue, de même que le Mitin FF à faible concentration (cas des laines traitées). Cependant, le fabricant a arrêté la production de cet insecticide.

EN RESUME

Les + :
Capacité d'isolation thermique et phonique.
Capacité de régulation hygrométrique.
Bilan carbone et énergie grise.

Les - :
Sensibilité au feu
Faible contribution au confort d'été.

FABRICANTS :

| Société - Nom du produit | Contexte légal |
|---|-------------------------------------|
| Sotextho - FibrNatur http://www.sotextho.com | |
| Domus - Daemwool http://www.naturlin.fr | Avis Technique Européen ETA 05/0021 |
| E-toile du berger http://www.etoileduberger.fr/ | |
| Natur'Laine http://www.naturlaine.com/ | |
| AVR Isolation - Abrilaine http://www.abrilaine.fr | |
| Isoa http://www.isoa.fr | |

SOURCES L'isolation thermique écologique. J.P. Oliva – S. Courgey. Terre Vivante, 2010 (<http://www.terrevivante.org>)

Magazine « La Maison écologique » (<http://www.la-maison-ecologique.com>) :

- n°48 déc 2008 - jan 2009 : « Revenons à nos moutons »
- n°49 fév 2009 – mar 2009 : « Le guide des isolants »

Sites et documentations des fabricants

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 17 / 45 |

A. 2 Recensement des travaux d'isolation acoustique et thermique

En Lorraine :

Isolation de combles avec laine en vrac Naturlaine par l'entreprise VARNIER RENOVATION (55 VILLERS LE SEC), fournie en isolant par **MATERIAUX NATURELS DE LORRAINE**

Projet de bâtiment témoin à Bataville (isolation thermique et acoustique, ameublement)

Article présentant DEFI LAINE du magazine *Le Paysan Lorrain* du 9 juin 2017

Projet de maison individuelle en ossature bois aux environs de Docelles dans les Vosges avec isolation murale et rampants de toiture en laine de mouton brute – suspendu par rapport aux risques d'attaques par les mites de la laine brute même dans caissons bois

En moitié nord de la France hors Lorraine :

Halle Bois du Lycée Gaudier Bzerska à St Jean de Braye (45 Loiret)

Recours à la laine de mouton en isolation murale dans caisson ossature bois

Rehafutur, rénovation de l'habitat minier

Recours à la laine de mouton en isolation de plancher bas

<http://www.rehafutur.fr/portfolio/semaine-49/>

La Damassine, maison des Vergers en Franche-Comté

Recours à la laine de mouton en isolant secondaire

<http://www.vergers-vivants.fr/spip/spip.php?article113>

Entretien avec Julien MUSSIER, architecte de l'agence Haha, maître d'œuvre du projet

L'isolation du projet était principalement en botte de paille mais, pour certaines cloisons intérieures et une sous-face de toiture terrasse, les panneaux de ouate de cellulose prévus dans les marchés ont été remplacés sur proposition de l'entreprise responsable du lot par de la laine de mouton, après validation par la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et le

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 18 / 45 |

bureau de contrôle.

285 m² de laine de mouton en rouleau de 800 mm d'épaisseur ont été mis en œuvre en cloison intérieure, avec quelques difficultés pour le maintien vertical car la laine en rouleau a peu de tenue ; environ 50 m² ont été mis en œuvre en sous-face de toiture terrasse en 2x100 mm d'épaisseur car l'épaisseur maxi disponible en laine de mouton n'atteignait pas 200 mm. Des retours de satisfaction pour le confort de pose et pas de retours négatifs de la part des utilisateurs.

Les panneaux d'isolant en ouate de cellulose étaient très coûteux à l'époque et parfois difficilement disponibles, ce qui peut expliquer ce remplacement.

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 19 / 45 |

B. Recensement des producteurs de matériaux d'écoconstruction en laine de mouton

En octobre 2012, à l'occasion des journées nationales de la laine à Felletin, Constructions & Bioressources et Ecoétudes présentaient cette carte de France de acteurs de la filière.



Des articles dans la revue La Maison Ecologique, ou des fiches matériaux d'associations de promotion des matériaux biosourcés recensent d'autres acteurs.

Nombre des entreprises citées ont connu des difficultés, ou ont arrêté leur activité de production d'isolant laine.

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 20 / 45 |

Les producteurs suivants sont ceux qui ont toujours un affichage ou une activité dans le domaine :

SAS NATURLAINE (64 TARN) Usine à Ogeu / projet d'usine à Oloron Sainte-Marie (2016-2018) / a investi dans un avis technique voir chapitre précédent

<https://france3-regions.francetvinfo.fr/nouvelle-aquitaine/pyrenees-atlantiques/bearn/laine-mouton-isolant-high-tech-840803.html>

approvisionnée par FRANCE LAINE société coopérative agricole à Mazamet Collectrice

Activité a priori repositionnée sur la laine de mouton sous forme d'isolant en vrac lavé traité



| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 21 / 45 |

TERRE DE LAINE (SCOP à 63210 ST PIERRE ROCHE)

<http://www.terredelaine.fr/>

Entretien avec Nadège BLANCHOT, gérante de la SCOP, le 17/04/2018

Petite structure, 5 personnes mais représentant pour le moment à peine 2 éq tp

L'activité actuelle de la structure s'appuie sur la vente de produits de literie réalisés en filière courte, la récolte et le négoce de laine, la vente d'isolant en laine de mouton ne permet pas encore à la structure de vivre ou se développer (pari sur l'avenir)

Le projet est de valoriser en isolant un type de laine qui n'a pas d'autres débouchés, la laine de moutons RAVA, élevés dans le massif central.

Marché toujours tiré par la yourte car peu de contraintes normatives et développement actuel de la construction de yourtes, mais qui commence à être concurrencé par les autres isolants

Marché du bâtiment très difficile à pénétrer, sauf exception de rares personnes convaincues, en raison des contraintes normatives : conductivité thermique (fibre animale « hors case » ACERMI, RT2012, RGE), aspects feu (ERP)

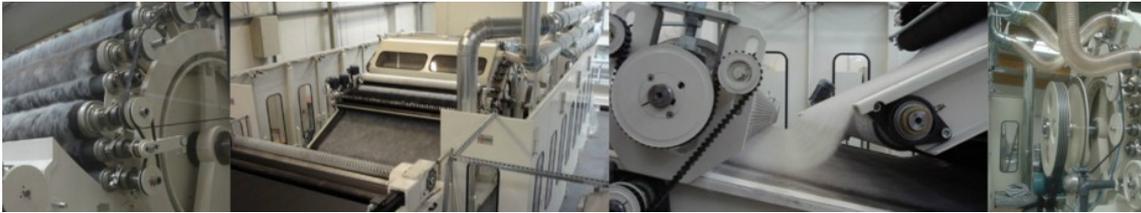
(issue de l'ETOILE DU BERGER créée en 2001 isolant thermique en plaque et rouleau technique non tissé et couettes par Stéphane BOILEAU et Jean-Luc PLISSONNEAU, utilisait l'usine de non-tissé de Mazamet)

en 2015 transformation 60t laine/an

lavage et traitement au centre de lavage de Verviers (TRAITEX) car respect des normes européennes (lavage : environ 1 €/kg, traitement : +1 €/kg)



| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 22 / 45 |



Entretien avec Mr Claude CAUQUIL, directeur commercial de SOTEXTHO (a travaillé pour ISONAT), le 17/04/2018

- A priori le plus gros producteur français : 500 000 € de CA en laine de mouton
- moitié de la production vendue pour le marché des yourtes (fabricants de yourtes)
- fournisseur des principaux distributeurs de matériaux biosourcés du net et physiques
- marché dans le sud plus développé que dans le nord
- Produit des isolants en rouleaux 100% laine car procédé de liaison mécanique (cardage-aiguilletage) et non thermoliation (pouvait poser des problèmes vis à vis des traitements à la perméthrine qui se transformait à la chaleur et dont l'efficacité pouvait être altérée) ou en feutres
- les quantités vendues restent faibles pour rentabiliser une ligne sur de la production unique de laine de mouton, et les quantités de laine de qualité disponibles dans la région importantes ne conduisent pas à un intérêt pour une implantation de ligne dans le nord est
- SOTEXTHO achète la laine lavée traitée (la question de la provenance des laines et du traitement local n'a pas été abordée)

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 23 / 45 |

Les acteurs suivants ont un faible affichage ou ont arrêté leur activité dans le domaine des isolants à base de laine de mouton :

NTP87 (87100 LIMOGES) Usine à Champsac (87230)

<http://www.ntpsas.com/>

aujourd'hui, diversification sur des laines d'autres animaux et affichage très réduit sur les isolants à base de laine de mouton

DEWAVRIN FILS ET CIE (62260 AUCHEL)

CA 2016 : 45 500 € pour une sté au capital de 1 576 000 €

Auchelaine usine de préparation de la laine liquidation prévue en 2006 (dernière usine peignage laine en France) 1967 -2013

AVR ISOLATION créée en 2003 (Association entreprises BAUDCHON -matelassage-, ROUBANE SA (textile, haute-couture) et VROMANT -négoce de laine-)

ABRILAINE 1000/1000 PV 10 cm rouleau traitement huiles essentielles avec Pass'Innovation

ABRILAINE 45/45 PV ou Abrilaine mince : laine de mouton associée à des films thermo-rélecteurs ... en PASS INNOVATION

DT/Pôle Evaluation

Mise à jour au 28 avril 2014

**Liste complète des Pass'Innovation 'Vert' délivrés
(vadides, périmés, suspendus ou annulés)**

| | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------|-------------|------------------------|
| TENDANCES ECO | SOL 50 | Procédés Photovoltaïques | 2010-082 | 11-janv.-13 | Date validité dépassée |
| JMC SOLAIRE | JMC SOLAIRE | Procédés Photovoltaïques | 2010-083 | 26-oct.-12 | Date validité dépassée |
| ARCELOR MITTAL CONSTRUCTION | TECOIA | Structure, maçonnerie, gros-cœuvre | 2010-084 | 2-nov.-12 | Date validité dépassée |
| MARCHEGAY | HELIOS RP | Procédés Photovoltaïques | 2010-085 | 28-oct.-12 | Date validité dépassée |
| 3i PLUS France | 3i SIT* | Procédés Photovoltaïques | 2010-086 | 17-nov.-12 | Date validité dépassée |
| LOGE OUEST | LECUB | Structure, maçonnerie, gros-cœuvre | 2010-087 | 3-déc.-12 | Date validité dépassée |
| SYBOIS | SYBOIS | Structure, maçonnerie, gros-cœuvre | 2011-088 | 14-janv.-13 | Date validité dépassée |
| AVR ISOLATION | ABRILAINE CONFORLAINE (mur) | Procédés d'isolation | 2011-090 | 11-janv.-13 | Date validité dépassée |
| AVR ISOLATION | ABRILAINE CONFORLAINE (combles) | Procédés d'isolation | 2011-091 | 11-janv.-13 | Date validité dépassée |

| | | |
|---|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 24 / 45 |

Peu de communication récente d'AVR ISOLATION sur ces produits

ACTIS propose aujourd'hui un isolant mince mêlant laine de mouton et couches réfléchissantes

Filature du Valgaudemar à St Firmin (05)

produit des Isolants Minces Réfléchissants Valgaudemar (IMRV) dont le VALISOLAINE
les fiches sur ces produits proviennent d'archives / le site web n'existe plus

TEXTILE DU GARROT – NOVALAINE

filature, fabrication d'isolant à base de laine de mouton et de chanvre
créée en 1998 l'entreprise est en redressement judiciaire
Site web Novalaine indisponible

Alpes Provence Laine SCIC à Sisteron créée en 2009, liquidée en 2015

NAPTURAL (24110 SAINT ASTIER) du groupe ISOA

transforment-ils encore la laine de mouton ?

Une usine NAPTURAL ISOPLUME reprise par CAVAC Matériaux en 2011

ISOA racheté en 2014 par THEVENIN site de Boulazac

La toison dorée

A tenté de développer une activité de fabrication d'isolant en laine, aujourd'hui cette activité est abandonnée, la société travaille sur la pose d'isolation, la rénovation mais avec d'autres matériaux et sur un autre secteur géographique

Autres

Le distributeur de matériaux 'éco-construction' DOMUS MATERIAUX distribue les produits DAEMWOOL, fabricant autrichien

Brevet fabrication NATISO

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 25 / 45 |

Etat des lieux des unités de transformation

Les transformations principales :

- tri
- battage, dégraissage, lavage (protection acariens, moisissures et odeur), (suint : mélange de sel potassique, graisse et cire) (on enlève le suint par des cycles de lavages-rinçages rouleaux d'essorage savon utilisé : carbonate de soude). Cette opération divise le poids de la laine par deux.
- traitement antimite (selon CDC textile pour Naturlaine) cf fin du dossier
- séchage en étuves → balles pressées à 200 kg/m³
- cardage et nappage (organisation des fibres)
- façonnée par thermoliation ou aiguilletage (à préciser) (nappe de pure laine aiguilletée sur support)

thermoliation : La thermoliation est une technique commune aux différents isolants naturels. 15% à 30 % de polyester sont insérés au début du processus de non-tissé. Elle consiste tout d'abord à carder la laine, c'est-à-dire à former un voile de laine grâce à l'action de petits et de gros rouleaux qui viennent comme coiffer la laine. Ensuite, vient le nappage qui est la formation de l'épaisseur de l'isolant. Puis vient le passage au four de l'ensemble laine de moutons et fibres polyester cardées. A 140°C, les fibres de polyester fondent et figent l'ensemble en refroidissant.

Procédé NATISO breveté de DAEMWOOL sans fibre PE

Une équipe italienne a développé un procédé sans fibres PE mais à base de produits chimiques qui dégradent certaines substances de la fibre de laine et permettent de créer des liaisons pour obtenir un produit qui se tient

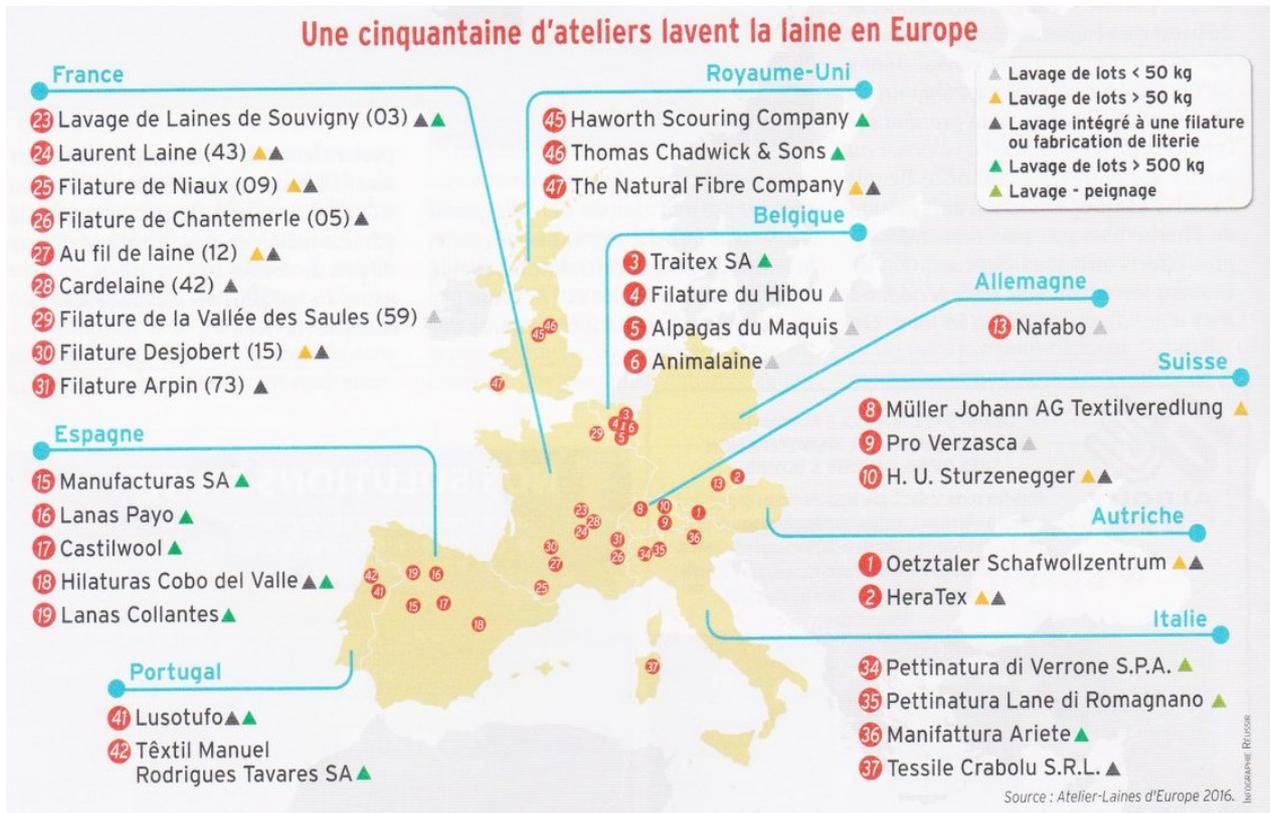
D'autres informations dans la partie A.1

ou sur le site :

<http://tetenlaine.eklablog.com/laine-de-mouton-a11130065>

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 26 / 45 |

Centres de lavage



extrait du magazine Pâtre n°650 janvier 2018

<http://patre.reussir.fr/public/index.php?a=Numero-courant>

Centre de lavage de Verviers : TRAITEX

<http://www.traitek.be/>

Un article intéressant sur les laveurs de l'Allier (Souvigny) (env 350 tonnes/an) qui donnent la mesure de cette activité

<https://www.descampagnesvivantes.fr/pages/entreprises/artisanales-industrielles/lavage-de-laines-de-souvigny.html>

L'activité de lavage est fortement concurrencée par la Chine.

autres sources à exploiter

<http://laines.be/bottin-de-la-laine/article/atelier-laines-d-europe>

<https://www.facebook.com/Filiere.laine>

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 27 / 45 |

Les unités de transformation

principalement process de non-tissé voir partie producteurs

Les process des industries textiles traditionnelles nécessitent des adaptations importantes pour produire des isolants à base de laine de mouton.

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 28 / 45 |

Les traitements antimites :

| Désignation | Utilisateurs | Substances actives et infos diverses | Dangerosité Toxicité | Efficacité |
|-------------------------------|--|--|---|---------------------------------------|
| Mitin FF (CIBA) | DAEMWOOL | sulcofuron de sodium | Classé CMR 1 et 2 par l'UE* mais agréé par Wool Mark | attestée |
| Sel de bore solubilisé | Etoile du Berger (auparavant) | traitement à moins de 5,5% corrosion des machines de transformation donc très souvent refusé par les transformateurs (possibilité de traitement par pulvérisation ou en phase soluble) | acide borique classé CMR | Durabilité contestée en pulvérisation |
| Konservan P10 | Fibra Natur -SOTEXTHO | composé de perméthrine, un pyréthriinoïde neurotoxique | Perturbateurs endocriniens, danger pour animaux et milieux aquatiques | attestée |
| huiles essentielles | en Pass'Innovation par AVR ISOLATION Terre de laine | Adjonction aux eaux de lavage (lavande, eucalyptus, citron) | Perturbateurs endocriniens | Durabilité contestée |
| Thorlan IW | Dans les pays anglosaxons Un article allemand indique que le Mitin FF, le sel de bore et les pyréthroïdes ne sont plus autorisés dans l'UE | fluorotitanate de potassium | pas d'information négative | attestée |
| Eulan SPA 01 | Terre de laine | composé de perméthrine, un pyréthriinoïde neurotoxique | Perturbateurs endocriniens, danger pour animaux et milieux aquatiques | attestée |
| Eulan U33 ou Eulan WA (BAYER) | / | sulcofuron de sodium | Classé CMR 1 et 2 par l'UE* mais agréé par Wool Mark | attestée |

| | | |
|---|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 29 / 45 |

Il nous semble important de rappeler que la toxicité est liée à la concentration des produits - l'efficacité en est également dépendante -. En outre les traitements doivent être pérennes en situation d'emploi.

Plus d'informations sur le classement CMR de l'Union Européenne :

<https://www.substitution-cmr.fr/index.php?id=282>

<http://www.prc.cnrs.fr/spip.php?rubrique14>

Voir aussi Article Isolant en laine faut-il craindre les mites paru dans les 4 saisons du jardin bio de nov-déc 2007, en annexe

Laine brute → La Maison Ecologique (LME) 2012 recensait une vingtaine de cas d'infestation de mites (idem 'les 4 saisons du jardin bio 10/11 2007')

Conseil relayé par LME 2012 : ne pas enfermer la laine de mouton en caisson mais la garder visible pour pouvoir surveiller d'éventuelles attaques... → conseil limitant fortement les applications d'isolation

Certains fabricants utilisent également des produits de retardement du feu comme AFLAMMIT. Le traitement au sel de bore aurait également cette fonction.

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 30 / 45 |

C. Analyse de ces actions

Peu de références et peu de retours sur les références identifiées

Démarches architecturales

intégration de produits biosourcés

Points forts / points faibles

points forts :

- qualités d'isolation thermique, comportement hygro, acoustiques
- origine bio-sourcés
- confort de pose

points faibles :

- prix,
- peu d'avis techniques pour l'emploi en marchés publics

Opportunités

label bâtiment biosourcés / incitations à l'emploi de matériaux biosourcés

Bonnes pratiques

bien adapter les formes d'isolant aux situations d'isolation pour faciliter la pose

Difficultés rencontrées et préconisations pour s'en affranchir

Laine brute : attaques de mites recensées / préconisations : l'utiliser en vrac en plancher de combles afin de pouvoir régulièrement contrôler d'éventuelles attaques

Prix peu concurrentiel par rapport aux autres isolants

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 31 / 45 |

D. Analyse réglementation française sur les isolants à base de laine

Les isolants à base de laine de mouton sont concernés comme la plupart des produits de construction par :

- le marquage CE,
- l'étiquetage émission air intérieur.

Suivant leur emploi, les isolants vont devoir justifier leurs caractéristiques et aptitudes.

Les coûts des agréments pour viser les utilisations en marché public sont hors d'échelle pour les fabricants français compte-tenu du marché actuel.

Marquage CE

Le marquage CE (que l'on retrouve sur l'étiquette du produit) atteste de la conformité du produit à la directive européenne relative aux produits de construction. Cela signifie que le produit répond aux exigences essentielles de la construction : résistance mécanique, sécurité incendie, sécurité d'utilisation, acoustique, hygiène et sécurité et isolation thermique.

Pour que le marquage CE des isolants à base de laine de mouton soit possible, il faut qu'un référentiel européen ait été élaboré. Or nous n'avons pas encore trouvé de document à ce sujet, et les producteurs français ne mettent pas en avant cette démarche.

Le fabricant autrichien DAEMWOOL ayant obtenu un agrément technique européen, le référentiel utilisé pour la délivrance de cet ATE peut donner un cadre au marquage CE des isolants à base de laine de mouton.

Le CSTB rappelle cependant que le marquage CE des isolants est principalement concentré sur deux exigences essentielles de sécurité en cas d'incendie et d'économies d'énergie et d'isolation thermique, mais sur une base déclarative pour cette dernière.

Sécurité en cas d'incendie

Les exigences portées sur l'isolant vont dépendre du type de bâtiment dans lesquels ils vont être mis en œuvre.

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 32 / 45 |

Pour exemple exigeant : l'emploi dans les ERP

Désormais et selon l'arrêté du 6 octobre 2004, l'utilisation des isolants ayant un classement égal ou inférieur à A2 s2 d0 est interdite, ces isolants étant estimés dangereux pour la sauvegarde des personnes et l'intégrité des bâtiments en cas d'incendie.

Ce classement est établi selon la norme NF EN 13501-1.

| Euroclasse | Fumées | Gouttelettes | Signification |
|------------|---------|--------------|---|
| A1 | - | - | Produit non combustible |
| A2 | s1 à s3 | d0 à d2 | Produit non combustible |
| B | s1 à s3 | d0 à d2 | Produit faiblement combustible |
| C | s1 à s3 | d0 à d2 | Produit combustible |
| D | s1 à s3 | d0 à d2 | Produit très combustible |
| E | - | - ou d2 | Produit très inflammable et propagateur de flamme |
| F | - | - | Produit non classé ou non testé |

s1 : non fumigène - s2 : production limitée de fumées - s3 : production élevée de fumées

d0 : pas de gouttes enflammées - d1 : gouttes enflammées ne persistant pas plus de 10 secondes - d2 : gouttes enflammées

Exemple d'un produit classé A2-s1,d0 : produit avec une très faible contribution au feu , une très faible production de fumée et sans production de gouttes enflammées

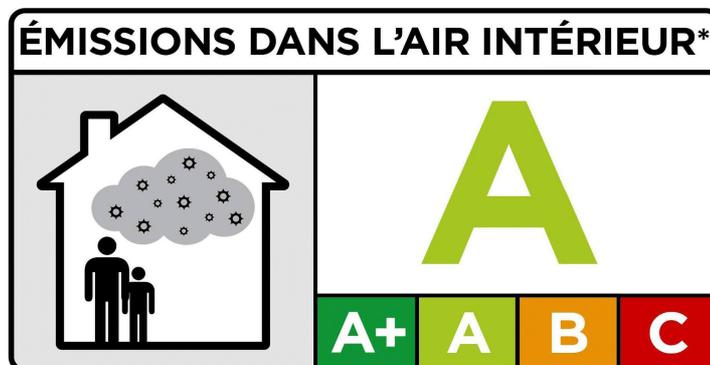
Néanmoins, ces derniers peuvent être admis s'ils sont associés à un écran thermique jouant un rôle protecteur contre le feu pendant 1/4 d'heure en murs et 1/2 heure en toitures.

La laine de mouton obtenait des classes E et F dans l'agrément technique européen DAEMWOOL donc devrait être associée à des panneaux coupe-feu dans ces mises en œuvre en ERP.

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 33 / 45 |

Étiquetage émission air intérieur

Les isolants sont soumis à un étiquetage sanitaire obligatoire depuis le 1er septembre 2013. L'étiquette indique le niveau d'émissions de substances volatiles polluantes (ou Composés Organiques Volatils COV) du produit par une classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).



| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 34 / 45 |

E. Recensement des acteurs locaux compétents ou intéressés

Distributeurs de matériaux 'éco-construction'

Matériaux Naturels de Lorraine (contact P. GERARD)

26 grand rue 54610 THEZEY SAINT MARTIN / T : 03 83 39 18 69

distribue les isolants Naturlaine, a vendu la laine en vrac Naturlaine pour un chantier
quelques autres contacts de prospects demandeurs pour l'instant non transformés en vente

Aude MASSON à Essey (liquidation en 2017)

ECODENN'ERGIE (contact : accueil)

ne vend pas, ni ne travaille avec la laine de mouton

WILLY NATURE distributeur luxembourgeois de matériaux de construction écologique

distribue la laine de mouton du producteur autrichien **ISOLENAWOLLE**

impliqué dans le développement d'une filière locale de valorisation de la laine de mouton en
isolant pour la construction

Contact infructueux

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 35 / 45 |

Architectes, bureaux d'études, maîtrise d'œuvre

une douzaine d'architectes lorrains connus pour leurs projets intégrant des matériaux bio-sourcés ont été contactés par mail

Réponses de trois agences : Mil-lieux, Haha, AB+

Mil-Lieux : pas encore utilisée, intéressés mais limites prix, besoin d'avis techniques

AB+ : pas encore utilisée

Haha : utilisée sur projet La Damassine – la maison des Vergers à Vandoncourt dans le Doubs

<http://www.vergers-vivants.fr/spip/spip.php?article113>

L'isolation du projet était principalement la botte de paille mais, pour certaines cloisons intérieures et une sous-face de toiture terrasse, les panneaux de ouate de cellulose prévus dans les marchés ont été remplacés sur proposition de l'entreprise responsable du lot par de la laine de mouton, après validation par la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et le bureau de contrôle.

285 m² de laine de mouton en rouleau de 800 mm d'épaisseur ont été mis en œuvre en cloison intérieure, avec quelques difficultés pour le maintien vertical car la laine en rouleau a peu de tenue ; environ 50 m² ont été mis en œuvre en sous-face de toiture terrasse en 2x100 mm d'épaisseur car l'épaisseur maxi disponible en laine de mouton n'atteignait pas 200 mm. Des retours de satisfaction pour le confort de pose et pas de retours négatifs de la part des utilisateurs.

Les panneaux d'isolant en ouate de cellulose étaient très coûteux à l'époque et parfois difficilement disponibles, ce qui peut expliquer ce remplacement.

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 36 / 45 |

Points relais

Lorraine Qualité Environnement (contact : Alix VILLEMIN) relais et ressources pour les professionnels de l'éco-construction en Lorraine, association en lien avec la FFB

Mise en relais avec les autres centres de ressources régionaux Eco-construction : fourniture de fiches techniques, contacts et références en laine de mouton (France)

CNIDEP Centre National d'Innovation pour le Développement durable et l'Environnement dans les Petites entreprises

Relais et ressources pour les artisans, lien avec les chambres des métiers notamment Meurthe et Moselle

N'a pas souhaité transmettre d'information

CLASSE 4 Véronique GALMICHE, formatrice à l'Eco-construction, fort relais des architectes pas connaissance de projet ayant valorisé la laine de mouton dans le Grand Est

Entreprises de construction / rénovation

ISOLECO / pas de réponse

VARNIER RENOVATION 55500 VILLERS LE SEC

Expérience de mise en œuvre de laine de mouton en vrac NATURLAINE dans un comble / pas joignables

Hêtre Nomade : yourtes 'made in Vosges' / pas de réponse

Paul ZANZEN entreprise de charpente, couverture, constructeur de maisons à ossature bois distingué dans le domaine de la construction saine et écologique en Belgique (B 4950 Sourbrodt) met en œuvre la laine de mouton produite par l'entreprise allemande **BAUR VLIESTOFFE GmbH** (producteur allemand 91550 Dinkelsbühl entre Ulm et Nüremberg) / pas de réponse

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 37 / 45 |

Centres techniques

CETELOR (contact : Raphaël KUENY)

Expertise des procédés de traitement et de transformation de fibres textiles, synthétiques, animales, ou végétales

Connaissance des acteurs industriels lorrains du textile (de leurs capacités),

Connaissance d'une partie des caractéristiques des fibres de laine de mouton des éleveurs lorrains (Grande Région, France et Europe)

Capacité à réaliser des essais de mise en forme de produits à base de fibres, à produire en pré-séries (qté : produire l'isolant pour le bâtiment témoin est possible pour eux)

Prise de contact effectuée

AGRIA LORRAINE (contact : Marie BARTHELEMY)

déjà partenaire du projet

contactée dans le cadre de la recherche d'un point d'entrée vers les éleveurs ou coopératives d'éleveurs lorrains

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 38 / 45 |

F. Note d'opportunité sur l'utilisation de la laine dans l'isolation thermique et acoustique des bâtiments

A

Caractéristiques des fibres de laine de mouton et process de transformation

Performance isolante : avérée en confort d'hiver
en confort d'été : plus performante que la laine de verre courante sans doute, mais probablement moins que la ouate de cellulose ou que les isolants végétaux ou fibres de bois car sa faible densité peut difficilement être compensée par ces propriétés de sorption de l'humidité pour conférer un déphasage suffisant en périodes estivales, ou caniculaires...

Comportement à l'eau forte capacité à se charger/décharger en humidité

Comportement au feu faible masse combustible / point éclair élevé
(mais attention selon traitements fibres, et additifs liants dans produit, ce comportement peut varier)

Propriété dépolluante de l'air intérieur par sorption – transformation des COV
(argument utilisé par les filières literie notamment)

Capacité à être compactée, pliée puis regonfler mise à l'épreuve en isolation des yourtes
faible impact environnemental à la production : attente d'ACV / données actuellement mises en avant par DAEMWOOL

Le laboratoire allemand DWI compte une équipe de chercheurs travaillant régulièrement sur les propriétés des fibres de laine de mouton, leurs évolutions en fonction de traitements.

Réalisations en Lorraine ou Grande Région

une seule réalisation recensée en Lorraine pour le moment

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 39 / 45 |

B

Un élan vers la production d'isolant en laine de mouton dans les années 2000 à 2010 dont il reste peu d'acteurs aujourd'hui pose la question de la pertinence d'un positionnement sur les marchés classiques de l'isolation : rouleaux et panneaux type laines minérales, produits composites à base de laine de mouton et de réflecteurs métalliques en couches minces.

Ne vaut-il pas mieux encourager des développements de produits sur des niches de marché d'isolant à plus forte valeur ajoutée, par exemple :

- isolation des circuits hydrauliques, (déjà proposé sur www.matériaux-naturels.fr)
- panoplies isolantes pour les ballons de production-accumulation d'eau chaude,
- mélange fibres de laine de mouton fibres végétales (piste explorée par les allemands en 2003, poursuivie actuellement en Italie, et déjà proposée sur www.terredelaine.fr),
- panneaux, voiles de correction acoustiques (voire dépollution air ambiant) (bientôt proposé sur www.terredelaine.fr)
- l'isolation des yourtes aurait a priori tiré un moment l'activité.

Un réseau européen de « résistance de la filière laine »

C

trop peu de retours des professionnels

D

Des contraintes réglementaires plus ou moins fortes selon les marchés visés

Les fabricants ont plus faciles à toucher d'abord les marchés privés plus basés sur une confiance, reconnaissance du produit directe par le maître d'ouvrage.

Réussir à toucher les marchés publics nécessitent des agréments ou avis techniques qui sont longs et coûteux à obtenir, nécessitant donc de plus forts investissements et une assise financière importants.

Les principales contraintes pèsent sur la performance thermique (ce qui ne pose pas de problème particulier si ce n'est la concurrence aux autres produits fibres végétales ou minérales, produits organiques qui tentent de gagner en performance, ou de verdir leur

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 40 / 45 |

image), et sur le comportement au feu (certains types de bâtiment nécessitent plus d'effort pour les produits à développer)

E

Acteurs locaux

Quelques professionnels intéressés ou déjà impliqués

Pas encore de contacts avec un porteur de projet en position de fabrication - commercialisation

Possibilité de développement produits avec l'appui technique du CETELOR

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 41 / 45 |

Analyse économique de la production d'isolant à base de laine de mouton

Quelques coûts :

Par exemple, 0,6 €/kg prix achat éleveurs laine brute

La laine perd la moitié de son poids lors du lavage, les coûts d'achat aux éleveurs, transports, jusqu'au lavage inclus doivent être multipliés par 2 pour être correctement pris en compte dans l'analyse.

Acheter à 0,6 € / « kg laine brute » revient à payer la matière à 1,2 € / « kg laine-isolant ».

Et viser un coût d'achat de 3€ / « kg laine brute » (soit 6€ / « kg laine-isolant ») aux éleveurs n'est pas compatible avec la majorité des valorisations actuelles dans le secteur bâtiment, comme nous allons le voir dans la suite.

Un coût de lavage de 7000 € pour 4 t de laine brute, soit 2 t de laine-isolant soit 3,5 € / « kg laine-isolant » n'est pas non plus compatible avec une filière concurrentielle et pérenne.

Quelques prix de vente aux particuliers de la laine de mouton sur web-boutique :

5 à 6,2 €/kg prix vente laine traitée comme isolant en vrac (10 kg/m³) (pour info : prix pose laine vrac en combles : environ 10 €/m²)

8 à 10 €/kg prix vente laine isolant en rouleau (aiguilletée) (12,5 à 18 kg/m³ suivant épaisseurs)

9 à 10 €/kg prix vente laine feutre (90 kg/m³ en 0,5 mm épaisseur)

24 €/kg en bandes pure laine en rouleau (thermoliée) pour isolation tuyaux ou calfeutrage madriers, rondins (13,5 kg/m³)

43 €/kg en bandes pour isolation fenêtre de toit (14 kg/m³)

env. 5 €/kg en panneaux laine de mouton - chanvre (25 kg/m³)

Les web-distributeurs travaillent probablement avec une marge de 30%, voire plus.

On en déduit rapidement le prix qu'il faut atteindre en fin de fabrication pour être concurrentiel avec les prix des producteurs actuels.

Quelques prix d'autres isolants :

La laine de verre est vendue de 2 à 5 € / kg en version rouleau compacté, soit 2 à 5 fois

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 42 / 45 |

moins chère.

La ouate de cellulose entre 1 et 2 €/kg en vrac.

La laine de roche en vrac environ 2 €/kg.

La fibre de bois en vrac entre 1 et 2 €/kg.

La fibre de bois en panneau semi-rigide environ 2 €/kg.

La fibre de bois en panneau rigide environ 1 €/kg, et environ 1,5 €/kg traité latex, pare-pluie

Quelques éléments concernant le marché des isolants :

Le marché français des isolants à base de laine de mouton représente à priori aujourd'hui à peine un million d'euros.

Pour comparaison, le marché français des isolants représente près de 700 millions d'euros, celui des isolants biosourcés de l'ordre de 50 millions d'euros.

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 43 / 45 |

Conclusion

La valorisation de la laine sous forme d'isolant pour le bâtiment présente de nombreuses contraintes : type de fibres disponibles compatibles (ni fibres 'textiles', ni fibres 'litterie'), coûts matière, lavage, traitement, transports, contraintes normatives suivant usages, investissements importants (outils, fonds de roulement) ; il semble aujourd'hui plus facile de valoriser la laine dans le textile, la literie que sous la forme de produits pour le bâtiment. Sans être fermée, cette voie de valorisation est étroite et nécessite une forte préparation des projets.

Aussi mettre en place sur la Grande Région une filière de valorisation de la laine de mouton sous forme d'isolants et produits pour le bâtiment pourrait s'appuyer sur :

- des opérations pilotes de maîtres d'ouvrages publiques ou privés, engagés, pour exemple communes concernées par l'élevage, sensibles aux problématiques environnementales, et au maintien de l'économie locale,
- du développement produit sur des marchés de niches (voir ci-dessous quelques pistes pressenties),
- du développement procédé pour améliorer le positionnement sur le marché des produits isolants en laine plus classiques (vrac, rouleaux, feutres) qui peuvent représenter plus de volume produits mais souffrent de la concurrence des autres isolants et de la nécessité d'agrément techniques pour pénétrer les marchés publics,
- du développement commercial ou marketing pour faire connaître cette filière locale et ses produits, et réussir à intéresser des clients dans un cercle de plus en plus large.

Liste de quelques produits qui semblent présenter un potentiel :

- co-produits pour fenêtres :
 - autour des intercalaires vitrages (méthode allemande?)
 - autour des châssis aux raccords avec le bâti
 - sous capotage alu des menuiseries mixtes bois-alu
- feutre sous-couche de parquet

| | | |
|---|--|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 44 / 45 |

- bandes pour calorifugeage de tuyaux
- isolant pour ballon de préparation-stockage d'eau chaude sanitaire
- bandes pour calfeutrage de maisons en bois empilé
- composant pour panneaux mobiles ou panneaux de finition de parois, présentant des qualités acoustiques et de traitement de l'air

Quelques orientations R&D :

- recherche d'une solution de traitement anti-mite qui respecte les critères européens et soit applicable sur de la laine brute (limiter les voyages) à coût maîtrisé afin de pouvoir repositionner sur le marché un produit laine en vrac pérenne, voire développer d'autres types de produits sur une base brute protégée à long terme contre les attaques des mites,
- développer des formes de produits adaptées à des marchés de niches (cités précédemment) et caractériser techniquement ces produits sur la durée, pour offrir une garantie d'usage,
- l'idée d'une micro-station de lavage à recyclage mobile est-elle envisageable techniquement et pourrait-elle réduire les coûts et déplacements associés ?

| | | |
|--|---|----------|
| TERRANERGIE Vincent PIERRE Alexis NICOLAS | LA LAINE DANS LA CONSTRUCTION ET LA REHABILITATION DU BÂTI | 26/04/18 |
| | NOTE D'OPPORTUNITE | 45 / 45 |