

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3219_V1

ATEx de cas a

Validité du 14/12/2023 au 14/12/2026



Copyright : Société SCIC SA IELO

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur (*extrait de l'art. 24*).

A LA DEMANDE DE :

Société SCIC SA IELO

2 LD La Forêt

FR-86210 BONNEUIL MATOURS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3219_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé d'isolation thermique de parois verticales à base de paille hachée ielo (Phi).

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 14/12/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- demandeur : Société SCIC SA IELO
- technique objet de l'expérimentation : procédé d'isolation par insufflation de paille hachée dans des cavités conformes aux NF DTU 31.2 et 31.4.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3219_V1 et résumée dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée ;

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **14/12/2026**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations et attendus formulés aux § 4 et 5.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Dans les conditions d'application du procédé décrites dans le Dossier Technique, les dispositions proposées ne présentent pas de risques spécifiques vis-à-vis de la sécurité des usagers.

La stabilité de l'ouvrage doit être :

- assurée conformément aux prescriptions du NF DTU 31.2 dans le cas des murs à ossature en bois ou ;
- assurée par sa structure porteuse dans le cas des façades à ossature bois qui ne participent pas à la stabilité globale de l'ouvrage, conformément au NF DTU 31.4.

1.2 – Sécurité des intervenants

Lors de la mise en œuvre et des opérations d'entretien, il y a lieu de respecter les dispositions réglementaires relatives à la protection des applicateurs définies au § 2 « Sécurité » du Dossier Technique. Le produit Phi dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI). Ainsi, la sécurité des intervenants peut être normalement assurée.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

La conception de l'ouvrage intégrant le procédé doit respecter les exigences de la réglementation sécurité incendie relative aux bâtiments d'habitation, aux bâtiments relevant du code du travail et aux ERP.

Notamment, dans le cas où la paroi à isoler présente un conduit de fumées. Il est nécessaire de vérifier la conformité des dispositions relatives aux distances minimales de sécurité entre le conduit et l'élément combustible ainsi que des dispositions relatives aux conduits, conformément à la norme NF DTU 24.1 et l'e-cahier du CSTB 3816 en vigueur.

Le dossier technique réfère au "Guide Bois Construction et propagation du feu par les façades" du Codifab concernant la propagation au feu par les façades.

La Paille Hachée ielo (Phi) dispose d'un classement de réaction au feu E selon le rapport de classement du FCBA n° 24/RC-04 du 17/01/2024 et rapport d'essai du FCBA n° 403/23/0617/A-1-v1.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Le procédé de Paille Hachée ielo ne participe pas à la vulnérabilité du bâtiment, au-delà de sa contribution aux charges permanentes à considérer dans la combinaison de charge, pour le dimensionnement de l'ouvrage en situation de séisme.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3219_V1

2°) Faisabilité

2.1 – Production

La paille de blé est récoltée sur champs et acheminée directement vers le site de production Brin d'Or, partenaire de ielo basée dans la Vienne (86), à Bonneuil-Matours, à 25 km au nord de Poitiers. La longueur des brins est comprise entre 10 et 25 mm.

Sur site, les bottes sont démunies de leurs ficelles ou de leurs filets, compactées, dépoussiérées, libérées de tous corps étrangers, puis dirigées vers un dispositif pour hacher la paille dans un calibre précis, avec un nettoyage supplémentaire (voir § 4.1 du dossier technique). L'usine de production transforme ainsi les bottes de paille d'origine agricole en paille hachée à destination de la construction.

La Paille Hachée ielo (Phi) est constitué à 100 % de paille de blé sans adjuvant ni traitement.

2.2 – Contrôles

Le contrôle de la production en usine du produit ielo est décrit au §4.2 « Contrôle en usine » du Dossier technique.

2.3 – Mise en œuvre

La mise en œuvre du procédé doit être réalisée par des entreprises d'application qualifiées pour la mise en œuvre de paille hachée par insufflation par la Scic ielo.

Préalablement à la mise en œuvre du procédé, les prescriptions du § 6.4 « Reconnaissance et préconisations pour le chantier » du Dossier technique doivent être respectées, notamment :

- la vérification de la faible humidité dans la paille (stockée à l'abri des intempéries et des remontées d'humidité, taux d'humidité de la paille doit être inférieur à 15 %) ;
- la vérification de la faible teneur en eau des panneaux et des éléments d'ossature en bois qui doit être inférieure ou égale à 18 % ;
- l'état du support et des cavités à insuffler afin de résister au poids ajouté par l'isolant et à la pression de l'air et de la matière exercée lors de l'insufflation ;
- la salubrité et la non-dégradation des murs existants dans le cas des rénovations, ;
- l'absence d'humidité des murs qui doivent être étanches à l'eau, sans fissurations et exempt de remontées d'humidité par capillarité ;
- le traitement préalable des éléments dégageant de la chaleur et des dispositifs électriques ;
- l'utilisation d'une machine d'insufflation et de ses accessoires (tuyaux, buses, etc.) conformes au Dossier technique (cf. § 5.7 « Equipement » du Dossier technique) ;
- le réglage préalable de la machine d'insufflation par des essais d'insufflation préliminaires, notamment concernant la masse volumique et l'absence de tassement à consigner sur la Fiche de préparation du chantier.

La mise en œuvre est décrite au paragraphe 6.3. « Principe de mise en œuvre pour murs et façades à ossatures bois » du Dossier Technique pour les différents cas suivants :

- Insufflation depuis l'intérieur derrière une membrane pare-vapeur ;
- Insufflation derrière un panneau rigide, depuis l'intérieur ou l'extérieur ;
- Insufflation à plat ;
- Insufflation par lisse basse.

2.4 – Assistance technique

La scic ielo assure la commercialisation et la distribution de son produit. Les entreprises de mise en œuvre doivent être formées par ielo pour insuffler la paille hachée.

ielo assure une assistance technique auprès des entreprises de mise en œuvre et des équipes de conception.

L'équipe technique de ielo se met à disposition des équipes projets pour répondre aux questions relatives aux préconisations de mise en œuvre telle que décrites dans le présent document, en complément des formations.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3219_V1

3°) Risques de désordres

Le risque principal de désordre peut être dû à un développement fongique dans l'isolant paille. En effet, la Paille Hachée ielo (Phi) n'est pas résistante au développement fongique selon les rapports d'essai du FCBA n° 401/22/012Z/1 et 401/22/012Z/2 du 20/09/2022.

Ces risques peuvent être limités par le respect des dispositions et vérifications préalables à la mise en œuvre (§ 6.4 du Dossier technique). L'entreprise doit notamment s'assurer de protéger la paille hachée afin qu'aucune humidification de l'isolant ne puisse avoir lieu jusqu'à la fin de sa réalisation. Avant la mise en œuvre, la paille et les éléments bois ne doivent pas présenter une humidité supérieure respectivement à 15% et 18% en masse. Une humidification pendant la phase chantier pourrait emprisonner de l'humidité dans la paroi, pouvant conduire à sa dégradation. De plus, la masse volumique et l'absence de tassement sont à vérifier lors d'essais d'insufflation préliminaires afin de limiter les risques de condensation.

De plus, afin de vérifier le développement fongique dans la paroi, un suivi sera réalisé par un organisme indépendant avec des prélèvements d'échantillons de Paille Hachée ielo pendant 5 ans (cf. §5 - Attendus). Il est également recommandé de suivre l'évolution de la température et humidité au sein de la paroi pour différentes typologies de climats et d'ouvrages (cf. § 4 – Recommandations). Dans le cas d'un développement fongique dans l'isolant, le bâtiment pourrait être rendu impropre à destination.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- S'assurer, dans le cas de la rénovation avant la réalisation des travaux, que les dispositions préalables et les vérifications soient réalisées par une entreprise qualifiée mandatée par le maître d'ouvrage, afin de s'assurer d'un mur sec et propre. Les murs humides ou présentant des remontées d'humidité ne peuvent être isolés avec ce procédé qu'après traitement et assainissement ;
- S'assurer du respect des prescriptions relatives au risque d'incendie concernant notamment les éléments dégageant de la chaleur ;
- Réaliser sur un certain nombre de chantiers construits dans le cadre de cette présente ATEX des mesures de température et d'humidité au sein de la paroi pour différentes typologies de climats et d'ouvrages, représentatives du domaine d'emploi visé. Ces mesures ont pour but de comparer les hypothèses retenues dans le cadre de l'étude des transferts hygrothermiques avec les conditions réelles de l'ouvrage ;
- S'assurer que la mise en œuvre soit réalisée conformément au Dossier Technique objet de la présente ATEX ;
- Référencer dans un registre tous les chantiers réalisés, durant toute la durée de l'ATEX, avec le descriptif des opérations (adresse, type de bâtiment, configuration de la paroi, épaisseur et masse volumique de l'isolant, la surface isolée, coordonnées du maître d'ouvrage et de l'applicateur, présence de conduits de fumée).

5°) Attendus

Il est attendu de :

- Procéder sur chaque chantier à des prélèvements d'échantillons de paille insufflée pour la réalisation d'essais de détermination de la présence de la flore fongique selon les conditions suivantes :
« Réaliser un suivi du non-développement fongique dans l'isolant paille durant 5 ans par prélèvement (prélèvements 2 fois par an sur les 3 premières années et 1 fois par an la quatrième et la cinquième année). Chaque prélèvement sera analysé dans un premier temps, par observation et si constat d'un développement fongique, alors une détermination de la flore fongique cultivée sera réalisée » ;
- Réaliser un essai d'insufflation par un laboratoire externe accrédité sur l'ouvrage pare-vapeur avec les caractéristiques mécaniques telles que définies dans le dossier technique les plus défavorables, afin de vérifier l'abrasion et la résistance mécanique de cette membrane à la pression exercée par l'insufflation de l'isolant à une masse volumique élevée (115 kg/m³). Faire également une vérification de la planéité de la membrane pare-vapeur avec le contre-litonnage (2 mm sous 20 cm et 5 mm sous 2 m) ;
- Réaliser un complément d'étude hygrothermique avec la simulation de configurations complémentaires afin de vérifier la viabilité de la paroi sur l'ensemble de la plage d'épaisseur de l'isolant (95 à 327 mm) ;
- Fournir un procès-verbal de classement de réaction au feu de la paille ielo, réalisé dans un laboratoire agréé français.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3219_V1

6°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations et attendus ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres sont limités.

Fait à Champs sur Marne,
Le Président du Comité d'Experts,

**Directeur Opérationnel
Enveloppe du Bâtiment**



Stéphane HAMEURY

Stéphane HAMEURY

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société SCIC SA IELO
2 LD La Forêt
86210 BONNEUIL MATOURS
FRANCE

Désignation : **Procédé d'isolation thermique de parois verticales à base de Paille Hachée ielo (Phi)**

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Procédé d'isolation par insufflation de paille hachée dans des cavités conformes aux NF DTU 31.2 et 31.4.

Mise en œuvre :

La mise en œuvre ainsi que les vérifications et préconisations préalables sont décrites aux paragraphes 6 du Dossier Technique.

Destination :

Ce procédé peut être mis en œuvre en bâtiments neufs ou existants, bâtiments d'habitations (individuels ou collectifs), recevant du public (ERP), bâtiments de bureaux ou industriels régis par le Code du travail, et bâtiments de stockage. Ce procédé est destiné à un emploi en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne (y compris en zones très froides) est à destination des murs et façades à ossature en bois conformes au NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

Constitution du système :

- Murs et façades à ossature en bois avec revêtements extérieurs ventilés conformes au NF DTU 31.2 et 31.4 ;
- Isolant en Paille Hachée ielo insufflé dans les cavités ;
- Barrière à la diffusion de vapeur d'eau côté intérieur.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATE_x 3219_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 63 pages.

***Procédé d'isolation thermique de parois verticales à base
de Paille Hachée ielo (Phi)***

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 16/04/2024

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3219_V1.

Dossier Technique établi par le demandeur

ATEX de cas a n° 3219_V1

Procédé d'isolation thermique de parois verticales à
base de Paille Hachée ielo (Phi)

Version du : 16/04/2024

Table des matières

Table des matières

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Description générale | 5 |
| 1. Présentation du demandeur | 5 |
| 2. Principe | 5 |
| 3. Domaine d'emploi | 6 |
| 1. Zone géographique..... | 6 |
| 2. Type de bâtiment | 6 |
| 3. Pour des murs à ossature en bois, conformes au NF DTU 31.2 | 6 |
| 4. Pour des façades à ossature bois, conformes au NF DTU 31.4 | 7 |
| 5. Types de locaux..... | 7 |
| 6. Parements intérieurs | 8 |
| 7. Revêtements extérieurs | 8 |
| 2. Sécurité | 8 |
| 1. Sécurité en cas d'incendie..... | 8 |
| 2. Sismique | 9 |
| 3. Développement fongique | 9 |
| 3. Description du produit | 10 |
| 1. Spécification du produit | 10 |
| 2. Conditionnement..... | 11 |
| 1. Etiquetage | 11 |
| 2. Fiche de données de sécurité | 11 |
| 4. Fabrication et contrôles | 12 |
| 1. Description..... | 12 |
| 2. Contrôles en usine | 14 |
| 1. Plan d'assurance qualité | 14 |
| 5. Disposition de conception..... | 15 |
| 1. Préparation du chantier..... | 16 |
| 2. Traitement des éléments dégageant de la chaleur | 16 |

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. | Traitement des dispositifs électriques..... | 17 |
| 4. | Constitution de la paroi | 17 |
| 5. | Barrière à la vapeur d'eau..... | 17 |
| 1. | Cas des murs à ossature bois conformes au NF DTU 31.2 | 18 |
| 2. | Cas des façades à ossature bois conformes au NF DTU 31.4 | 18 |
| 3. | Caractéristiques mécaniques des membranes souples..... | 19 |
| 6. | Doublages isolants intérieurs | 20 |
| 7. | Equipement | 20 |
| 6. | Description de la mise en œuvre | 21 |
| 1. | Dans le cas de préfabrication des cavités de murs ou façades à ossature bois | 21 |
| 2. | Conditions à respecter durant l'exécution des travaux..... | 22 |
| 3. | Principe de mise en œuvre pour murs et façades à ossatures bois..... | 23 |
| 1. | Insufflation depuis l'intérieur derrière une membrane pare-vapeur..... | 24 |
| 2. | Insufflation derrière un panneau rigide, depuis l'intérieur ou l'extérieur ... | 27 |
| 3. | Insufflation à plat | 30 |
| 4. | Insufflation par lisse basse..... | 30 |
| 4. | Reconnaissance et préconisations pour le chantier | 31 |
| 1. | Vérifications préalables | 31 |
| 2. | Vérifications du support | 32 |
| 3. | Compétences des intervenants | 33 |
| 4. | Matériel adapté | 33 |
| 5. | Adaptation du support..... | 33 |
| 6. | Taux d'humidité..... | 34 |
| 7. | Taux de tassement..... | 34 |
| 8. | Masse volumique..... | 34 |
| 9. | Essais d'insufflation préliminaires au chantier | 35 |
| 10. | Suivi de chantier..... | 35 |
| 11. | Informations intervenants ultérieurs..... | 35 |
| 12. | Principe de dépose de l'isolant..... | 36 |
| 7. | Formation des entreprises | 36 |

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------|----|
| 8. | Assistance technique | 36 |
| 8. | Références chantier | 37 |
| 9. | Résultats expérimentaux..... | 38 |
| 10. | Données Environnementales | 38 |
| 11. | Figures..... | 39 |
| 12. | Annexes :..... | 42 |
| 1. | Documents ielo..... | 42 |
| 1. | 2023_ielo_Fiche de préparation de chantier | 42 |
| 2. | 2023_ielo_Fiche de suivi de qualité sur chantier | 46 |
| 3. | 2023_ielo_Fiche de synthèse chantier | 52 |
| 4. | Fiche volontaire de données de sécurité..... | 56 |
| 5. | Exemple d'étiquette..... | 63 |

1. Description générale

1. Présentation du demandeur

La SCIC « ielo » a été fondée le 3 mars 2021 à Beaumont Saint Cyr (86).

ielo s'engage sur 2 grands objets :

- Valoriser les productions agricoles pour sécuriser les revenus des agriculteurs, stimuler l'économie rurale et faciliter la transition du secteur agricole ;
- Proposer une solution d'isolation écologique performante et accessible facilement, pouvant se substituer aux solutions manufacturées et peu vertueuses.

La solution développée par ielo est la paille hachée destinée à l'isolation des bâtiments. La paille est produite par les agriculteurs, transformée par des partenaires de ielo et ensuite vendue à la SCIC ielo. ielo commercialise la paille hachée aux constructeurs et négociants. La SCIC ielo a pour objectif de réaliser des évaluations techniques du produit paille hachée dans différents domaines d'emplois.

La paille est hachée est produite par Brin d'Or, partenaire de ielo basée dans la Vienne (86), à Bonneuil-Matours, à 25 km au nord de Poitiers.

Le présent dossier constitue la troisième demande d'évaluation technique, sous forme d'une ATEEx de cas a. Celle-ci va faciliter la réalisation des opérations et fournira un retour d'expérience permettant d'engager les démarches d'obtention d'un Avis Technique.

2. Principe

Procédé d'isolation thermique de parois verticales à base de paille hachée mise en œuvre par insufflation dans des cavités fermées des ouvrages conformes aux NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

L'insufflation dans les cavités est réalisée sur chantier depuis l'intérieur ou l'extérieur du bâtiment. L'insufflation peut également être réalisée en atelier. L'insufflation par l'extérieur est réalisée en préfabrication en usine ou dans un endroit sec, exempt d'humidité et protégé des conditions climatiques extérieures.

Les applications en rampant de toiture et en plancher ne sont pas visées.

L'ATEEx porte uniquement sur la mise en œuvre de l'isolation en paille hachée dans des cavités conformes aux NF DTU 31.2 et 31.4. Les éléments connexes constitutifs de l'ouvrage complet (du revêtement intérieur au revêtement extérieur) devront

répondre aux règles de l'art et réglementations (incendie, thermique, acoustique...) en vigueur.

3. Domaine d'emploi

1. Zone géographique

Le procédé d'isolation thermique de parois verticales à base de Paille Hachée ielo (phi) est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne (altitude > 900 m), y compris en zones très froides.

Nota : une zone très froide est définie par une température de base inférieure à -15°C (NF P52-612/CN). Les départements de la zone très froide sont :

- Le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, les Vosges, le Territoire de Belfort, la Moselle et la Meurthe-et-Moselle pour les altitudes > 400 m.
- Le Doubs pour les altitudes > 600 m.
- L'Ain, les Hautes-Alpes, l'Isère, le Jura, la Loire, la Nièvre, le Rhône, la Haute-Saône, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.

Les zones en climat de montagne, qui sont définies pour une altitude supérieure à 900 m, sont considérées comme zone très froide.

2. Type de bâtiment

Le produit est destiné à l'isolation thermique des murs pour :

- Les bâtiments d'habitation : individuels ou collectifs ;
- Les bâtiments non résidentiels :
 - Les établissements recevant du public (ERP)
 - Les bâtiments de bureaux ou industriels régis par le Code du travail
 - Les bâtiments de stockage

Les bâtiments agroalimentaires, de process industriel, frigorifiques, à ambiances corrosives ne sont pas visés.

L'insufflation peut être réalisée en neuf comme en rénovation, in situ ou en préfabrication. Dans le cas de rénovations, les murs humides ou présentant des remontées d'humidité ne peuvent pas être isolés avec ce procédé (voir ci-après).

3. Pour des murs à ossature en bois, conformes au NF DTU 31.2

Les supports visés sont les cavités réalisées conformément au NF DTU 31.2 pour des bâtiments à ossature bois dans toutes zones de vent de la France métropolitaine.

Nota : La hauteur des bâtiments peut être réduite du fait des exigences réglementaires ou bien des référentiels des revêtements extérieurs (bardage).

- Revêtements extérieurs de type bardage ventilé réalisé conformément aux règles de l'art (NF DTU, Règles Professionnelles acceptées par la C2P, Recommandations Professionnelles RAGE ou PACTE, ATec, ATEEx de cas a) qui décrivent la mise en œuvre sur murs à ossature bois conformes au NF DTU 31.2.
- Fermeture des cavités côtés intérieur et extérieur selon NF DTU 31.2

4. Pour des façades à ossature bois, conformes au NF DTU 31.4

Les supports visés sont les cavités réalisées conformément au NF DTU 31.4 dans toutes zones de vent de la France métropolitaine.

Nota : La hauteur des bâtiments peut être réduite du fait des exigences réglementaires ou bien des référentiels des revêtements extérieurs (bardage).

- Revêtements extérieurs de type bardage ventilé réalisé conformément aux règles de l'art (NF DTU, ATec, ATEEx de cas a) qui décrivent la mise en œuvre sur murs à ossature bois conformes au NF DTU 31.4
- Sur mur maçonné, voile béton, panneaux de bois, poteaux et poutres (béton, métal ou bois).
- Fermeture des cavités côtés intérieur et/ou extérieur selon NF DTU 31.4

5. Types de locaux

Les locaux visés sont les suivants :

- Locaux dans lesquels la quantité de vapeur produite dans l'ambiance intérieure est inférieure en moyenne, à celle de l'ambiance extérieure majorée de 5 g/m³ (locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens des NF DTU 31.2 et 31.4 tels que $W/n \leq 5$ g/m³ incluant les cuisines et les salles d'eau) ;
- Classés EA, EB et EB+ privatifs tels que définis dans l'e-cahier du CSTB 3567_V2 de novembre 2021 « Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois et nomenclature des supports pour revêtements muraux intérieurs ».

Pour les locaux ponctuellement et temporairement rafraichis en période chaude par un système d'appoint associé à la ventilation mécanique, l'emploi est toléré pour autant que la température de consigne soit telle que l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur soit inférieur à 5°C.

La mise en œuvre d'une barrière à la diffusion de vapeur d'eau est nécessaire côté intérieur. Elle sera réalisée par une membrane pare-vapeur souple ou un panneau

à base de bois dans le cadre de la règle dite du facteur 5 des NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4, avec les accessoires de pose dédiés.

Le produit ne doit pas être mis en œuvre dans des locaux à forte et très forte hygrométrie.

6. Parements intérieurs

Le procédé est compatible avec les parements intérieurs courants à base de plaques de plâtre cartonnées, panneaux à base de bois ou autres types de parements couverts par le NF DTU 25.41, le NF DTU 36.2 ou par un Avis Technique en cours de validité.

Ils doivent répondre aux critères du Guide des isolants combustibles dans les ERP et du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie », et être posés conformément aux DTU, Avis Techniques ou Appréciations Techniques d'Expérimentations en vigueur.

7. Revêtements extérieurs

Les revêtements extérieurs sont prévus à lame d'air ventilée conformément aux préconisations des NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4. Les revêtements de type enduit sur isolant (ETICS) sont exclus.

2. Sécurité

1. Sécurité en cas d'incendie

Le produit paille hachée iello n'est pas destiné à rester apparent.

Il y a lieu, pour l'entreprise de pose, de :

- S'assurer auprès d'une entreprise qualifiée mandatée par le Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la pose de l'isolant ;
- Vérifier la conformité des dispositions relatives aux distances de sécurité entre les conduits de fumée et les éléments combustibles les plus proches conformément à la norme NF DTU 24.1 et à l'e-cahier du CSTB 3816 de juillet 2020. Pour les foyers ouverts ou fermés les dispositions de la norme NF DTU 24.2 P1 s'appliquent.

La conception de l'ouvrage intégrant la paille hachée doit respecter les exigences de la réglementation sécurité incendie relative aux bâtiments d'habitation, relevant du code de travail et aux ERP.

Le produit ne doit être en aucun cas exposé à une source de chaleur intense (soudure, flamme, étincelle).

Dans le cas où des exigences réglementaires concernent la propagation du feu par les façades, il convient de se référer au "Guide Bois Construction et propagation du feu par les façades" du Codifab.

2. Sismique

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

3. Développement fongique

Le produit ne contient aucun traitement antifongique. La paille hachée n'est pas résistante à l'essai en laboratoire selon le CPT 3713_V3 aux conditions 28°C, 85 et 95 % HR.

Un suivi du non-développement fongique dans l'isolant paille doit être réalisé durant 5 ans (2 analyses par an sur les 3 premières années et 1 analyse par an la quatrième et la cinquième année). Les analyses sont transmises à ielo.

Les analyses sont rendues possibles par la mise en place de trappes ou de moyens d'accès à la paille hachée. Ceux-ci sont de préférence placés côté intérieur de la paroi. Ils sont conçus de sorte à permettre le rétablissement de la continuité de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau et de l'étanchéité à l'air.

Dans le cadre de l'expérimentation portée par la présente ATEx, trois opérations feront l'objet d'un suivi de température et d'humidité au sein de la paille. Il s'agit alors d'instrumenter les parois de ces bâtiments. Ielo sélectionnera sur la durée de l'expérimentation les trois opérations qui feront l'objet de ce suivi.

Dans le cas où il serait nécessaire de retirer l'isolation de la cavité dans laquelle la paille a été insufflée, il est possible de procéder à sa dépose. Cela peut être nécessaire en cas de sinistre lié à la pénétration accidentelle d'eau dans la paroi ou lors de la déconstruction du bâtiment (cf. préconisations ci-après).

3. Description du produit

1. Spécification du produit

Le produit mis en œuvre par insufflation pour l'isolation est de la paille de blé hachée mécaniquement par un procédé spécifique développé pour l'obtention d'une paille adaptée à cet usage. La paille récoltée sur champs est acheminée vers le site de production, hachée puis conditionnée pour être livrée sur chantier ou sur site de préfabrication où elle sera insufflée. Aucun adjuvant n'est ajouté à la paille. La paille hachée peut être insufflée dans des cavités. La masse volumique en œuvre après insufflation est de 110 kg/m³(+ ou -5).

Les caractéristiques techniques du produit sont résumées dans le tableau 1 ci-dessous :

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conductivité thermique | Voir note ⁽¹⁾ |
| Essai de tassement par vibrations (selon NF EN 15101-1 :2013 – Annexe B.2) | Tassement nul |
| Essai d'absorption d'eau par capillarité ou à court terme par immersion partielle (selon NF EN 1609 : 2013) | 7,6 kg/m ² |
| Essai d'humidification et de séchage (selon EN 12429 : 1999) | Reprise en masse de produit après séchage à 70°C : - Conditionnement à 23°C / 50 % HR : 8,8 % - Conditionnement à 23°C / 85 % HR : 14,8 % |
| Perméance à la vapeur d'eau (selon NF EN 12086) | $\mu = 2,84$ |
| Capacité thermique massique (selon ISO 11357-4) | $C_p = 1\,512 \text{ J/(kg.K) } 23^\circ\text{C}$ |
| Emission de polluants volatils (selon NF EN ISO 16000) | A+ |
| Résistance au développement fongique selon le CPT 3713_v3 (HR 95) | Non résistant |
| Réaction au feu : essai à l'aide d'une source à flamme unique (selon EN 13510-1 : 2017 / NF EN ISO 11925-2) | E |

Note :

⁽¹⁾ En l'absence de certification sur la conductivité thermique utile, celle-ci est déterminée conformément à l'Annexe XII de l'arrêté du 4 août 2021.

Tableau 1 – Caractéristiques techniques Paille Hachée ielo

Le tableau 2 résume les épaisseurs d'air équivalentes de la Paille Hachée ielo en fonction de son épaisseur.

| Épaisseur (mm) | 95 | 125 | 150 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 327 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Épaisseur d'air équivalente s_d (m) | 0,270 | 0,355 | 0,426 | 0,568 | 0,639 | 0,710 | 0,781 | 0,852 | 0,929 |

Tableau 2 : Épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur S_d en fonction de l'épaisseur

Note :

Le résultat est donné avec trois chiffres significatifs.

2. Conditionnement

- Emballage : sac en polyéthylène de 15 kg
- Conditionnement par palettes filmées
- Stockage : les sacs de paille hachée sont stockés hors d'eau.
- Transport : les sacs de paille palettisés et filmés sont transportés vers le chantier au moyen d'un véhicule bâché ou fermé.

1. Étiquetage

L'étiquetage (voir Annexe 5) mentionne les éléments suivants :

- Référence commerciale : Phi
- n° de lot
- n° ATEX
- Adresse fabrication
- contact@ielo.com

La traçabilité de la date de fabrication de la paille hachée ielo est assurée grâce au numéro de lot de production inscrit sur les étiquettes.

2. Fiche de données de sécurité

La paille hachée ielo ne contient aucun additif.

Le produit PHI dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS), en annexe. L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

4. Fabrication et contrôles

1. Description

L'unité de production Brin d'or basée dans la Vienne (86), à Bonneuil-Matours, à 25 km au nord de Poitiers, qui fournit ielo, transforme les bottes de paille d'origine agricole en paille hachée à destination de la construction.

Sur le site de production les bottes sont démunies de leurs ficelles ou de leurs filets, décompactées, dépoussiérées, libérées de tous corps étrangers, puis dirigées vers un dispositif pour hacher la paille.

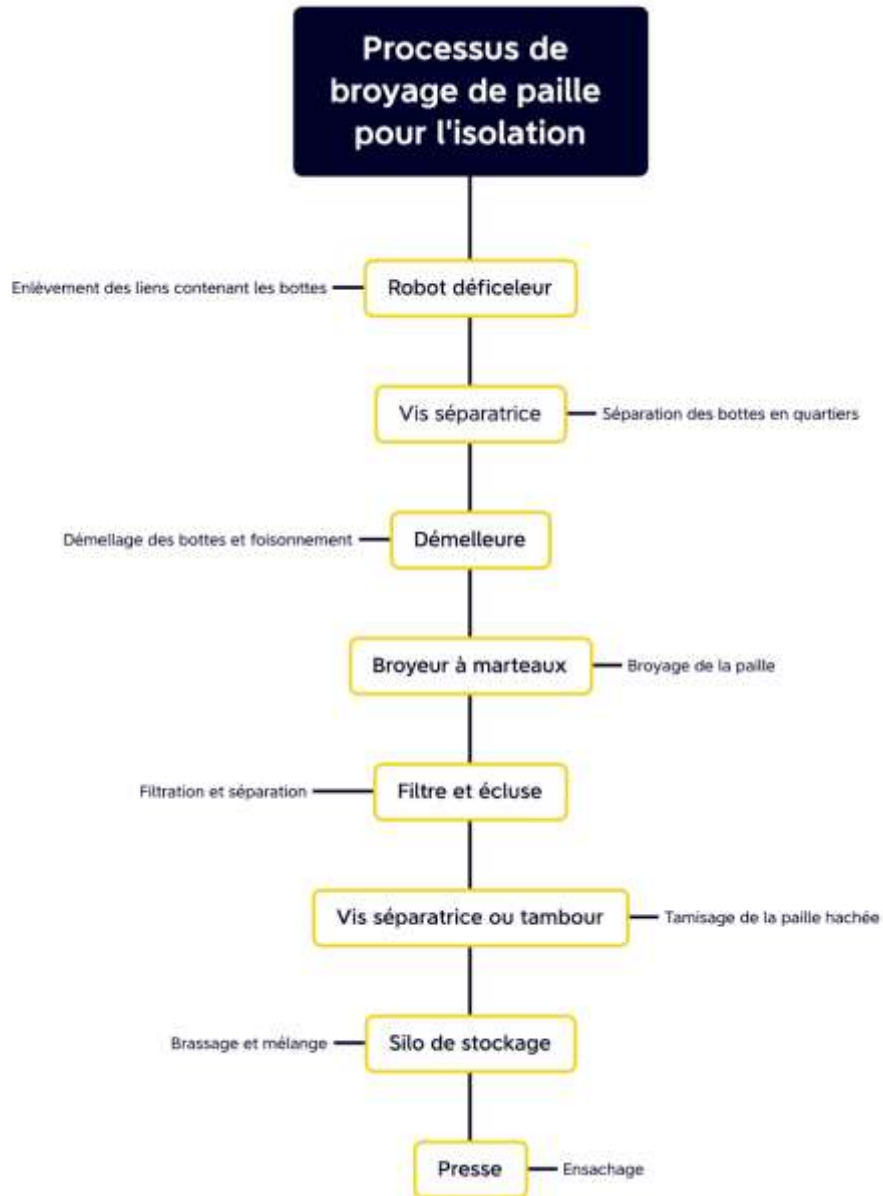


Figure 1: processus de broyage de la paille hachée ielo

2. Contrôles en usine

1. Plan d'assurance qualité

Le plan d'assurance qualité ci-dessous décrit les contrôles réalisés dans le cadre d'une production nominale de 5 jours par semaine. Un lot correspond à une journée de production sans modification de réglage. En mode nominal, une semaine correspond à 5 lots de production. Le numéro de lot est inscrit sur le sac et permet d'identifier le jour de production.

| Phase | Types de contrôles | Moyens de contrôles | Fréquence de contrôle |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Stockage Brin d'Or | Mesure d'humidité à cœur de bottes | Sonde d'humidité de la fourche du chariot télescopique | Chaque déchargement, toutes les bottes en 3 points |
| | Contrôle visuel de non-conformité des bottes | Visuel | Chaque déchargement |
| Entrée de ligne | Contrôle visuel d'absence de traces d'humidité accidentelle | Visuel | Chaque chargement de ligne |
| Production et Produit fini | Poids du sac | Balance | 1 fois / jour |
| | Qualité du sac | Visuel | 1 fois / jour |
| | Poussière | Tamisage | 1 fois / jour |
| | Humidité | Sonde au cœur du sac | 1 fois / semaine |

5. Disposition de conception

Le maître d'ouvrage doit faire procéder à une vérification de l'état des lieux avant mise en œuvre, par une entreprise qualifiée par la SCIC ielo, conformément au Dossier Technique.

La paroi extérieure doit être telle que le risque d'humidification de l'isolant soit nul ou négligeable, compte tenu de son exposition au vent et à la pluie. Les exigences d'étanchéité à l'eau sont de type "Ee1" ou "Ee2" selon la zone de vent, la catégorie de rugosité de terrain et la hauteur du bâtiment conformément aux NF DTU 31.2 et 31.4. Les murs anciens doivent être protégés contre les remontées d'humidité en provenance du sol avec la mise en œuvre d'une coupure de capillarité (NF DTU 20.1 P1-1, §5.6.3).

Dans le cas d'une mise en œuvre du procédé devant une paroi pleine, l'application est réalisée sur les supports en maçonnerie de petits éléments conformes à la norme NF DTU 20.1 et en béton banché à granulats courants conformes au DTU 23.1 suivants :

Les ouvrages en maçonnerie de petits éléments conformes à la norme NF DTU 20.1 :

- murs isolés par l'intérieur, de type I, conformément au § 3.3.1.1 de la norme NF DTU 20.1 P3, avec un enduit extérieur monocouche conforme à la NF EN 998-1, classé Wc2 en absorption d'eau par capillarité. Son épaisseur est conforme au § 6.2.2 de la norme NF DTU 26.1 P1-1. La mise en œuvre de l'enduit est réalisée conformément à la norme NF DTU 26.1 P1-1. Conformément à la norme NF DTU 20.1 P3, l'emploi en murs de type I est limité en fonction de l'exposition à la pluie et au vent (cette exposition est fonction de la situation de la construction, de la hauteur de la construction au-dessus du sol, de la présence ou non d'une protection contre le vent), et de l'épaisseur du mur dépendant du matériau employé. Point de vigilance : veiller à la protection contre les remontées d'humidité en provenance du sol avec la mise en œuvre, le cas échéant, d'une coupure de capillarité (NF DTU 20.1 P1-1, § 5.6.3),
- murs isolés par l'intérieur de type IV ;

Murs en béton banché à granulats courants conformes au DTU 23.1 :

- murs isolés par l'intérieur de type I selon la norme NF DTU 21 P3. Conformément à cette norme, l'emploi en murs de type I est limité en fonction de l'exposition à la pluie et au vent.
- murs isolés par l'intérieur de type IV ;

Les murs humides ou présentant des remontées d'humidité ne peuvent être isolés avec ce procédé.

La paroi extérieure doit être conforme aux règles de l'art (DTU, CPT, DTA ou Avis technique la concernant) vis-à-vis du risque de pénétration d'eau et des transferts de vapeur. Le procédé nécessite un ouvrage pare-vapeur conforme au § 5.5 « Barrière à la vapeur d'eau » et dont la mise en œuvre est conforme aux prescriptions des NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

La reconnaissance et la préparation du chantier se font conformément aux préconisations décrites ci-après. Dans le cas d'une insufflation par l'intérieur, les préconisations décrites dans le paragraphe 5.1 du cahier du CSTB n°3723 (novembre 2012) sont également applicables. Pour une insufflation depuis l'extérieur, les préconisations du présent dossier technique s'appliquent.

1. Préparation du chantier

Dès la consultation en phase de planification, l'applicateur vérifie que les conditions mentionnées ci-dessus sont réunies. Il contrôle notamment la taille des cavités et les détails techniques de la construction, ceci afin de déterminer la faisabilité du projet.

Dans le cas où il est nécessaire de réaliser un recoupement de l'isolant selon le guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP, celui-ci est réalisé par une pièce de bois massif de même épaisseur que l'isolant et de largeur minimale de 7 cm, fixée mécaniquement sur la structure. Cette pièce de bois ne peut être confondue avec les éléments de structure et n'a pas de fonction mécanique dans la construction.

L'applicateur détermine ainsi la quantité de produit nécessaire pour obtenir la masse volumique cible. L'applicateur doit être informé de tous les éléments pouvant se trouver à l'intérieur de la cavité, avec des indications concernant leur nature et leur taille.

2. Traitement des éléments dégageant de la chaleur

L'isolant ne doit pas être en contact avec des éléments pouvant dégager de la chaleur tels que les conduits de fumées, les hottes d'aspiration, les bobines, les transformateurs ou les moteurs.

Tous ces éléments devront être coffrés avec des plaques de plâtre ou en bois et d'une distance de sécurité entre l'élément chaud et l'isolant, compatible avec les exigences de la norme NF DTU 24.1 et du Cahier du CSTB 3816 de juillet 2020.

3. Traitement des dispositifs électriques

Les particularités présentes dans la cavité, telles que les passages d'installations techniques, câblages électriques, tuyauteries, gaines, sont clairement repérées pour ne pas percer à ces endroits.

Les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non-propagateur de flamme (P).

Selon les dispositions de la norme NF C15-100, il est interdit d'installer dans l'épaisseur de l'isolation tout matériel électrique susceptible de créer une source de chaleur continue (transformateurs). Le cas échéant, des caissons ignifugés sont à créer conformément aux exigences induites par les caractéristiques des appareils. Les dispositifs d'éclairages encastrés sont interdits en murs.

4. Constitution de la paroi

La mise en œuvre de la paroi à isoler est conforme aux normes et DTU en vigueur.

La paroi doit résister aux sollicitations mécaniques pendant l'insufflation. Les tasseaux verticaux placés au droit des montants d'ossature devant un panneau à base de bois sont fixés par vis avant insufflation, avec des vis à tête large (diamètre de tête > 2 x diamètre de tige). L'espacement entre les vis sur la hauteur du montant est au maximum de 30 cm.

La paroi est constituée d'une cavité ou d'un ensemble de cavités séparées qui ne communiquent pas entre elles.

Les parois intérieures et extérieures sont exemptes de traces d'humidité résultant d'infiltrations ou de remontées capillaires. L'isolation de murs humides ne peut pas être réalisée avec ce produit.

Dans tous les cas, compte tenu des caractéristiques du produit, la paroi externe doit être étanche à la pluie selon les exigences d'étanchéité à l'eau définies au § 5 « Disposition de conception ».

Les espaces (volets roulants, baies, etc...) qui pourraient être en communication avec les lames d'air à traiter doivent être fermés avant la mise en œuvre de l'isolant afin d'éviter toute fuite de paille.

5. Barrière à la vapeur d'eau

Une barrière à la diffusion de vapeur d'eau doit être mise en œuvre. Cette mise en œuvre est réalisée conformément aux préconisations des NF DTU 31.2, NF DTU 31.4, des normes produits et des Cahiers du CSTB 3713 et 3723.

1. Cas des murs à ossature bois conformes au NF DTU 31.2

- La barrière à la diffusion de vapeur d'eau peut être réalisée par une membrane pare-vapeur souple dont la valeur de l'épaisseur de lame d'air équivalente (Sd) est supérieure ou égale à 18 m conformément aux prescriptions du NF DTU 31.2. Le produit doit être conforme à la NF EN 13984. La valeur Sd de la membrane pare-vapeur peut également être définie par application de la règle de moyen dite du "facteur 5" conformément aux prescriptions du NF DTU 31.2
Pour les zones très froides ou de montagne (> 900 m), la valeur Sd de la barrière à la diffusion de vapeur doit être supérieure ou égale à 57 m. Pour ces zones, la règle de moyen dite du "facteur 5" n'est pas applicable.
- La barrière à la diffusion de vapeur d'eau peut aussi être réalisée par un panneau à base de bois. La résistance à la diffusion de vapeur d'eau de ces panneaux doit justifier d'une valeur selon la règle dite du "facteur 5" du NF DTU 31.2.
- La barrière à la diffusion de vapeur d'eau peut être réalisée par une membrane pare-vapeur hygrovariable. Celle-ci doit être couverte par une évaluation technique en cours de validité tel que le produit INTELLO PLUS, de la société Moll bauökologische Produkte, bénéficiant du DTA 20/15-340_V2.
L'usage des membranes hygrovariables en climat de montagne ou zones très froides n'est pas autorisé.

2. Cas des façades à ossature bois conformes au NF DTU 31.4

- La barrière à la diffusion de vapeur d'eau peut être réalisée par une membrane pare-vapeur souple dont la valeur de l'épaisseur de lame d'air équivalente (Sd) est supérieure ou égale à 18 m conformément aux prescriptions du NF DTU 31.4. Le produit doit être conforme à la NF EN 13984. La valeur Sd de la membrane pare-vapeur peut également être définie par application de la règle de moyen dite du "facteur 5" conformément aux prescriptions du NF DTU 31.4.
Pour les zones très froides ou de montagne (> 900m), le sd de la barrière à la diffusion de vapeur doit être supérieur ou égal à 57 m. Pour ces zones, la règle de moyen dite du "facteur 5" n'est pas applicable.

- La barrière à la diffusion de vapeur d'eau peut aussi être réalisée par un panneau à base de bois. La résistance à la diffusion de vapeur d'eau de ces panneaux doit justifier d'une valeur selon la règle dite du "facteur 5" du NF DTU 31.4.

Pour l'application de la règle du facteur 5, en cas de doublage isolant par l'extérieur mis en œuvre sur un panneau à base de bois, seule une membrane pare-pluie souple peut être mise en œuvre côté extérieur par rapport à ce doublage. Aucun autre composant ne doit être rapporté entre le doublage isolant extérieur supporté et ce pare-pluie.

- Pour les FOB mises en œuvre devant les parois pleines (béton banché ou maçonnerie), le parement extérieur ne doit pas s'opposer au transfert de la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur. La barrière à la diffusion de vapeur d'eau côté intérieur doit être réalisée au moyen :
 - d'une membrane pare-vapeur souple conformément aux préconisations du NF DTU 31.4
 - de la paroi existante qui joue le rôle de barrière à la migration de vapeur d'eau et faire l'objet d'une étude de transferts hygrométriques spécifique, réalisé par un bureau d'étude spécialisé, conformément au Guide du programme PACTE « Détermination des hypothèses pour les simulations de transferts couplés température / humidité dans les parois de bâtiment », démontrant de l'absence de risque. L'étude devra être soumise pour validation au contrôleur technique de l'opération avant la mise en œuvre.

3. Caractéristiques mécaniques des membranes souples

Pour l'application de la paille hachée directement derrière un pare-vapeur, celui-ci doit présenter les caractéristiques mécaniques minimales suivantes pour résister à la pression et limiter sa déformation lors de l'insufflation :

- Résistance à la traction selon EN 12311-2
 - Longitudinale ≥ 300 N/5cm
 - Transversale ≥ 220 N/5cm
- Allongement maximal en traction selon EN 12311-2
 - Longitudinale ≤ 15 %
 - Transversale ≤ 15 %

- Résistance à la déchirure selon EN 12310-1
 - Longitudinale ≥ 180 N
 - Transversale ≥ 200 N

Les lés sont jointoyés entre eux et sont raccordés aux éléments de construction et aux huisseries. Pour la pose du pare-vapeur, se référer au NF DTU 31.2, au NF DTU 31.4, et au Cahier du CSTB 3723.

Les patches adhésifs utilisés pour reboucher les orifices après insufflation ainsi que les adhésifs utilisés pour le jointoiment des lés, doivent être compatibles avec la membrane pare-vapeur.

L'acceptation des bandes, colles et accessoires adhésifs sur chantier doit être réalisée suivant la procédure décrite dans l'annexe D des normes NF DTU 31.2 P1-2. et NF DTU 31.4 P1-2. »

6. Doublages isolants intérieurs

Dans le cas d'un doublage isolant côté intérieur, quelle que soit la valeur de la perméance de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau du mur, l'épaisseur de l'isolant intérieur doit être limitée de façon à ce que sa résistance thermique respecte la règle dite des $3/4 - 1/4$ (résistance thermique du doublage isolant intérieur inférieure ou égale au quart de la somme des résistances thermiques des isolants qui composent la paroi) tout en restant inférieure à 100 mm.

7. Equipement

La mise en œuvre de l'isolant doit se faire à l'aide d'une machine d'insufflation transportable comprenant un bac d'alimentation, des pales de décompactage ainsi que d'une turbine permettant de pulser l'isolant dans un tuyau de transport.

La machine d'insufflation doit être de puissance suffisante :

- Débit d'air ≥ 500 m³/h

Pression de poussée ≥ 350 mbar

Les machines à insuffler de la ouate de cellulose ou de la fibre de bois sont adaptées pour insuffler de la paille.

L'usage d'un tuyau lisse (boyau) est nécessaire pour réduire la résistance d'écoulement du flux. Les buses doivent être rotatives et à décompression pour éviter de mettre le caisson en pression trop importante.

En cas de grande longueur de tuyau ou de fort dénivelé, il est conseillé d'utiliser des machines puissantes ou d'avoir recours à des boosters pour atteindre la masse volumique visée.

6. Description de la mise en œuvre

1. Dans le cas de préfabrication des cavités de murs ou façades à ossature bois

Dans le cas où les éléments de murs sont préfabriqués et expédiés directement par l'usine vers le chantier, l'industriel suit un plan d'assurance qualité comprenant les points de vérifications décrits ci-après.

Nota : Les dispositions de mise en œuvre sur chantier décrites dans le présent document sont également applicables aux éléments préfabriqués en usine.

Sur les matières bois entrants :

Les composants principaux (montants d'ossature, panneau intérieur, panneau pare-pluie) sont conformes aux prescriptions des NF DTU 31.2 ou 31.4.

A ce titre, ils font l'objet d'un contrôle de production en usine, réalisé par le fournisseur du composant, supervisé par un organisme notifié, conformément aux exigences de la norme correspondante.

Les tolérances dimensionnelles et de rectitude sont celles prescrites par ces référentiels.

Les qualités sur matières entrantes dans l'usine sont à minima les suivants :

- Vérification du marquage CE conformément au référentiel ;
- Vérification de la conformité aux bons de commande ;
- Vérification du taux d'humidité < 18% et de la tolérance dimensionnelle.

Contrôle de la perméabilité à la vapeur d'eau :

Dans le cas où la barrière à la vapeur d'eau et à l'air est mise en œuvre au sein de l'usine, un suivi qualité est mis en place par l'industriel. Il répond aux exigences suivantes :

- Contrôle de la matière entrante : la perméabilité à la vapeur d'eau des membranes souples ou du panneau intérieur utilisé est certifiée.
- La perméabilité à la vapeur d'eau de l'écran rigide en panneaux à base de bois (fonction pare-pluie) est suivie dans le cadre de la certification CTB-MDF RH.

- Le facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau μ est mesuré selon NF EN ISO 12572, en coupelle humide ou en coupelle sèche, par un organisme tiers selon le référentiel de certification

Lors de la fabrication des murs ou façades à ossature bois :

Des contrôles qualité visuels et dimensionnels sont réalisés.

Lors de l'insufflation de la paille hachée ielo, lorsque celle-ci est insufflée en usine :

Les vérifications suivantes sont réalisées :

- Suivi de la masse de paille insufflée et comparaison avec la masse théorique
- Vérification visuelle de la fermeture des trous d'insufflation par adhésif
- Vérification de l'insufflation finie par pesée

Ces contrôles sont réalisés à minima à chaque changement d'équipe ou nouveau réglage de la machine d'insufflation.

Contrôle de panneaux finis :

Des contrôles qualité visuels et dimensionnels sont réalisés sur chaque panneau, selon les tolérances des NF DTU 31.2 et 31.4.

- Vérification de l'équerrage ;
- Vérification dimensionnelle ;
- Contrôle visuel de l'affleurement ;
- Contrôle visuel des détails (adhésifs, joints, assemblage des châssis de fenêtre);
- Contrôle visuel du bardage posé le cas échéant ;
- Vérification fonctionnelle de chaque menuiserie le cas échéant ;

L'identification est réalisée par marquage en fonction du plan de conception de chaque bâtiment pour aider au montage des parois. Les panneaux sont fabriqués sur commande pour chaque projet au cas par cas. Chaque panneau est identifié par une étiquette mentionnant :

- La référence du chantier ;
- La référence selon le plan de repérage du plan de pose

2. Conditions à respecter durant l'exécution des travaux

- Les sacs de paille hachée ielo sont stockés à l'abri des intempéries et des remontées d'humidité.
- L'insufflation par l'extérieur est réalisée en préfabrication en usine ou sur site avant la mise en œuvre dans un endroit sec, exempt d'humidité et

protégé des conditions climatiques extérieures. La mise en œuvre est réalisée à l'abri des intempéries.

- Une signalisation relative aux risques d'incendie est apposée sur le chantier.
- Le chantier est balayé aussi souvent que nécessaire afin de travailler dans de bonnes conditions et de limiter les risques d'accidents d'incendie ou de chute par glissade.

3. Principe de mise en œuvre pour murs et façades à ossatures bois

L'isolation des parois verticales consiste à injecter sous pression, à l'aide d'une machine pneumatique, la paille hachée conformément aux dispositions définies au paragraphe 5.2.3 du cahier du CSTB n° 3723 (novembre 2012) et complétées par les points suivants pour une mise en œuvre derrière :

- Une membrane souple
- Un panneau rigide

L'insufflation peut être réalisée sur des cavités positionnées verticalement ou horizontalement.

L'insufflation est réalisée dans des cavités dont les dimensions sont les suivantes

- Hauteur maximale : 3 000 mm
- Plage d'épaisseur de l'isolant : 95 à 327 mm
- Largeur : 80 à 600 mm

Les cavités sont insufflées de paille hachée par les trous réalisés, à l'aide d'une machine pneumatique, comprenant une unité de décompactage, une unité de ventilation pour l'acheminement et un tuyau de transport pouvant être muni d'un embout ou d'une buse spécifique.

Afin de garantir la masse volumique optimale, les paramètres suivants sont réglés sur la machine d'insufflation :

- Débit d'air : une augmentation du débit d'air entraîne une augmentation de la compression du produit ;
- Débit matière : une augmentation du débit matière entraîne une diminution de la pression du produit.

Le contrôle de la masse volumique de l'isolant mis en œuvre est réalisé en fonction du nombre de sacs insufflé par volume de caisson. Cette vérification est réalisée quotidiennement. Les mesures et observations sont consignées sur une Fiche Contrôle Chantier (en Annexe) conforme aux exigences définies.

L'insufflation de l'isolant est effectuée à l'aide d'une buse, d'un tuyau, d'une aiguille ou d'une canne. L'entreprise veillera à s'assurer que le dispositif d'insufflation est compatible avec l'épaisseur de la cavité.

1. Insufflation depuis l'intérieur derrière une membrane pare-vapeur

En compléments des prescriptions décrites ci-après, la mise en œuvre doit respecter les prescriptions du paragraphe 5.2.3.3 du CPT 3723.

La membrane pare-vapeur, dont les lés sont posés horizontalement ou verticalement, forme un panneaux intérieur des cavités à isoler. Dans le cas où les lés sont posés verticalement, le recouvrement des lés doit être réalisé au droit des montants. Pour une pose horizontale, dans le cas où le recouvrement des lés n'est pas effectué à la hauteur d'un support rigide, un tasseau viendra recouvrir le jointoiement continu des deux lés réalisés avec un adhésif compatible. Cette membrane doit être tendue de manière à limiter au maximum le bombement.

Avant l'insufflation de l'isolant, un litorage vertical doit être mis en œuvre au droit des montants. L'épaisseur des tasseaux est au minimum de 25 mm. Un contre-litorage horizontal est également obligatoire pour le maintien du pare vapeur, l'entraxe des tasseaux est au maximum de 40 cm et leur épaisseur est au minimum de 45 mm conformément au CPT 3723. Avec ces épaisseurs de tasseaux minimales, après insufflation la totalité du vide technique formé par les tasseaux verticaux et horizontaux est comblé par le gonflement du pare-vapeur. Dans le cas où des gaines, des réseaux divers ou des boites d'encastrement doivent être installés dans le vide technique formé par les tasseaux verticaux et horizontaux il convient d'augmenter l'épaisseur minimale des tasseaux horizontaux de l'épaisseur nécessaire à la mise en place de ces installations. Il est également possible de ménager un vide technique derrière le parement intérieur.

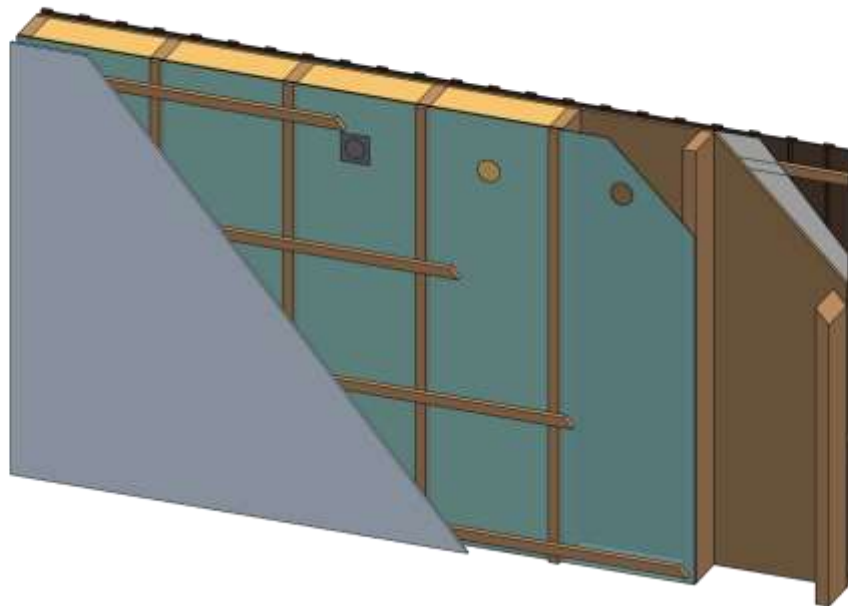


Figure 2: Principe d'Insufflation depuis l'intérieur derrière un pare vapeur

Insufflation derrière une membrane avec une buse :

Le trou d'insufflation est percé, à l'aide d'un cutter à environ 15-30 cm du haut de chaque caisson et au centre de ce dernier. Une plaque rigide percée est disposée devant la membrane afin d'insérer la buse dans la membrane au travers de celle-ci.

Insufflation derrière une membrane avec une aiguille :

A travers une membrane souple :

Le trou est à réaliser à environ la moitié de la hauteur de la cavité selon la longueur de l'aiguille.

Insufflation derrière une membrane avec un tuyau :

A travers une membrane souple :

Le trou d'insufflation est percé, à l'aide d'un cutter, environ 20-30 cm du haut de chaque caisson et au centre de ce dernier.

Dans le cas d'utilisation d'un tuyau, une marque est placée au préalable sur celui-ci pour repérer la longueur de la cavité à remplir. Deux autres marques, à environ 30 cm et 10 cm de l'extrémité du tuyau, servent de repère

lorsqu'on retire le tuyau. Le tuyau est introduit dans la cavité par un orifice prévu à cet effet et placé le plus haut possible puis glissé vers le bas. Quand le tuyau est au fond, le remonter alors à environ 40 cm du sol et enclencher la turbine d'air. L'apport de la matière est mis en marche dès que le tuyau est vidé par l'air. Tourner lentement le tuyau pour que son extrémité courbée vise directement les coins. Une vigilance particulière est nécessaire quant au maintien du flux de matière à grande vitesse dans le tuyau d'insufflation. En effet, cette fluidité de l'isolant permet d'une part, aux fibres d'être correctement compactées et d'autre part, une meilleure répartition des brins dans les compartiments à isoler. Afin d'éviter tout risque de bouchon dans le tuyau, il convient de retirer celui-ci avant que le flux de matière ne s'arrête. La cavité est remplie quand le flux d'air s'arrête. Une fois l'ensemble des cavités remplies, recouvrir les orifices d'insufflation et les rendre étanches en appliquant un adhésif préconisé par le fabricant du pare-vapeur en s'assurant de garantir la continuité de la barrière étanche à l'air.

Précautions :

- Le positionnement du tuyau doit permettre un remplissage homogène du volume.
- Il est procédé au contrôle de la masse volumique appliquée. Ce contrôle est effectué par calcul (nombre de sacs consommés multiplié par le poids d'un sac puis divisé par le volume du ou des premières cavités remplies).
- Afin de s'assurer de l'homogénéité de l'isolation de toutes les cavités, il convient de vérifier que le nombre de sacs effectivement insufflés correspond aux volumes et aux masses volumiques définies.
- Adapter la quantité d'air à l'étanchéité du caisson

Insufflation à plat avec une canne rigide ou télescopique :

A travers de la lisse basse, le trou d'insufflation est percé au centre de la lisse

Le remplissage complet est atteint lors du ralentissement puis du débrayage du moteur de la machine. Après la vérification du remplissage dans les angles et en partie haute du caisson, un complément manuel est apporté pour remplir la partie manquante au niveau des trous d'insufflation.

2. Insufflation derrière un panneau rigide, depuis l'intérieur ou l'extérieur

Le principe d'insufflation derrière un panneau rigide respecte les préconisations du présent dossier ainsi que celle décrite au paragraphe 5.2.3.2 du CPT 3723 pour l'insufflation par l'intérieur. Les spécificités liées à l'insufflation par l'extérieur (non décrite dans le CPT 3727) sont précisées ci-après.

1. Principe général d'insufflation par l'intérieur et l'extérieur

Insufflation avec une buse derrière un panneau rigide :

Le trou d'insufflation est percé à l'aide d'une scie cloche, à environ 15-30 cm du haut du caisson et au centre

Les diamètres des trous sont adaptés en fonction des diamètres des buses d'insufflation et de manière à permettre à l'air de s'échapper au fur et à mesure du remplissage.

Les découpes du panneau rigide sont conservées. Une fois l'ensemble des cavités insufflées, ces découpes peuvent être re positionnées à l'aide d'un adhésif compatible afin de reconstituer le panneau.

Le remplissage complet est atteint lors du ralentissement puis du débrayage du moteur de la machine. Après la vérification du remplissage dans les angles et en partie haute du caisson, un complément manuel est apporté pour remplir la partie manquante au niveau des trous d'insufflation.

2. Spécificités pour une insufflation depuis l'extérieur

L'insufflation par l'extérieur est réalisée en préfabrication en usine ou sur site avant mise en œuvre dans un endroit sec, exempt d'humidité et protégé des conditions climatiques extérieures.

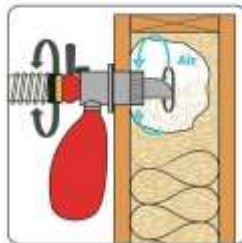
Le rebouchage doit être réalisé conformément à la méthode préconisée par le fabricant pour assurer la fonction de pare-pluie.

En l'absence de préconisation spécifique du fabricant, le rebouchage des trous est réalisé à l'aide de tasseaux de bois ou des fourrures de longueur minimale de 140 mm passés côté isolant et fixés au panneau par 2 vis placées à chaque extrémité des tasseaux. Sur ces tasseaux sont alors fixés les disques de panneau par 2 vis. Les joints et têtes de vis sont traités à l'aide de l'adhésif ou du produit de jointoiement préconisé par le fabricant pour assurer la continuité de la barrière étanche à l'eau.

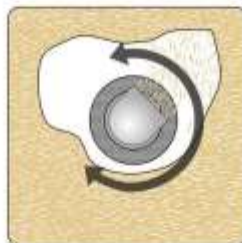
Une fois l'insufflation réalisée (y compris le rebouchage des trous d'insufflation) le revêtement extérieur peut être mise en œuvre conformément aux préconisations des règles de l'art associées.



Utiliser une scie cloche pour percer un trou aux dimensions de la buse.



Remplir le caisson jusqu'à ce que la paille hachée arrive au niveau de la buse. Le son devient plus fort lorsque le caisson est plein du fait de la pression.



Faire une dernière rotation avec la buse pour s'assurer que la paille soit répartie de manière homogène partout dans le caisson.

Figure 3: Principe d'insufflation avec une buse

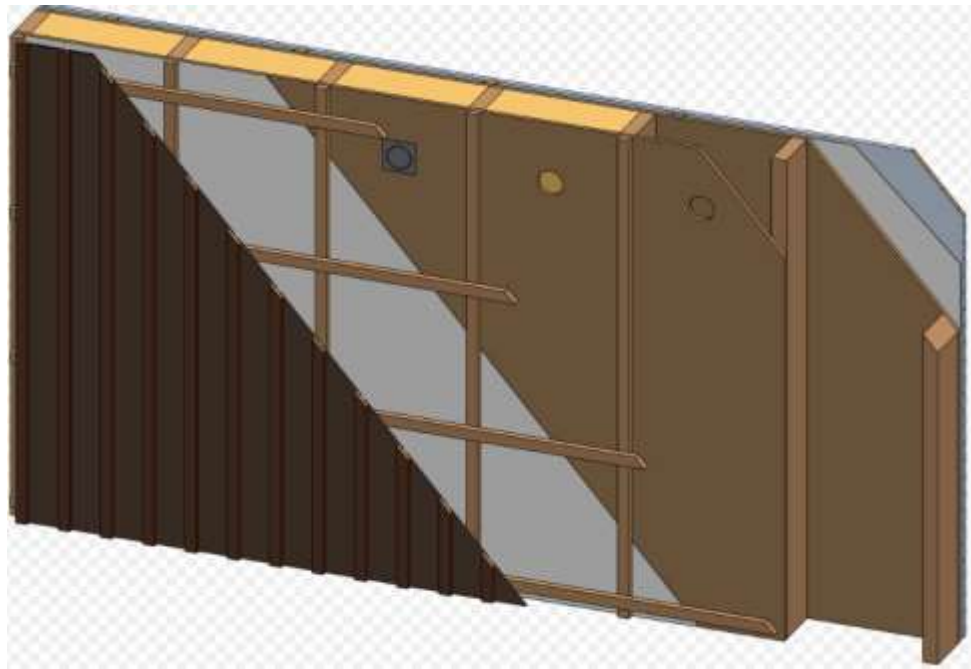


Figure 4: Principe d'insufflation derrière un panneau

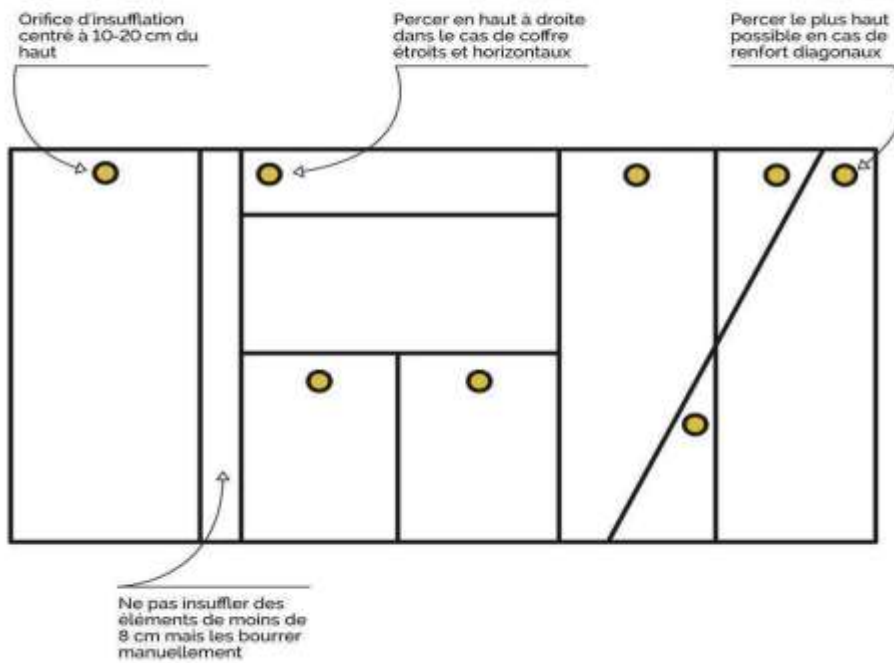


Figure 5: Emplacement des orifices d'insufflation

3. Insufflation à plat

Pour les cavités préfabriquées en atelier, il est possible de réaliser l'insufflation à plat par le dessus de la cavité ouverte en utilisant un système de platine d'insufflation spécialement adapté aux besoins de la construction industrielle en bois. Cette solution offre plusieurs avantages, notamment un contrôle précis du processus, une rapidité d'exécution et une réduction significative de la production de poussière.

Le système se compose principalement d'une platine d'insufflation qui est positionnée à plat sur le caisson à isoler. Cette platine est équipée de plusieurs buses de grandes tailles ainsi que de vannes de dérivation du matériau isolant, ce qui permet un débit de matière important et donc une augmentation de la vitesse d'isolation. La platine est connectée à une machine d'insufflation capable de maintenir un débit de matière constant pendant les opérations de remplissage. En complément, il est possible d'utiliser un silo pour assurer une alimentation continue en paille hachée des boosters pour augmenter la puissance et la cadence du processus.

La platine d'insufflation est munie d'une tablette de commande qui permet de superviser le remplissage, d'enregistrer et d'archiver les données relatives aux quantités de paille injectées dans la paroi, ce qui permet un contrôle en temps réel de la masse volumique pendant le processus. De plus, le résultat de l'isolation peut être vérifié visuellement au moment où la plaque d'insufflation est retirée. Cette méthode offre ainsi une isolation efficace et contrôlée, tout en répondant aux exigences spécifiques de la construction industrielle en bois.

4. Insufflation par lisse basse

Il est possible d'insuffler la paille hachée dans les éléments préfabriqués en bois, en atelier ou sur chantier, en utilisant la lisse basse comme point d'entrée, à travers l'emploi d'une lance d'insufflation spécialement conçue pour assurer une répartition uniforme de l'isolant dans les cavités.

La préparation des éléments en bois est nécessaire, ces derniers doivent être propres, secs et disposent d'ouvertures du même diamètre que celles des lances d'insufflation dans les lisses basses.

L'applicateur doit se positionner en face de l'ouverture dans la lisse basse afin de s'assurer d'avoir suffisamment d'espace derrière pour permettre l'insertion et le retrait de la lance une fois l'insufflation terminée.

La lance d'insufflation doit être retirée de manière progressive pendant le processus de remplissage, et l'opérateur doit être capable de détecter

acoustiquement l'émergence d'un bourrage, ce qui signale la nécessité de décaler la lance vers lui et de poursuivre l'opération de remplissage de la cavité.

Une vérification de la masse volumique doit être effectuée en utilisant la méthode de comptage des sacs.

Cette méthode est adaptée à l'isolation des éléments en bois préfabriqués et permet de réduire les charges sur les revêtements existants.

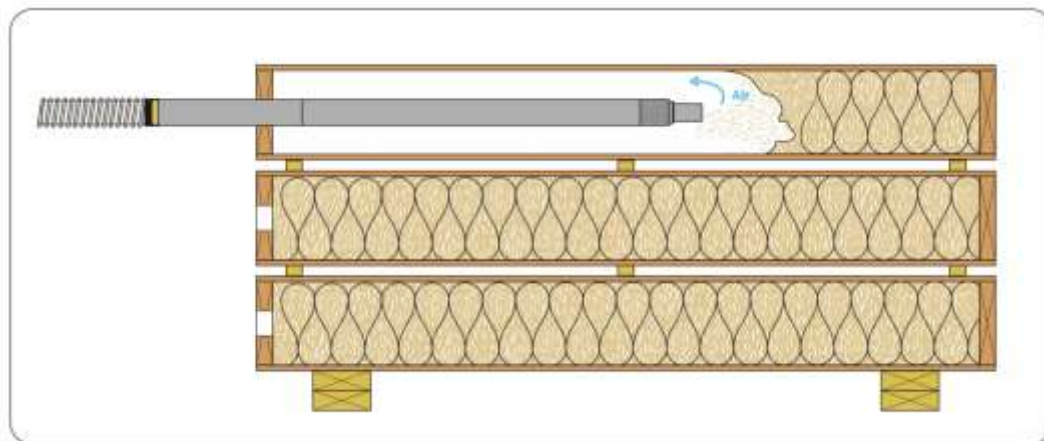


Figure 6: Principe d'insufflation par lisse basse

4. Reconnaissance et préconisations pour le chantier

1. Vérifications préalables

- Les sacs de paille hachée ielo sont stockés à l'abri des intempéries et des remontées d'humidité.
- La mise en œuvre est réalisée à l'abri des intempéries.
- Une signalisation relative aux risques d'incendie est apposée sur le chantier
- Le chantier est balayé aussi souvent que nécessaire afin de travailler dans de bonnes conditions et de limiter les risques d'accidents d'incendie ou de chute par glissement.
- La résistance des éléments constituant la cavité à insuffler doivent résister à la pression de l'air et de la matière exercée lors du remplissage.
- Les quantités d'air et de matière réglées sur la machine doivent être adaptées au volume et à l'étanchéité à l'air de la cavité
- Le support doit résister au poids ajouté par l'isolant.
- Les sacs ou autres contenants ne doivent pas être abîmés
- La paille doit être de couleur claire homogène, ne pas présenter de taches ou colorations foncées
- Le taux d'humidité de la paille doit être inférieur à 15 %.
- L'ambiance doit être suffisamment éclairée et aérée

- Les biens environnants doivent être protégés des chocs et de la poussière
- L'accès au chantier doit être condamné aux personnes non autorisées
- Les percements doivent être de taille adaptée
- Les opérateurs doivent porter les équipements de protection adaptés : masque, lunettes, gants, protections auditives, casque...

2. Vérifications du support

Les parois intérieures et extérieures sont exemptes de traces d'humidité résultant d'infiltrations ou de remontées capillaires. L'isolation de murs humides ne peut pas être réalisée avec ce produit.

En rénovation, dans le cas d'un pare-vapeur déjà existant, réaliser sa dépose et mettre en œuvre un nouveau pare-vapeur aux caractéristiques conformes à celles mentionnées dans cette ATEx (cf. § 5.5).

Pour une mise en œuvre sur support selon NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 :

- Les taux d'humidité des bois doivent être déterminés selon les méthodes définies dans les normes NF EN 13183-2.
- L'humidité des éléments d'ossature en bois doit être inférieure ou égale à 18 % au moment de l'assemblage des éléments d'ossature, avec un écart entre deux éléments au maximum de 4 %.
- Les panneaux doivent être à l'état sec, c'est-à-dire à un taux d'humidité inférieur à 18 %, y compris en surface
- L'entreprise doit fournir une fiche d'autocontrôle d'humidité du bois

Le contrôle de l'humidité peut être réalisé par exemple à l'aide d'un humidimètre à pointes ou à contacts. Pour la méthode d'essai, on pourra se référer à la norme NF EN 13183-2.

Pour la mise en œuvre selon NF DTU 31.4 en rénovation :

Dans le cas d'une rénovation, il s'agit de créer de nouvelles cavités sur une paroi existante. Ces cavités respectent les préconisations du présent dossier technique.

- Les murs humides ou présentant des remontées d'humidité ne peuvent être isolés avec ce procédé
- La structure existante doit systématiquement faire l'objet d'un diagnostic préalable apparaissant dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) et réalisé conformément aux dispositions du NF DTU 31.4 P2 CCS §4.2.6. Il convient notamment :

- De réaliser un relevé géométrique précis des parois et de la structure primaire ;
- D'identifier la nature du ou des matériaux supports et leur homogénéité ;
- De repérer et identifier le ferrailage ;
- D'identifier les éventuels doublages et leur composition ;
- De dresser un état des lieux des points singuliers à traiter ;
- De s'assurer de la salubrité et de la non-dégradation des murs existants, notamment de l'absence de remontées d'humidité par capillarité ou de s'assurer de leur traitement préalable ;
- De vérifier la présence ou l'absence d'un système de ventilation mécanique et le cas échéant de l'identifier et d'en évaluer les caractéristiques.

En rénovation, dans le cas d'un pare-vapeur déjà existant, réaliser sa dépose et mettre en œuvre un nouveau pare-vapeur aux caractéristiques conformes à celles mentionnées dans cette ATEx (cf. § 5.5).

3. Compétences des intervenants

Les compagnons réalisant la mise en œuvre de la paille hachée ielo doivent maîtriser l'utilisation des équipements et avoir suivi la formation à la mise en œuvre de paille hachée ielo par insufflation.

4. Matériel adapté

La mise en œuvre de paille hachée ielo nécessite d'utiliser des équipements adaptés. Les machines d'insufflation doivent fournir suffisamment de pression et de débit d'air en fonction de la taille des cavités à remplir.

Les tuyaux devront être lisses à l'intérieur. L'emploi de buses à décompression ou de perches d'insufflation seront adaptés en fonction de la nature des panneaux à perforer pour l'insufflation. Les scies cloches seront adaptées à la taille des percements nécessaires pour les buses à décompression.

5. Adaptation du support

Les cavités doivent résister à l'insufflation et respecter les préconisations pour assurer la durabilité des performances.

La dimension des cavités ne doit pas dépasser les préconisations. Si tel est le cas, il est conseillé d'ajouter des éléments permettant de réduire la taille des cavités. Tel que des entretoises ou autres éléments d'ossature.

L'air apporté lors de l'insufflation doit pouvoir être librement évacué. Si la cavité est trop hermétique à l'air, il est recommandé de décompresser la cavité en effectuant des perforations ou autres événements en prenant soin de ne pas altérer les propriétés mécaniques et l'étanchéité à l'air de l'ouvrage. Si les perforations dégradent l'étanchéité à l'air du bâtiment, il faudra prendre soin à les occulter avec des adhésifs ou autres accessoires adaptés.

Les systèmes de couture et fixation des parements doivent être adaptés à la pression exercée par la phase de remplissage des caissons par insufflation.

6. Taux d'humidité

Il correspond à la quantité d'eau présente dans le matériau.

Au-delà d'un seuil propre à chaque matériau, l'humidité génère des risques de dégradation et/ou altération des propriétés du matériau.

Pour la paille hachée ielo, la teneur en eau de masse doit être inférieure à 15 %.

On mesure le taux d'humidité à l'aide d'un humidimètre résistif ou capacitif. (Voir Fiche Chantier en Annexe).

7. Taux de tassement

Il est défini par l'espace qui peut apparaître en haut des caissons. Ce phénomène ne doit pas se produire. Le taux visé doit être nul. L'obtention de la masse volumique de mise en œuvre prescrite est la solution pour éviter ce phénomène (Voir Fiche contrôle Chantier en Annexe).

8. Masse volumique

La masse volumique correspond au poids présent dans un volume donné. En parois verticales, elle doit impérativement être comprise entre 105 et 115 kg/m³.

Calculer la masse volumique : masse kg/Volume m³ (hauteur*largeur*profondeur)
(Voir Fiche contrôle Chantier en Annexe).

9. Essais d'insufflation préliminaires au chantier

Au démarrage du chantier, le premier caisson insufflé sert d'étalon afin de s'assurer de l'obtention de la masse volumique visée.

La masse volumique correspond au poids présent dans un volume donné. En parois verticales, elle doit impérativement être comprise entre 105 et 115 kg/m³.

Calcul de la masse volumique de paille : masse de paille (kg) / Volume de la cavité (m³) (hauteur*largeur*profondeur)

Le protocole est détaillé dans la Fiche de Préparation de chantier en Annexe.

Ces essais permettent également de fixer les réglages optimums de l'équipement d'insufflation.

Les paramètres suivants sont réglés sur la machine d'insufflation de façon à garantir la masse volumique définie :

- Débit d'air : une augmentation du débit d'air entraîne une augmentation de la compression du produit ;
- Débit matière : une augmentation du débit matière entraîne une diminution de la compression du produit

Les réglages de la machine ainsi définis sont utilisés pour l'insufflation de la paille hachée sur le chantier.

10. Suivi de chantier

Une fiche chantier conforme aux exigences définies dans le CPT 3723 a pour objectif de matérialiser la quantité d'isolant insufflée.

Cette fiche est obligatoire. Elle doit être complétée pour chaque chantier de mise en œuvre de paille hachée ielo.

Elle doit être réalisée en deux exemplaires :

- Un exemplaire est conservé par l'entreprise ayant réalisé l'isolation.
- Un exemplaire est adressé au Maître d'Ouvrage avec la facture.

11. Informations intervenants ultérieurs

Les particularités présentes dans la cavité, telles que les passages d'installations techniques, câblages électriques, tuyauteries, gaines, sont clairement repérées pour ne pas percer à ces endroits.

12. Principe de dépose de l'isolant

Dans le cas où il serait nécessaire de retirer l'isolation de la cavité dans laquelle la paille a été insufflée, il est possible de procéder à sa dépose. Cela peut être nécessaire en cas de sinistre lié à la pénétration accidentelle d'eau dans la paroi ou lors de la déconstruction du bâtiment.

Pour la dépose, il est possible d'aspirer la paille hachée de la cavité en utilisant l'équipement d'insufflation en fonctionnement inverse. Pour cela, il est nécessaire de prévoir un dispositif d'aspiration dédié, conformément aux préconisations du fabricant de la machine d'insufflation.

L'aspiration de la paille hachée peut être réalisée uniquement dans les cavités faisant l'objet du sinistre. Dans les cavités non concernées par le sinistre, l'isolant est laissé en place.

Pour réaliser l'aspiration, un orifice sera percé dans la paroi afin d'y insérer le tuyau nécessaire à l'aspiration.

Une fois l'isolant retiré de sa cavité, un contrôle visuel et des mesures des taux d'humidité des ossatures et parois seront nécessaires avant la mise en œuvre d'un nouveau lot d'isolation en paille hachée iello.

Le protocole de contrôle et de mise en œuvre d'un nouveau lot d'isolation devra respecter l'ensemble des préconisations mentionnées dans le présent dossier.

7. Formation des entreprises

Des formations sont organisées régulièrement afin d'apporter les enseignements indispensables à la bonne mise en œuvre de paille par insufflation.

Les certificats délivrés aux stagiaires des entreprises sont nominatifs.

8. Assistance technique

La société iello assure la commercialisation et la distribution de son produit. Les entreprises de mise en œuvre doivent être formées par iello pour acheter et mettre en œuvre de la paille hachée iello.

iello assure une assistance technique auprès des entreprises de mise en œuvre et des équipes de conception. L'adresse de contact est la suivante : contact@iello.coop.

L'équipe technique de iello se met à disposition des équipes projets pour répondre aux questions relatives aux préconisations de mise en œuvre telle que décrites dans le présent document, en complément des formations.

8. Références chantier

| Nom du projet | Typologie | Quantité de paille mis en œuvre | Domaines d'emploi de la paille hachée | Planning de mise en œuvre |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Réfectoire de la Coopérative de la Tricherie | Restauration | 3,5 tonnes | MOB | Septembre 2022 |
| RU Champlain | Restauration | 13 tonnes | FOB | Octobre 2022 |
| Bureaux partagés | Bureaux | 3,52 tonnes | MOB | Novembre 2022 |
| Maison individuelle | Maison individuelle | 4 tonnes | FOB | Mars 2023 |
| Bureaux 2c2b | Bureaux | 6 tonnes | MOB | Avril 2023 |
| Extension du lycée Kyoto | Educatif | 12 tonnes | MOB | Mai 2023 |
| CAPEB - Bureaux portes ferrées - 87 | Bureaux | 6 tonnes | FOB | Fin juin 2023 |

9. Résultats expérimentaux

Résistance au développement fongique : rapports d'essai du FCBA n° 401/22/012Z/1 et 401/22/012Z/2 du 20/09/2022

Tassement par vibrations : rapport d'essai du CSTB n° DEB 22 98052 du 21/09/22

Absorption d'eau à court terme par immersion partielle : rapport d'essai du LNE n° P221683-3 du 13/09/2022

Humidification et de séchage : rapport d'essai du LNE n° P221683-1 du 03/08/2022

Transmission de la vapeur d'eau : rapport d'essai du LNE n° P221683 -4 du 13/09/2022

Capacité thermique massique : rapport d'essai du LNE n°P221683-2 du 09/08/2022

Émissions de polluants volatils (COV) : rapport d'essai du CSTB n° SC-2023-22118 du 16/10/2023

Réaction au Feu : rapport de classement du FCBA n° 24/RC-04 du 17/01/2024 et rapport d'essai du FCBA n° 403/23/0617/A-1-v1

Etude hygrothermique WUFI : rapport d'étude n° 23-041 - 23-065 - 23-079 du CSTB du 21/11/2023

10. Données Environnementales

La Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) de la paille ielo n'est pas encore finalisée.

11. Figures

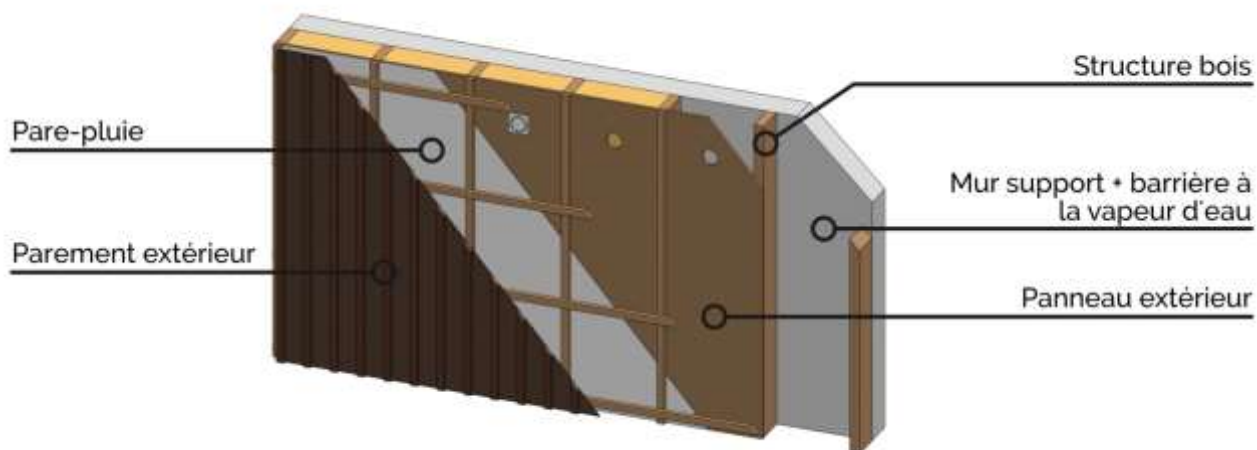


Figure 7 : Insufflation depuis l'extérieur sur paroi pleine

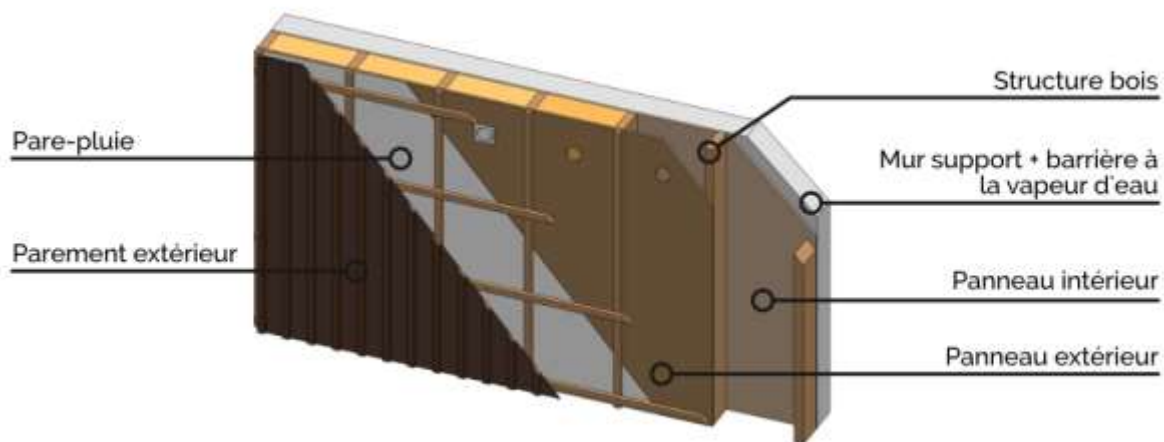


Figure 8: Caisson rapporté sur paroi pleine

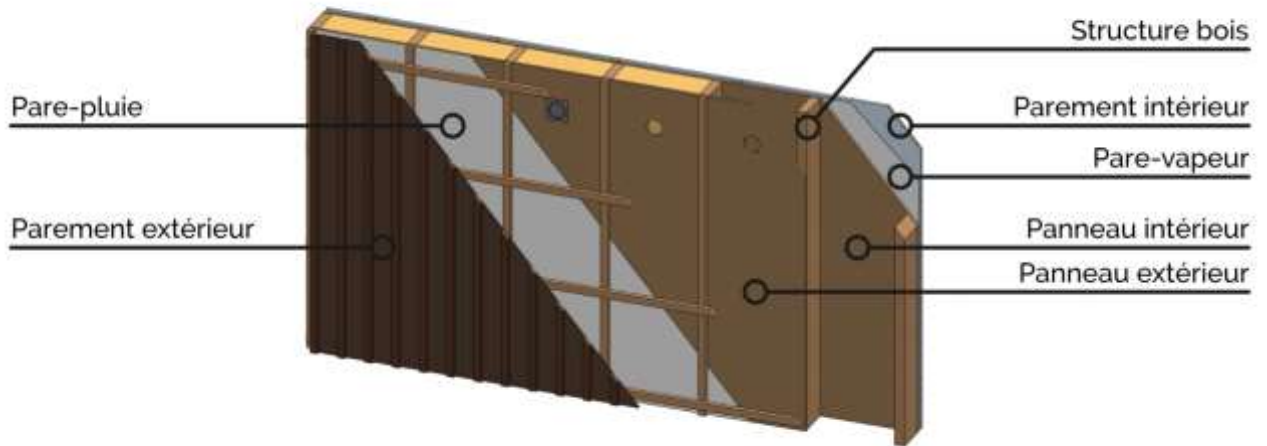


Figure 9: Insufflation depuis l'extérieur d'une cavité de Mur à Ossature Bois ou Façade à ossature bois

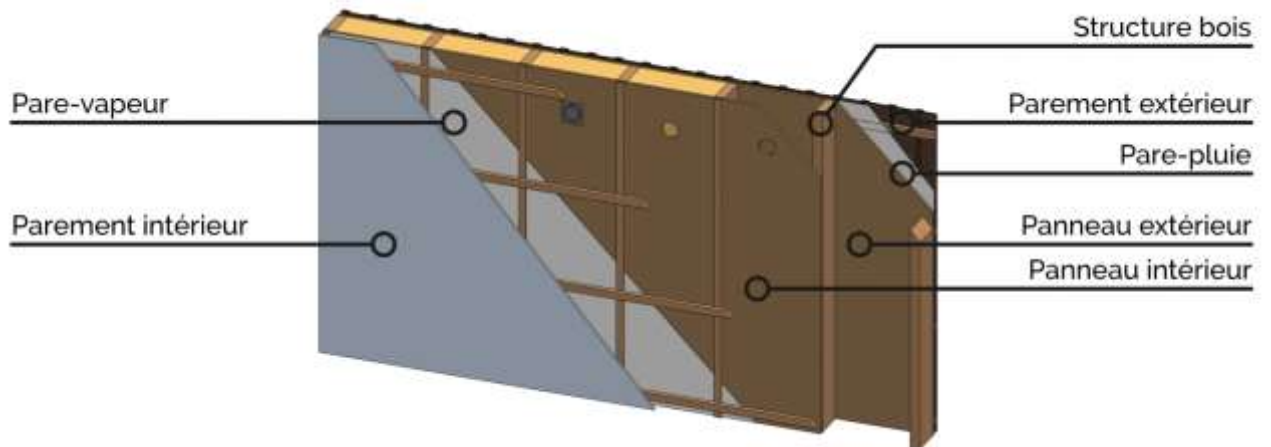


Figure10: Insufflation depuis l'intérieur d'une cavité de Mur à Ossature Bois ou Façade à ossature bois

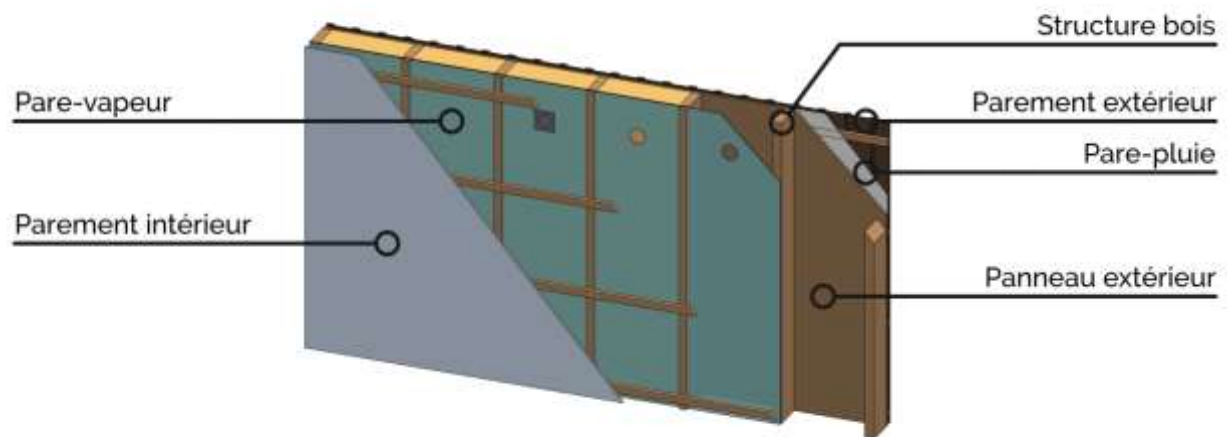


Figure 11: Insufflation depuis l'intérieur d'une cavité de Mur à Ossature Bois ou Façade à ossature bois sur pare-vapeur

12. Annexes :

1. Documents ielo

1. 2023_ielo_Fiche de préparation de chantier

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de préparation du chantier par l'entreprise

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

Cette fiche doit être renseignée pour les essais préalables au chantier.

Recherche des réglages optimums de la machine

Une recherche et une validation des réglages optimum de la machine d'insufflation avant remplissage définitif des caissons est indispensable pour l'atteinte de la masse volumique prescrite.

Afin de réaliser ces réglages dans de bonnes conditions, nous vous conseillons de fabriquer un module échelle 1 de l'élément concerné par le marché.

Par exemple, pour une façade constituée de caissons de dimensions 2600*600*220 mm, il est conseillé de réaliser un unique caisson de cette dimension.

Ce caisson sera réalisé à l'identique des caissons prescrits pour le marché, à l'exception du panneau opposé au côté où est réalisé le trou d'insufflation que nous vous conseillons de fermer avec un panneau de polycarbonate d'épaisseur suffisante pour tenir la pression.

Nous conseillons une épaisseur minimum de 10 mm de polycarbonate et un pré perçage tous les 15 cm ou un recouvrement par une pièce de bois adaptée ou équivalente.

Informations sur le caisson de test

| Type de maquette | Dimensions du caisson (cm*cm*cm) | volume du caisson (m3) | Poids du caisson à vide (Kg) | Masse de paille cible * (kg) |
|------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

* Pour avoir une masse volumique comprise entre 105 et 115 kg/m3

Masse de paille cible (kg) = masse volumique cible (115 kg/m3) * Volume du caisson (m3)

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de préparation du chantier par l'entreprise

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

Afin de trouver les bons réglages qui permettent d'arriver la masse volumique de mise en œuvre prescrite, il est conseillé de commencer avec les réglages au minimum et de progressivement augmenter les réglages jusqu'à trouver les paramètres adaptés à la situation. Une grande quantité d'air peut détruire le caisson si celui-ci n'est pas conçu pour.

Les informations concernant les réglages et les quantités à avoir sont renseignées dans le tableau suivant :

Tableau de validation des réglages de machine

| Type de maquette | Réglages machine <ul style="list-style-type: none"> • Débit d'air (%) • Débit de matière (%) • Vitesse de rotation du sas (%) | Temps de mise en œuvre (min) | Poids de paille mis en œuvre (Kg) | Masse volumique atteinte (entre 105 et 115 kg/m ³) |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Une fois le caisson insufflé à la masse volumique prescrite, il faudra procéder à une vérification de la tenue du tassement.

Pour cela, il faudra secouer le caisson et lui appliquer une dizaine de chocs correspondants à une chute de 5 cm.

Aucun tassement n'est tolérable, dans le cas d'apparition de cavités, la procédure de validation des réglages doit être reconduite à nouveau.

Tableau de vérification du taux de tassement

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de préparation du chantier par l'entreprise

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| Type de maquettes | Réglages machine <ul style="list-style-type: none"> Débit d'air (%) Débit de matière (%) Vitesse de rotation du sac (%) | Taux de tassement après 10 coups (%) | Taux de tassement après 20 coups (%) |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Une fois le réglage effectué, il convient de le maintenir tout au long du chantier et effectuer un contrôle journalier.

Ces vérifications doivent être faites et renseignées sur la fiche de suivi de qualité sur chantier.

2. 2023_ielo_Fiche de suivi de qualité sur chantier



Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de suivi de qualité sur chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

Cette fiche doit être renseignée au fur et à mesure de la mise en œuvre.

Tableau de contrôle journalier d'humidité des sacs

Pour chaque palette livrée, 1 mesure d'humidité est réalisée à l'humidimètre conçu pour la paille ou le foin et équipé d'une sonde d'une longueur suffisante pour atteindre le cœur des sacs, ce dernier doit être étalonné.

| N° palette | Taux humidité (< 15%) | N° palette | Taux humidité (< 15%) | N° palette | Taux humidité (< 15%) | N° palette | Taux humidité (< 15%) |
|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| 1 | | 3 | | 5 | | 7 | |
| 2 | | 4 | | 6 | | 8 | |
| 9 | | 11 | | 13 | | 15 | |
| 10 | | 12 | | 14 | | 16 | |
| 17 | | 19 | | 21 | | 23 | |
| 18 | | 20 | | 22 | | 24 | |
| 25 | | 26 | | 27 | | 28 | |
| 29 | | 30 | | 31 | | 32 | |
| 33 | | 34 | | 35 | | 36 | |
| 37 | | 38 | | 39 | | 38 | |
| 39 | | 40 | | 41 | | 42 | |
| 43 | | 44 | | 45 | | 46 | |
| 47 | | 48 | | 49 | | 50 | |
| 51 | | 52 | | 53 | | 54 | |
| 55 | | 56 | | 57 | | 58 | |
| 59 | | 60 | | 61 | | 62 | |
| 63 | | 64 | | 65 | | 66 | |
| 67 | | 68 | | 69 | | 70 | |
| 71 | | 72 | | 73 | | 74 | |
| 75 | | 76 | | 77 | | 78 | |

Fiche de suivi de qualité sur chantier - SCIC SA ielo - Page 1/5

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de suivi de qualité sur chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| | | | | | | | |
|----|--|----|--|-----|--|-----|--|
| 79 | | 80 | | 81 | | 82 | |
| 83 | | 83 | | 84 | | 85 | |
| 86 | | 87 | | 88 | | 89 | |
| 90 | | 91 | | 92 | | 93 | |
| 94 | | 95 | | 96 | | 97 | |
| 98 | | 99 | | 100 | | 101 | |

| | | | | | |
|-----------------|-----|----------------|-----|-------|------|
| Valeur maximale | X % | Valeur moyenne | X % | Seuil | 20 % |
|-----------------|-----|----------------|-----|-------|------|

Tableau de contrôle journalier de la masse volumique

Il est impératif de faire un contrôle 2 fois par jour pour s'assurer que les réglages de la machine permettent d'avoir la masse volumique visée

| Jours de mise en œuvre | Volume du caisson (m3) | Quantité de paille prévue (Kg) | Quantité de paille mise en œuvre (kg) | Vérification de la masse volumique (entre 105 et 115 kg/m3) | Taux d'humidité de l'ossature (< 18 %) |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 Date : Nom de l'applicateur | | | | | |
| 2 Date : Nom de l'applicateur | | | | | |
| 3 Date : Nom de l'applicateur | | | | | |
| 4 Date : Nom de l'applicateur | | | | | |

Fiche de suivi de qualité sur chantier - SCIC SA ielo - Page 2/5

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de suivi de qualité sur chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| | | | | | | |
|----|----------------------|--|--|--|--|--|
| 5 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 6 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 7 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 8 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 9 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 10 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 11 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 12 | Date | | | | | |
| | Nom de l'applicateur | | | | | |
| 13 | | | | | | |

Fiche de suivi de qualité sur chantier - SCIC SA ielo - Page 3/5

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de suivi de qualité sur chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 14 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 15 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 16 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 17 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 18 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 19 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 20 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |
| 21 | | | | | |
| Date | | | | | |
| Nom de l'applicateur | | | | | |

Fiche de suivi de qualité sur chantier - SCIC SA ielo - Page 4/5

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de suivi de qualité sur chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 22 Date Nom de l'applicateur | | | | | |
| 23 Date Nom de l'applicateur | | | | | |
| 24 Date Nom de l'applicateur | | | | | |
| 25 Date Nom de l'applicateur | | | | | |

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de synthèse chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

Cette fiche est obligatoire. Elle doit être complétée pour chaque chantier de mise en œuvre de paille hachée ielo.

Elle doit être réalisée en deux exemplaires :

- Un exemplaire est conservé par l'entreprise ayant réalisé l'isolation.
- Un exemplaire est adressé au Maître d'Ouvrage.

| Produit isolant <i>Description du produit utilisé</i> | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Type d'isolant | Paille hachée |
| Nom du produit | Phi |
| Fournisseur | SCIC ielo |
| N° ATEX | |
| Poids des sacs | 15 kg |
| Entreprise réalisant l'isolation <i>Présentation de l'entreprise de mise en œuvre</i> | |
| Nom de l'entreprise | |
| Adresse de l'entreprise | |
| Nom de l'agent d'exécution | |
| N° de certification de l'applicateur | |
| Adresse du site de mise en œuvre <i>Détails du chantier</i> | |
| Maître d'ouvrage | |
| Type de construction (neuf, rénovation) | |

Fiche de synthèse chantier - SCIC SA ielo - Page 1/4.

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de synthèse chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Adresse du site | |
| Date de début de mise en œuvre | |
| Date de fin de mise en œuvre | |
| Vérification du support | |
| Mise en œuvre prévue <i>Présentation de la commande</i> | |
| Épaisseur de mise en œuvre prévue | |
| Taux d'humidité du mur support (si ITE) | |
| Résistance thermique prévue (m ² .K/W) | |
| Surface isolée (m ²) | |
| Masse volumique visée (kg/m ³) | |
| Nombre de sacs prévus | |
| Mise en œuvre installée <i>Mesures réalisées lors de la mise en œuvre</i> | |
| Taux d'humidité mesuré (Max 15 % autorisé) | A consigner dans le tableau de relevé de l'humidité |
| | Moyenne : % ; Valeur max : 15 % |
| Nombre de sacs utilisés | |
| Poids total mis en œuvre (kg) | |
| Masse volumique mise en œuvre (kg/m ³) moyenne des valeurs relevées dans la fiche « Fiche de contrôles pendant le chantier » | |
| Matériels utilisés | |

Fiche de synthèse chantier - SCIC SA ielo - Page 2/4

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de synthèse chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Marque de la machine de soufflage | |
| Modèle de la machine | |
| Présence Booster | |
| Réglage machine (en % de puissance) | Débit d'air : % |
| | Débit de matière : % |
| | Vitesse de rotation du SAS : |
| Réglage booster (en % de puissance) | |
| Longueur Boyau | |
| Diamètre boyau | |
| Marque et modèle de la buse | |
| Diamètre de la buse (mm) | |

Procès-verbal de réception de chantier

Les ouvrages sont :

- Achevés
- En cours
- Autre
- Réserves

| |
|---------------------------|
| Réserves du client |
| |
| Signature du client (MOA) |

Fiche de synthèse chantier - SCIC SA ielo - Page 3/4

Chantier d'isolation en paille par insufflation

Fiche de synthèse chantier

Documentation nécessaire pour la réalisation d'un chantier en paille hachée

Date, nom, prénom, signature précédé de la mention "lu et approuvé"

Date d'exécution

Signature applicateur

4. Fiche volontaire de données de sécurité



Ces produits ne sont pas des « substances » ni des « mélanges » au sens de REACH, mais des « articles ». Ils ne sont donc pas soumis à l'obligation de délivrance d'une FDS et ne sont pas classés comme dangereux. Toutefois, afin de favoriser la prévention des risques, la scic ielo établit cette FDS sur ce modèle tiré du format REACH

| 1. Identification de la substance, du mélange et de l'entreprise | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Identificateur du produit | Paille hachée |
| Nom commercial | Paille hachée ielo |
| Utilisation identifiée | Isolation thermique et acoustique des bâtiments par Insufflation en neuf et en rénovation. |
| Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité | SCIC ielo 2 Id la petite forêt 86 210 Bonneuil Matours contact@ielo.coop |
| Numéro d'appel d'urgence | 112 |

| 2. Identification des dangers | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classification | En tant qu'« Article » selon REACH, le produit n'est pas classé comme un produit dangereux selon la réglementation en vigueur |
| Etiquetage | Le produit n'est pas concerné par l'étiquetage au sens des directives et règlements sur les substances et les mélanges. |
| Autre dangers | Dégagement possible de poussière lors de la mise en œuvre |

| 3. Composition - Informations sur les composants | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description de la préparation | 100 % paille de blé hachée Voir classification selon la directive européenne 2008/58/CE |
| Composant contribuant au danger | Aucun |

| 4. Premiers secours | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Les dangers en lien avec ce produit, ne nécessitent pas de mesures spéciales de premiers secours. | |
| Inhalation | Amener à l'air libre en cas d'inhalation importante de particules en suspension. Éloigner du lieu d'exposition, si possible à l'air libre et coucher la victime. Rincer la bouche (ou le nez) avec de l'eau claire. Ne pas fumer. Si des problèmes respiratoires se manifestent, faire appel à un médecin. |
| Contact avec la peau | Aucun traitement n'est nécessaire |
| Contact avec les yeux | Rincer directement et abondamment à l'eau claire pendant 20 minutes. Si l'irritation persiste, consulter un médecin. |
| Ingestion | Si de grandes quantités sont ingérées, rincer la bouche, boire beaucoup d'eau et consulter un médecin. |
| Autre donnée | Aucune protection de la personne dispensant les premiers secours n'est requise. |

| 5. Mesures de lutte contre l'incendie | |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Moyens d'extinction à utiliser | Produit difficilement inflammable. En cas d'incendie utiliser : poudre, mousse résistant aux alcools, eau pulvérisée, dioxyde de carbone. |
| Moyens d'extinction à ne pas utiliser | Ne pas utiliser un jet d'eau concentré, il pourrait répandre le feu |
| Risques spéciaux | L'exposition aux produits de décomposition peut comporter des risques pour la santé. Des appareils respiratoires appropriés peuvent être requis. |
| Conseil pour les pompiers | Porter un appareil respiratoire autonome |

| 6. Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle | |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Protection des personnes | Éviter les dégagements de poussières. Utiliser un masque P2-filtre et ventiler si possible. |
| Protection de l'environnement | Prévenir les dispersions des poussières par le vent. |
| Nettoyage | Par balayage ou aspiration. |

| 7. Manipulation et stockage | |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manipulation | Prévoir le traitement des poussières aux endroits de formation de celles-ci (ventilation / récupérateur /aspiration) Protéger les voies respiratoires et les yeux avec un masque approprié. Éviter toute formation de poussière |
| Stockage | Stocker dans un endroit sec à l'abri de l'humidité. Le produit doit rester dans son emballage d'origine. Ne pas exposer à des températures supérieures à 30°C |

| 8. Contrôle de l'exposition | |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valeur limite d'exposition aux poussières | Limite d'exposition professionnelle pour les poussières : VLEP, 8h < 10 mg/m3 |
| Précautions collectives | S'assurer d'une ventilation performante et éviter toute formation de poussières |
| Protection respiratoire | Port du masque de protection respiratoire à filtre P2 obligatoire |
| Protection des mains | Pour des contacts prolongés ou répétés, porter des gants. |
| Protection des yeux | Porter des lunettes de protection ou masque recouvrant tout le visage. |
| Protection de la peau | Porter un vêtement de protection |
| Mesures d'hygiène | Ne conserver aucun aliment, ne pas manger, ne pas boire, ne pas fumer dans la zone de travail. |

| 9. Propriétés physiques et chimiques | |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspect | La paille hachée est constituée de brins de paille broyée en morceaux plus petits. Ces morceaux sont de couleur dorée |
| Autres informations | Non applicables |

| 10. Considérations relatives à l'élimination | |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Déchets | Peut être utilisé en isolation ou en paillage des espaces verts |
| Emballages | Appliquer les règles en vigueur. Pour les emballages usagés, traitement préférable par recyclage local. |

| 11. Informations relatives au transport | |
|---------------------------------------------------------------|--|
| Produit non dangereux selon la réglementation des transports. | |

| 12. Informations réglementaires | |
|---------------------------------------------------------------------------|--|
| Ne nécessite aucun marquage particulier selon les directives européennes. | |

| 14. Autres informations | |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Législation | Cette fiche est conforme aux lois nationales et directives de la CE. |
| Information sur la mise en œuvre | Le fabricant fourni la documentation et les abaques pour utiliser ce produit selon la technique de pose (Machine, Insufflation) |
| Autres informations | Toutes les informations de cette fiche sont données à titre indicatif sur le produit et sur nos connaissances actuelles et ne constituent pas une garantie sur les caractéristiques du produit. |

Il est recommandé de transmettre les informations de cette Fiche Volontaire de Données de Sécurité, éventuellement dans une forme appropriée, aux utilisateurs. Les informations données dans cette Fiche Volontaire de Données de Sécurité sont basées sur l'état des connaissances actuelles en notre possession et notre expérience. Les informations données dans la présente fiche doivent être considérées comme une description des exigences de sécurité relatives à notre produit et non pas comme une garantie des propriétés de celui-ci. Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur de prendre toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des lois et réglementations locales.

Le produit ne doit pas être utilisé à d'autres usages que ceux spécifiés ci-dessus, sans avoir obtenu au préalable des instructions de manipulation écrites.

Fiche établie par : SCIC ielo
2 Lieu dit la petite forêt
86210 Bonneuil Matours

www.ielo.coop
contact@ielo.coop

6/6

5. Exemple d'étiquette

Phi

| |
|------------------------------|
| BD 20240411-01 |
| Avis ATEX de cas b n°0000 |
| Paille de blé (100%) |
| |

 www.ielø.coop

 contact@ielø.coop

Fin du rapport