

Sur le procédé

ISONAT FLEX – Application mur

Famille de produit/Procédé : Isolation thermique de mur en panneau ou rouleau des produits à base de fibres végétales ou animales

Titulaire(s) : **Société ISONAT**
Société SAINT GOBAIN ISOVER

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 20 - Produits et procédés spéciaux d'isolation

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V4	Cette version prend en compte les modifications suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Le changement de composition des produits ; • Ajout dans le domaine d'emploi des façades à ossatures bois ; • Ajout de la mise en œuvre en locaux climatisés avec ouvrage pare-vapeur hygro-régulant. 	CHERKAOUI Hafiane	SPAETH ELWART Yves
V3	Cette révision intègre la mise à jour à la suite de la jurisprudence sur les types de murs.	CHERKAOUI Hafiane	SPAETH ELWART Yves
V2	Cette version intègre les modifications suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - Modification des types de murs visés ; - Ajout des références des rapports acoustiques. 	CHERKAOUI Hafiane	SPAETH ELWART Yves

Descripteur :

Les isolants « ISONAT FLEX » sont des produits en fibres de bois sous la dénomination « ISONAT FLEX 40 » et « ISONAT FLEX 55 » destinés à l'isolation thermique et acoustique par l'intérieur de murs en béton, maçonnés ou à ossature bois.

Les panneaux sont de dimensions :

- 600 × 1 220 mm pour les panneaux ISONAT FLEX 40 en épaisseur 40 et 50 mm ;
- 580 × 1 220 mm pour les panneaux ISONAT FLEX 40 pour les épaisseurs supérieures ou égales à 60 mm ;
- 580 × 1 220 mm et 600 × 1 220 mm pour les panneaux ISONAT FLEX 55.

La plage d'épaisseur est de 40 à 200 mm.

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

La pose de ces produits est toujours associée à un ouvrage pare-vapeur indépendant et continu.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	5
1.2.2.	Durabilité.....	6
1.2.3.	Impacts environnementaux	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	6
2.	Dossier Technique	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées	7
2.1.2.	Mise sur le marché	7
2.1.3.	Indentification	7
2.1.4.	Stockage	8
2.2.	Description	8
2.2.1.	Principe	8
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	9
2.3.	Dispositions de conception	10
2.4.	Disposition de mise en œuvre	10
2.4.1.	Mise en œuvre de l'ouvrage pare vapeur	10
2.4.2.	Mise en œuvre des panneaux isolants « ISONAT FLEX »	10
2.4.3.	Dispositions relatives à la sécurité incendie.....	11
2.4.4.	Mise en œuvre en cloisons distributives entre deux locaux chauffés.....	12
2.5.	Assistance technique	12
2.6.	Traitement de fin de vie.....	12
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	12
2.7.1.	La fabrication.....	12
2.7.2.	Les contrôles de fabrication	12
2.8.	Mention des justificatifs	13
2.8.1.	Résultats expérimentaux	13
2.8.2.	Références chantiers	13
2.9.	Annexe du Dossier Technique- Schéma de mise en œuvre (hors ERP*)	14

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 16/09/2023 par le Groupe Spécialisé n° 20 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « ISONAT FLEX – Application mur » 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 strictement 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.

1.1.2. Ouvrages visés

1.1.2.1. Type de bâtiment

Le produit est destiné à l'isolation thermique et acoustique des murs, en rénovation ou en construction neuve des bâtiments suivants :

- Les bâtiments d'habitation : individuels ou collectifs ;
- Les bâtiments non résidentiels et tertiaires :
 - relevant du code du travail,
 - Établissement Recevant du Public (ERP).

Les bâtiments de process industriel, agricoles, agroalimentaires, frigorifiques, à ambiance corrosive et à ossatures porteuses métalliques sont exclus.

1.1.2.2. Type de locaux

La pose est limitée aux locaux 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/m^3 (locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens du DTU 20.1 P3 tels que $W/n \leq 5\text{ g/m}^3$ incluant les cuisines et les salles d'eau) ;
- Classés EA, EB (avec plaques de plâtre standards et pour lesquels le niveau de sollicitation correspond), et EB+ privés (sous réserve de l'utilisation de plaques hydrofugées de type H1 et des dispositions prévues dans la norme NF DTU 25.41) 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 .

Un écart en fonctionnement supérieur à 5°C peut être toléré dans le cas de l'utilisation d'un ouvrage pare-vapeur hygro-régulant VARIO® XTRA, STOPVAP ou STOPVAP90, ayant un avis technique couvrant un tel rafraichissement associé à un produit manufacturé à base de fibres végétales et animales, dans le strict respect des conditions d'application de l'avis technique de cet ouvrage pare-vapeur.

1.1.2.3. Type de support

Les supports visés sont les suivants :

- 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 à de la norme NF DTU 20.1 P3, avec un enduit extérieur monocouche conforme à la NF EN 998-1, classé Wc2 (ou QB11-03 W2) en absorption d'eau par capillarité. L'épaisseur de l'enduit est conforme au § 6.2.2 de la norme NF DTU 26.1 P1-1 et sa mise en œuvre 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 remontés 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 ;
- Les murs en béton bancher 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 de maisons et bâtiments à ossature en bois conformes à la norme NF DTU 31.2 ou à la norme NF DTU 31.4.

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

1.1.2.4. Type de parement

Le procédé est compatible avec les parements intérieurs courants à base de plaques de plâtre cartonnées conformes à la norme NF DTU 24.41, panneaux de particules de bois ou lambris bois conformes à la norme NF DTU 36.2. Ils doivent répondre aux critères du guide d'emploi 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 et Avis Techniques en vigueur.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

Ce produit ne participe pas à la stabilité des ouvrages.

Sécurité en cas d'incendie

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. En particulier, il y a lieu, pour l'entreprise de pose, de :

- S'assurer auprès du 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 le conduit et l'élément combustible le plus proche conformément à la norme NF DTU 24.1 et de l'*e-cahier du CSTB* 3816 de juillet 2020, et pour les foyers ouverts ou fermés les dispositions de la norme NF DTU 24.2 P1.

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

Dans le cas particulier des ERP (Établissement Recevant du Public), se reporter au guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP, notamment pour le recouvrement de l'isolant.

Dans le cas de l'habitat se reporter au Guide technique « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie ».

Les produits « ISONAT FLEX » ont une Euroclasse F pour la réaction au feu. De ce fait, la présence d'un espace ou d'une lame d'air entre l'isolant et le parement intérieur est interdite dans les ERP.

Les produits ne doivent, en aucun cas, être exposés à une source de chaleur intense (soudure, flamme, étincelle).

Canalisations électriques

L'applicateur doit s'assurer que les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non-propagateur de la flamme (P).

Se référer à la norme NF C 15 100 (Installations à basse tension et équipements).

Éléments dégageant de la chaleur

L'isolant ne doit jamais être mis au contact direct des dispositifs d'éclairage encastrés ou d'autre élément dégageant de la chaleur.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé isolant à base de fibres de bois sous forme de panneaux est un article non soumis à la fourniture obligatoire de FDS. Néanmoins, ISONAT fournit à ses clients une Fiche de Déclaration Volontaire de Données de Sécurité (DVDS). L'objet de la DVDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé et toute personne présente sur le chantier lors de l'application des précautions à prendre lors de l'utilisation de ses produits.

Pose en zones sismiques

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.

Isolation thermique

Le respect des exigences réglementaires doit être vérifié au cas par cas au regard des différentes réglementations applicables au bâtiment.

Il y a lieu d'adapter l'épaisseur du produit pour chaque type de paroi afin de vérifier le respect des exigences réglementaires demandées notamment dans le neuf au niveau du calcul du coefficient de transmission thermique U_p (W/(m².K)). Ce coefficient se calcule selon les Règles Th-Bat (Fascicule 4/5 – Parois opaques – notamment).

La résistance thermique utile des produits « ISONAT FLEX » est donnée dans les certificats :

- N°11/217/718 pour le produit ISONAT FLEX 40 ;
- N°15/217/984 pour le produit ISONAT FLEX 55.

Acoustique

Les performances acoustiques de ce procédé ont été évaluées (cf. § 2.8.1 Résultats Expérimentaux).

Étanchéité

- A l'air : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'air de la paroi.
- A l'eau : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'eau.
- A la vapeur d'eau : Le procédé n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à la vapeur d'eau.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Fabrication et contrôle

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le dossier technique établi par le demandeur sont effectifs.

1.2.2. Durabilité

Le respect des règles indiquées ci-après permet normalement de protéger le matériau des pénétrations d'eau liquide et de limiter les risques de condensation qui nuiraient à la bonne conservation des caractéristiques du produit.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les produits ISONAT FLEX 40 et ISONAT FLEX 55 font l'objet de Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES) individuelles.

Elles ont été établies le 01 septembre 2021 par la société SAINT GOBAIN ISOVER et ont fait l'objet d'une vérification par une tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et ont été déposées sur le site www.inies.fr.

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il est particulièrement recommandé de respecter les conditions de conception et de mise en œuvre permettant à l'isolant de rester sec en œuvre.

Ce procédé nécessite la mise en œuvre d'un pare vapeur continu côté intérieur. Cette condition est importante pour assurer la performance de l'ouvrage et sa durabilité.

En ERP, ce procédé ne peut pas être employé avec les système de fixations requérant une lame d'air entre l'isolant et le parement intérieur.

Les barrières de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau définies dans la norme NF DTU 31.2, autre que les membranes souples, ne sont pas visées pour les ouvrages à ossatures bois.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

Le procédé « ISONAT FLEX – Application mur » est commercialisé par les sociétés ISONAT et Saint-Gobain ISOVER. La commercialisation s'appuie sur un réseau de plateformes commerciales et de distributeurs spécialisés dans les matériaux d'isolation.

Les produits « ISONAT FLEX » sont distribués par ISONAT et Saint-Gobain ISOVER au travers d'un réseau de négoce.

2.1.1. Coordonnées

Titulaire :	Société ISONAT Rue Barthélémy Thimonnier 42300 MABLY Tél. : +33 (0)4 77 78 30 50 E-mail : contact@isonat.com Internet : https://www.isonat.com	Société SAINT- GOBAIN ISOVER Tour Saint-Gobain 12 place de l'Iris 92400 Courbevoie - France Tél. : +33 (0)9 72 72 10 18 E-mail : ISOVER.fr@saint-gobain.com Internet : www.ISOVER.fr
Distributeurs :	Société ISONAT Rue Barthélémy Thimonnier 42300 MABLY Tél. : +33 (0)4 77 78 30 50 E-mail : contact@isonat.com Internet : https://www.isonat.com	Société SAINT- GOBAIN ISOVER Tour Saint-Gobain 12 place de l'Iris 92400 Courbevoie - France Tél. : +33 (0)9 72 72 10 18 E-mail : ISOVER.fr@saint-gobain.com Internet : www.ISOVER.fr

2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), les produits « ISONAT FLEX » font l'objet de déclarations des performances (DoP) n° 0008-01 établies par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13171+A1, annexe ZA (téléchargeables sur le site www.isonat.fr ou par lien url figurant sur l'étiquette du produit).

Les composants du produit font aussi l'objet de Déclarations Volontaires de Données de Sécurité (DVDS), jointe à la déclaration des performances.

2.1.3. Identification

Les produits « ISONAT FLEX » se présentent sous forme de colis de panneaux non comprimés stockés sur des palettes sous film transparent en polyéthylène. Chaque palette, colis de panneaux, comporte une étiquette qui précise notamment :

- Le Code de désignation par référence à la norme NF EN 13171 selon le marquage CE,
- Le numéro de la DoP.

Le produit conditionné présente une étiquette portant :

- La marque commerciale du produit : ISONAT FLEX 40 ou ISONAT FLEX 55,
- Le Code de désignation par référence à la norme NF EN 13171 selon le marquage CE,
- Le numéro de la DoP et le lien url associé,
- Le n° de Lot,
- Les dimensions : longueur, largeur et épaisseur,
- Le code référence du produit,
- L'identification du fabricant (ISONAT) ou « fabriqué à Mably (42)»,
- La date de fabrication,
- Le nombre de panneaux par colis,
- Le code barre.

De plus l'étiquette comporte :

- Le n° de certification ACERMI et le logo,
- Le numéro d'Avis Technique.

De plus les produits font l'objet d'un étiquetage relatif aux émissions de polluants volatils conformément au décret n°2011-321 du 23 mars 2011.

La gamme est la suivante :

- ISONAT FLEX 40 :

e nominale (mm)	Largeur (m)	Longueur (m)	Masse d'un panneau (kg)	Masse Surfaccique (kg/m ²)	Nombre de panneaux/colis
40	0,60	1,22	1,2	1.6	15
50	0,60	1,22	1,5	2	12
60	0,58	1,22	1,7	2,4	10
80	0,58	1,22	2,3	3,2	7
100	0,58	1,22	2,8	4	6
120	0,58	1,22	3,4	4,8	5
145	0,58	1,22	4,1	5,8	4
160	0,58	1,22	4,5	6,4	4
180	0,58	1,22	5,1	7,2	3
200	0,58	1,22	5,7	8	3

Tableau 1 – Conditionnement des panneaux ISONAT FLEX 40

- ISONAT FLEX 55:

e nominale (mm)	Largeur (m)	Longueur (m)	Masse d'un panneau (kg)	Masse Surfaccique (kg/m ²)	Nombre de panneaux /colis
40	0,58	1,22	1,59	2,20	15
	0,60		1,65		
60	0,58	1,22	2,3	3,30	10
	0,60		2,4		
80	0,58	1,22	3,1	4,40	7
	0,60		3,2		
100	0,58	1,22	3,9	5,50	6
	0,60		4,0		
120	0,58	1,22	4,7	6,60	5
	0,60		4,8		
145	0,58	1,22	5,6	7,98	4
	0,60		5,8		
160	0,58	1,22	6,2	8,80	4
	0,60		6,4		
180	0,58	1,22	7,0	9,90	3
	0,60		7,2		
200	0,58	1,22	7,8	11,00	3
	0,60		8,1		

Tableau 2 - Conditionnement des panneaux ISONAT FLEX 55

Le nombre de colis par palette est de 8.

2.1.4. Stockage

Les colis des produits « ISONAT FLEX » doivent être stockés, et mis à l'abri des intempéries dans un local y compris pendant les phases de transport et celles de la mise en œuvre (voir précisions dans la documentation technique et commerciale des produits).

Les palettes complètes et filmées ne sont pas gerbables mais elles sont stockables à l'extérieur

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les produits « ISONAT FLEX » sont des produits isolants constitués de fibres de bois destinés à l'isolation par l'intérieur de murs en béton, maçonné ou à ossature bois sous la dénomination « ISONAT FLEX 40 » et « ISONAT FLEX 55 ».

Ils sont fabriqués à partir de bois défibré. Les fibres de bois sont mélangées puis nappées en matelas isolant. La cohésion entre les fibres de bois est assurée à l'aide d'un liant thermoplastique. Le produit ISONAT FLEX 55 est revêtu d'un voile confort de mise en œuvre en PET. Seules les épaisseurs 40 mm et 60 mm ne sont pas munies d'un voile confort.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Isolant « ISONAT FLEX »

Les produits « ISONAT FLEX » ont la composition suivante (% massique à température et humidité relative ambiantes) :

- Fibres de bois : 94,7% ± 2%,
- Fibres thermoplastiques liantes : 4% ± 1%,
- Traitement préventif anti-cryptogamique < 1.3%.

La composition des adjuvants (nature et teneur) est confidentielle et fait l'objet d'une fiche technique remise au CSTB.

Les produits « ISONAT FLEX » sont résistants au développement fongique (se référer au chapitre résultats expérimentaux).

2.2.2.2. Caractéristiques techniques

Les produits « ISONAT FLEX » relèvent de la norme européenne harmonisée NF EN 13171+A1 et disposent d'un marquage CE. Ils font l'objet de la certification ACERMI :

- ISONAT FLEX 40 sous le numéro : 11/217/718,
- ISONAT FLEX 55 sous le numéro : 15/217/984.

Leurs caractéristiques certifiées sont résumées dans le tableau 3 ci-dessous :

Caractéristiques certifiées du produit	ISONAT FLEX 40	ISONAT FLEX 55
Conductivité thermique déclarée	0.038 W/(m.K) Cf. certificat ACERMI n°11/217/718	0.036 W/(m.K) Cf. certificat ACERMI n°15/217/984
Résistances thermiques	Cf. certificat ACERMI n°11/217/718	Cf. certificat ACERMI n°15/217/984
Épaisseur e (en mm)	40 à 200	40 à 200
Tolérance d'épaisseur (selon NF EN 13162)	T2*	T2*
Réaction au feu Euroclasse (NF EN 13171+A1)	F	F
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (norme EN 12086 :1997)	MU3	MU3
Semi-rigidité selon référentiel ACERMI	Semi-rigide sur toute la gamme	Semi-rigide sur toute la gamme
Résistivité au passage de l'air AFr (norme EN 29053)	AFr5	AFr7
* MAX(-5% ; -5 mm) ; MIN(+15% ; +15 mm)		

Tableau 3 - Caractéristiques certifiées par l'ACERMI

Il appartiendra à l'utilisateur de vérifier que les certificats ACERMI n° 11/217/718 et n° 15/217/984 sont toujours valides.

Autres caractéristiques	ISONAT FLEX 40	ISONAT FLEX 55
Masses volumiques (selon la norme NF EN 1602)	De 40 à 60mm d'épaisseur : 48 ±3 kg/m ³ De 80 à 200mm d'épaisseur : 39 ±3 kg/m ³	De 40 à 60mm d'épaisseur : 49 ±3 kg/m ³ De 80 à 200mm d'épaisseur : 52 ±3 kg/m ³
Masse surfacique du voile	-	20 g/m ² ± 2 g/m ²
Comportement à l'eau – Absorption d'eau à court terme selon EN 1609 par immersion partielle	1 < Ws ≤ 17 kg/m ²	1 < Ws ≤ 17 kg/m ²
Test de résistance aux moisissures selon le Cahier 3713_V3 de février 2021, Annexe A1 (HR 85%, 28 jours d'incubation)	Résistant au développement fongique	Résistant au développement fongique
Evaluation des émissions de COV selon protocole AFFSET 2009 Arrêtés du 30 avril 2009 et du 28 mai 2009 relatifs aux émissions de composés CMR de catégorie 1 et 2 (concentrations d'exposition à 28 jours inférieures à 1 µg.m ⁻³)	Classe d'émission A+	Classe d'émission A+
Mesures d'efficacité anti-termite selon NF EN 117 adaptée	non appétent Degré d'attaque du bois : 4	non appétent Degré d'attaque du bois : 4

Tableau 4 – Autres caractéristiques

Épaisseur en mm	40	50	60	80	100	120	145	160	180	200
s_d en m	0,120	0,150	0,180	0,240	0,300	0,360	0,435	0,480	0,540	0,600

Tableau 5 - Épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur s_d en fonction de l'épaisseur

Nota : Valeurs s_d exprimées avec 3 chiffres significatifs.

2.2.2.3. Ouvrage pare-vapeur

L'ouvrage pare-vapeur souple utilisé est soit :

- Conforme au NF DTU 31.2 ;
ou
- Sous Avis Technique visant une utilisation avec un produit manufacturé à base de fibres végétales et animales.

La perméance de l'ouvrage pare-vapeur doit être :

- Inférieure ou égale à 0,005 g/h.m².mmHg ($s_d \geq 18$ m) en climat de plaine hors zones très froides ;
- Inférieure ou égale à 0,0015 g/h.m².mmHg ($s_d \geq 57$ m) en zone très froide.

Par ailleurs, le pare-vapeur peut être une membrane hygro-régulante, sous réserve que celle-ci dispose d'un Avis Technique validant le domaine d'emploi visé avec des produits isolants en fibres de bois.

Les isolants « ISONAT FLEX » peuvent par exemple être associés aux ouvrages pare-vapeur ISOVER : membranes VARIO® XTRA, membranes STOPVAP et STOPVAP90 (à l'exclusion de la membrane VARIO® DUPLEX), relevant de l'Avis Technique n° 20/14-318_V2.

2.3. Dispositions de conception

La conception des parois doit respecter les DTU en vigueur et les prescriptions des CPT 3560_Version en vigueur et 3815.

Le procédé « ISONAT FLEX – Application mur » nécessite la mise en œuvre d'un ouvrage pare-vapeur indépendant et continu. Ses caractéristiques sont choisies en fonction des perméances relatives des parois internes et externes et des conditions climatiques extérieures, conformément au § 2.2.2.3 du Dossier Technique.

2.4. Disposition de mise en œuvre

2.4.1. Mise en œuvre de l'ouvrage pare vapeur

La mise en œuvre d'un ouvrage pare-vapeur indépendant et continu est obligatoire. La valeur s_d du pare-vapeur requise dépend de la zone climatique (cf. § 2.2.2.3).

Dans le cas de construction à ossature bois, la mise en œuvre de l'ouvrage pare-vapeur est conforme au NF DTU 31.2.

En partie courante, un recouvrement des lés de pare-vapeur souple entre eux supérieur ou égal à 100 mm doit être respecté, et la continuité du pare-vapeur doit être rétablie par collage à l'aide de bandes adhésives compatibles avec la nature du pare-vapeur et du support. Il est également possible de rétablir la continuité de l'ouvrage pare-vapeur avec un mastic compatible.

Si la mise en œuvre concerne une couche d'isolant « ISONAT FLEX », le pare-vapeur est toujours installé côté chaud de la paroi, entre l'isolant et le parement intérieur.

Si la mise en œuvre concerne deux couches d'isolant « ISONAT FLEX », le pare-vapeur peut être placé :

- Devant les deux couches d'isolant du côté chaud de la paroi ;
- Entre la première et la seconde couche d'isolant. Dans ce cas, la règle dite des 3/4-1/4 doit être respectée. Autrement dit 1/4 maximum de la résistance thermique totale de la paroi est mis en place entre le pare-vapeur et l'ambiance chaude.

Pour le cas des membranes hygro-régulantes, se conformer à la mise en œuvre décrite dans l'Avis Technique en vigueur

2.4.2. Mise en œuvre des panneaux isolants « ISONAT FLEX »

2.4.2.1. Découpe de l'isolant

On détermine l'épaisseur du produit à installer en fonction de la valeur de résistance thermique recherchée. Il convient de respecter les exigences thermiques minimales selon la réglementation thermique en vigueur.

L'isolant est découpé avec un couteau "coupe tout " ou "coupe laine " de la société Saint-Gobain ISOVER ou « easycut » commercialisé par les sociétés Saint-Gobain ISOVER et ISONAT, à l'aide d'une règle de maçon sur un support rigide (planche de bois ou plaque de plâtre).

2.4.2.2. Principe de pose

Le produit « ISONAT FLEX » se pose par l'intérieur conformément aux référentiels de la construction tels que :

- Cahier du CSTB 3728 de décembre 2012 « Isolation thermique des murs par l'intérieur : Procédés d'isolation à l'aide de produits manufacturés à base de fibres végétales ou animales faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application », se référer aux préconisations du paragraphe 5 ;
- NF DTU 20.1 : ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs ;

- NF DTU 20.13 : Cloisons en maçonnerie de petits éléments ;
- NF DTU 23.1 : Murs en béton banché ;
- NF DTU 25.31 : Ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit au plâtre – Exécution des cloisons en carreaux de plâtre ;
- NF DTU 25.41 : Ouvrages en plaque de plâtre – Plaques à faces cartonées ;
- NF DTU 31.2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois ;
- NF DTU 31.4 : Façades à ossature bois ;
- NF DTU 36.2 : Menuiseries intérieures en bois.

Les isolants « ISONAT FLEX » peuvent être associés à des produits d'isolation thermique en laine minérale (ou à des produits à base de fibres animales ou végétales faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un DTA visant favorablement leur emploi dans le domaine considéré).

2.4.2.3. Mise en œuvre des produits « ISONAT FLEX » sur mur en béton ou maçonné

Les doublages suivants peuvent être mis en œuvre à l'aide de l'isolant « ISONAT FLEX » :

- les contre-cloisons dont les ossatures métalliques sont constituées de montants simples ou doublés sans fixation au support ou avec fixation intermédiaire au support (NF DTU 25.41),
- les contre-cloisons avec appui intermédiaire clipsé dont les ossatures métalliques sont constituées de fourrures (NF DTU 25.41),
- les contre-cloisons selon le système d'habillage Optima (Avis Technique n° 9/11-946_V2) avec ajout d'un pare-vapeur (VARIO®XTRA, STOPVAP et STOPVAP90 ISOVER) voir figures en annexe du Dossier Technique.

2.4.2.4. Mise en œuvre « ISONAT FLEX » cas de structures porteuses en ossature bois

Se référer au paragraphe 5 du *Cahier du CSTB 3728* de décembre 2012 et éventuellement à l'Avis Technique n° 9/11-946_V2 du système d'habillage Optima suivant le type de finition choisie.

La mise en œuvre est conforme au DTU 36.2 pour le lambris bois.

Dans le cas particulier des ERP (Etablissement Recevant du Public) la mise en œuvre doit être effectuée sans aménagement de lame d'air entre celui-ci et le parement intérieur, voir figures en annexe du Dossier Technique.

2.4.2.5. Mise en œuvre d'une deuxième couche d'isolant par tasseautage horizontal ou vertical :

La pose est conforme au paragraphe 5 du *Cahier du CSTB 3728* de décembre 2012.

2.4.3. Dispositions relatives à la sécurité incendie

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. Il y a lieu de vérifier la conformité :

- Des installations électriques,
- Des dispositions relatives aux distances de sécurité entre le conduit et l'élément combustible le plus proche conformément aux NF DTU 24.1, 24.2, 24.22 et à l'*e-cahier du CSTB 3816* de juillet 2020.

Dans le cas particulier des ÉRP (Établissement Recevant du Public) ou des bâtiments d'habitation, la réglementation incendie doit être respectée, notamment pour le recoupement de l'isolant. De plus, dans le cas des ERP, la mise en œuvre du produit doit être effectuée sans aménagement de lame d'air entre celui-ci et le parement intérieur. Une surcote en épaisseur de l'isolant doit alors être prévue.

2.4.3.1. Traitement des murs en cas de conduit adossé

La responsabilité du traitement du conduit de fumée revient à l'entreprise qui a été désignée pour effectuer ce lot.

Quelle que soit la nature du conduit de fumée, les dispositions constructives autour devront respecter la norme NF DTU 24.1 et l'*e-cahier du CSTB 3816* ou les Avis Techniques ou DTA les concernant.

Des distances doivent être respectées vis-à-vis de tout matériau combustible quel qu'il soit (y compris les matériaux constituant les habillages, les coffrages et les gaines).

Dans le cas d'un tubage, cette distance de sécurité est également mesurée à partir de la face externe du conduit d'origine.

Cette distance de sécurité doit être déterminée selon le NF DTU 24.1 en fonction :

- De la résistance thermique utile du conduit de fumée ;
- Et de la classe de température du conduit de fumée.

En l'absence de connaissance des éléments permettant de déterminer les distances de sécurité, on peut selon les dispositions du NF DTU 24.1 et de l'*e-cahier du CSTB 3816* retenir la valeur maximale :

- 8 cm pour les conduits de fumées métalliques simples ou composites (multi-parois) ;
- 10 cm pour les conduits de fumée maçonnés ;
- 3 fois le diamètre du conduit pour les conduits de raccordement avec un minimum de 37,5 cm.

Par ailleurs, le maître d'ouvrage doit donner les renseignements relatifs aux conduits de fumée avant intervention. A défaut, il convient d'appliquer une distance de sécurité maximale autour du conduit sans isolation, dans le coffrage créé.

2.4.3.2. Traitement des éléments dégageant de la chaleur

Dans tous les cas, l'isolant ne doit jamais être en contact direct avec des éléments pouvant dégager de la chaleur tels que les conduits de fumées ou hottes d'aspiration, les bobines, les transformateurs ou les moteurs, éclairages... Les prescriptions de la norme NF DTU 24.1 et de l'*e-cahier du CSTB* 3816 sont applicables.

2.4.4. Mise en œuvre en cloisons distributives entre deux locaux chauffés

Par ailleurs, les produits « ISONAT FLEX » peuvent être utilisés dans l'isolation acoustique des cloisons distributives des bâtiments d'usage courant, compte-tenu de leurs caractéristiques techniques et de leur utilisation en contre-cloison. Pour les cloisons sur ossature métallique constituées de montants simples ou doublés, il conviendra d'être conforme à la NF DTU 25.41 P1-1 ou pour les cloisons sur ossature bois à la NF DTU 31.2 P1-1.

2.5. Assistance technique

Saint-Gobain ISOVER et ISONAT apportent assistance technique au travers de différents supports :

- Guide de pose FLEX,
- Assistance technique téléphonique Saint-Gobain ISOVER : 09 72 72 10 18,
- Site internet www.isonat.com,
- Formation des technico-commerciaux sur les réglementations en vigueur (thermique, feu, acoustique, santé, ...),
- Les applicateurs peuvent également suivre une formation dispensée par Saint-Gobain ISOVER.

2.6. Traitement de fin de vie

Enfouissement de 100% des isolants en fin de vie, en CET classe II.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. La fabrication

Les produits « ISONAT FLEX », sont fabriqués dans l'usine ISONAT, rue Barthélémy Thimonnier 42 300 Mably.

La fabrication se décompose en plusieurs étapes, qui sont les suivantes :

- Un mélange homogène et optimisé des composants (fibres de bois, liant thermoplastique) par pesage électronique. Par ailleurs, un autocontrôle est systématiquement réalisé toutes les trois pesées, des corrections sont effectuées si nécessaire (cf. § 2.8.2.2) ;
- Un affinage et une homogénéisation du mélange ;
- Une élaboration du primitif et une détermination de la masse volumique de référence pour le produit ;
- Un thermoformage de la nappe et une calibration du produit avec ajout d'un voile confort de mise en œuvre pour le ISONAT FLEX 55 ;
- La cohésion et la résistance mécanique du produit sont obtenues par la fusion des fibres thermoplastique.

2.7.2. Les contrôles de fabrication

2.7.2.1. Contrôles matières premières

Il porte sur les points suivants :

- Le certificat des fournisseurs garantissant la composition des matières livrées,
- Le contrôle de réception des livraisons.

2.7.2.2. Contrôles en fabrication

Différents contrôles automatiques et permanents sont réalisés tout au long du processus de fabrication ; des corrections sont effectuées si nécessaire :

- Mélange des fibres : un système informatique (pesage électronique) vérifie l'exactitude de la répartition des matières dans le mélange toutes les trois pesées,
- Contrôle automatique et continu de la masse volumique,
- Contrôle de l'épaisseur, de la longueur, et de la largeur.

2.7.2.3. Contrôles produits finis

Le détail des contrôles effectués est conforme à la norme produit NF EN 13171 et au référentiel ACERMI.

Contrôles internes réalisés manuellement sur le produit fini :

Caractéristique contrôlée	Unité	Méthode retenue	Fréquence des contrôles
Conductivité thermique	W/(m.K)	NF EN 12667 NF EN 12939	1 mesure / Jour de production
Longueur	mm	EN 822	1 mesure / 30 min
Epaisseur sortie de ligne	mm	EN 823	1 mesure / 30 min
Masse volumique	kg/m ³	EN 1602	1 mesure / 30 min
Réaction au feu	/	EN 11925-2	1 mes. directe / 2 ans et 1 mes. Indirecte / Jour de production
Semi-rigidité	mm	Déviations sous poids propre (référentiel ACERMI)	1 mesure / semaine (sur l'épaisseur la plus faible)

Tableau 6 - Plan de contrôle interne

On prélève un panneau lors du démarrage de la ligne et également lorsque les réglages sont modifiés. On en contrôle alors l'épaisseur, la largeur, la longueur et la masse volumique.

Contrôle interne régulier de la conductivité thermique du produit à l'état sec et à l'état humide. Conditionnement et séchage dans une étuve appropriée.

Les résultats sont conservés dans le registre de contrôle.

Le produit fini fait l'objet d'un suivi pour l'ensemble des caractéristiques déclarées à l'ACERMI, à raison de 2 audits par an.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Évaluation des émissions de COV selon le protocole du Cahier du CSTB 3713 par Bureau Veritas : rapports d'essais n° C-071122-10071-002 et n° C-071122-10071-001 ;
- Rapport d'essai ITT et de classement européen de réaction au feu par le CSTB n° DSSF 22-11099 du 01/09/2022 dans le cadre du marquage CE pour les produits ISONAT FLEX 40 et ISONAT FLEX 55 ;
- Mesures d'efficacité anti-termites selon NF EN 117 adaptée par le FCBA : les résultats du rapport d'essais n° 401/22/054Z/a du FCBA attestent que les produits de la gamme « ISONAT FLEX » ne sont pas appétent pour les termites ;
- Rapport n° 0822-006 établi par CONIDIA : Essais de résistance aux moisissures de matériaux selon le protocole « Évaluation de la résistance des matériaux isolants vis-à-vis de la croissance des moisissures » (selon le CPT 3713_V3 de février 2021).
Les résultats attestent que les produits ISONAT FLEX 40 et ISONAT FLEX 55 sont résistants aux développements fongiques ;
- Évaluations acoustiques :
 - Détermination de l'indice d'affaiblissement acoustique d'une cloison à ossature métallique Placostil® 72-48 avec ISONAT FLEX 40 (40 mm) : rapport n° BEB2.J.6090-2 de GINGER CEBTP du 23 septembre 2020,
 - Détermination de l'isolement acoustique au bruit aérien d'une cloison 98-62 à ossature métallique et plaque de plâtre BA18S avec ISONAT FLEX 40 (50 mm) : rapport n° CAM20100058-2/AER d'Audiotec du 8 février 2021.

2.8.2. Références chantiers

Plusieurs dizaines de milliers de m² d'ISONAT FLEX ont été posés depuis la commercialisation du produit.

2.9. Annexe du Dossier Technique- Schéma de mise en œuvre (hors ERP*)

* Dans le cas particulier des ERP : dans le cas du doublage, il convient de surcoter l'épaisseur de l'isolant de 10 à 15 mm pour éliminer l'éventuelle lame d'air.

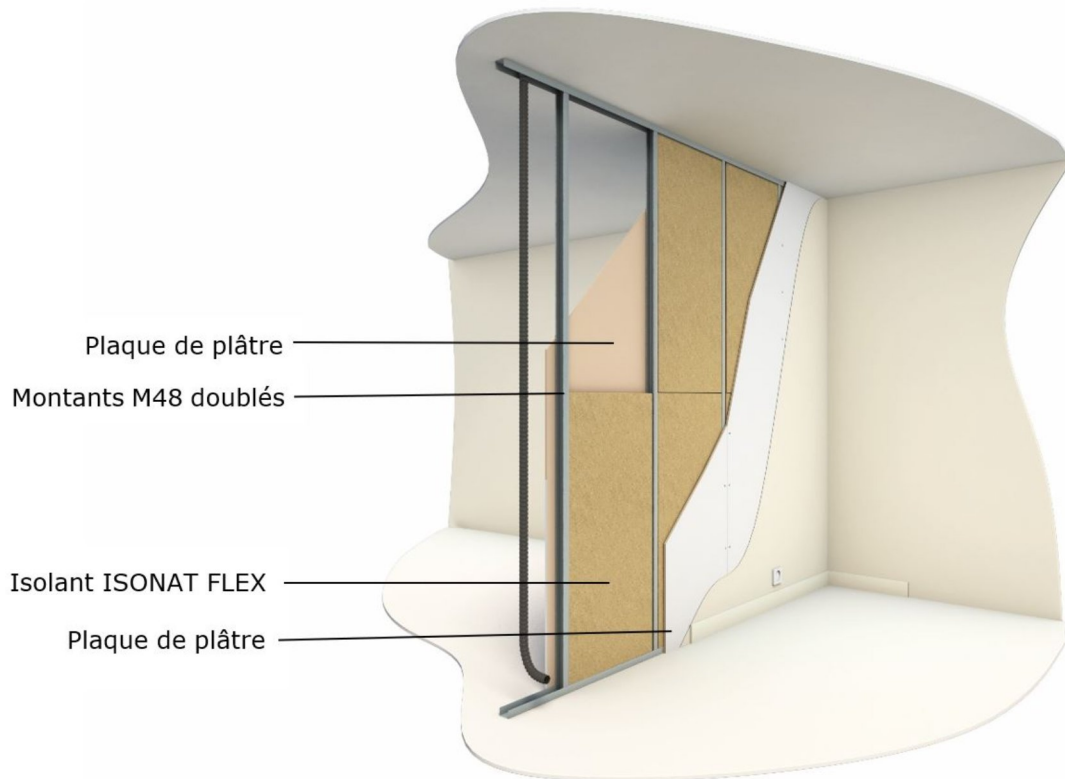


Figure 1 : Réalisation d'une cloison sur ossature métallique avec montants M48 simples

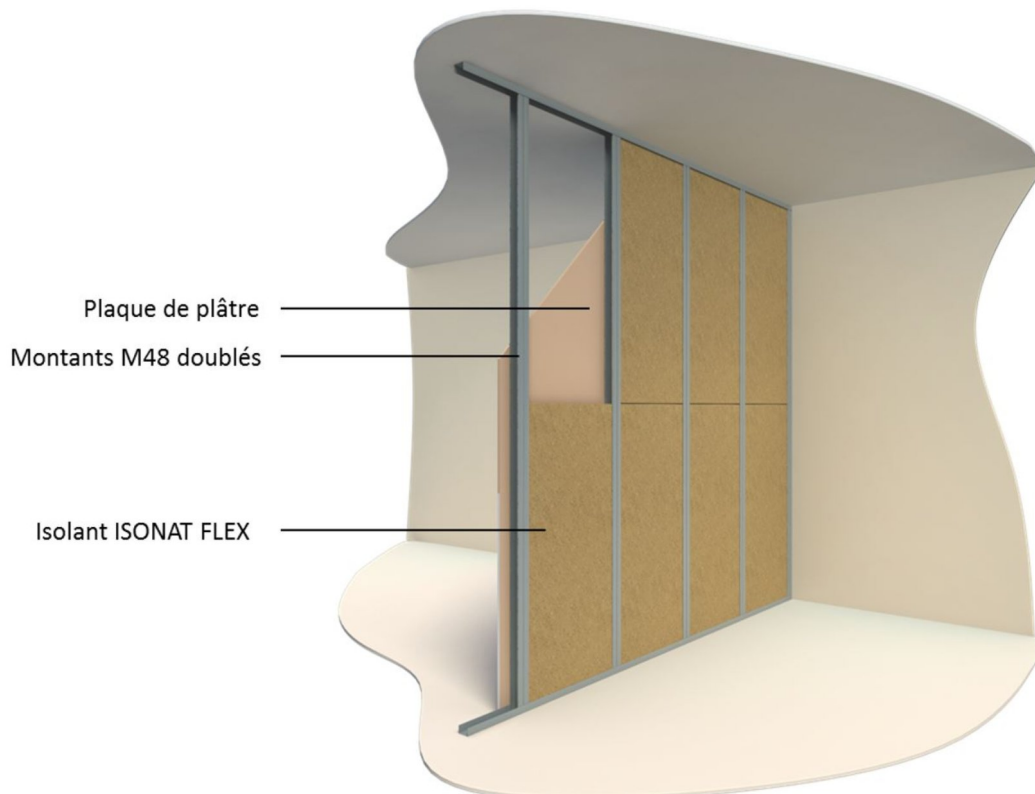


Figure 2 : Réalisation d'une cloison sur ossature métallique avec montants M48 doublés

Les figures ci-dessous illustrent la pose avec une membrane « Vario® Xtra » de la société ISOVER à titre d'exemple. Le système est toutefois compatible avec les ouvrages pare-vapeur mentionnés au § 2.2.2.3 du Dossier Technique. De même, elles illustrent la pose avec des appuis Optima2 à titre d'exemple. Il est toutefois possible d'utiliser d'autres systèmes sous Avis Technique visant une application avec un produit manufacturé à base de fibres végétales et animales.

ÉTAPE 1 Pose des lisses avec membrane au sol et au plafond

- Tracer au cordeau le plan de pose du parement et des lisses hautes et basses : Epaisseur de la laine + 2 cm.
- Appliquer le Mastic Vario® Double Fit à 1 cm en retrait du trait de cordeau
- Positionner la Vario® Xtra Band avec le côté écrit vers vous
- Prendre la mesure de la longueur de la lisse basse et de la lisse haute, et venir les fixer en transparence sur les traits de cordeau et la Vario® Xtra Band

ÉTAPE 2 Pose de la fourrure horizontale et des appuis Optima2

- Fixer la fourrure horizontale à mi-hauteur du mur à l'aide de chevilles adaptées à la nature du support espacées tous les 60 cm. Si la hauteur du mur est supérieure à 2.80 m, les deux premières lignes de fourrures sont espacées tous les 1,30 m puis les suivantes tous les mètres
- Clipser les appuis Optima2 tous les 60cm dans la fourrure horizontale
- En cas de départ de mur, le premier appui est positionné à 5 cm de l'angle, le second à 55 cm du premier appui, et les autres appuis sont espacés tous les 60 cm. Veiller à ajouter en partie haute et en partie basse du mur, un cordon de mastic entre les deux morceaux de Vario® Xtra Band qui font l'angle

ÉTAPE 3 Pose de l'isolant Isonat

- Positionner les panneaux isolants Flex à l'horizontal en joints décalés et entailler les panneaux au niveau des appuis Optima2
- Pour la dernière ligne de panneaux, mesurer la largeur d'isolant manquante, et ajouter 2 cm. Découper l'isolant avec le couteau Easycut et venir le calfeutrer
- Positionner la pastille Optima2 jaune rigide sur les appuis, les enfoncer d'environ 4 cm et les verrouiller en les tournant d'un quart de tour vers la droite

ÉTAPE 4 Pose de la membrane Vario® Xtra

- Mesurer la longueur de la membrane nécessaire et la couper aux ciseaux en parties haute et basse du mur en ajoutant une marge de 10 cm
- Embrocher la membrane sur les appuis, adhérer la Vario® Xtra Band sur la membrane et jointoyer les lés de membranes avec l'adhésif Vario® Fast Tape
- Positionner la pastille Optima2 noire rigide sur les appuis pour assurer l'étanchéité

ÉTAPE 5 Pose des fourrures verticales et de la plaque de plâtre

- Positionner les clés des appuis Optima2 et clipser les fourrures verticales
- Ajuster la verticalité des fourrures à l'aide d'un niveau à bulle et verrouiller les clés des appuis Optima2 d'un quart de tour vers la droite
- Intégrer la gaine électrique derrière les fourrures et devant la membrane
- Fixer les plaques de plâtre en butée de plafond avec des vis TTPC

Tableau 7 – Pose de l'isolant à l'aide du système Optima (appuis et pastilles)



Figure 3-1 : Pose de l'ossature métallique Optima (Lisses, Fourrures, Rallonges et appuis Optima)

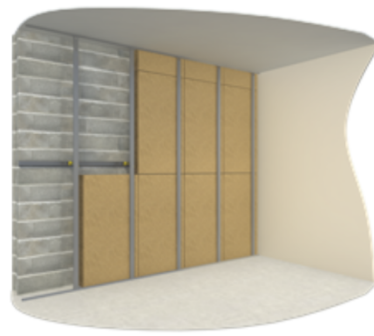


Figure 3-2 : Insertion des panneaux ISONAT FLEX derrière l'ossature métallique

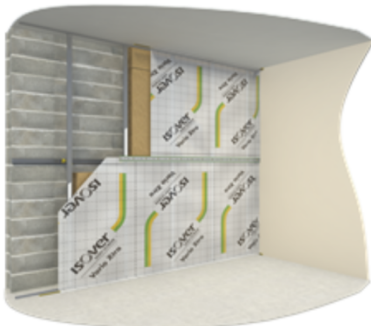


Figure 3-3 : Mise en place de la membrane pare-vapeur Vario® Xtra sur l'ossature métallique à l'aide de double face

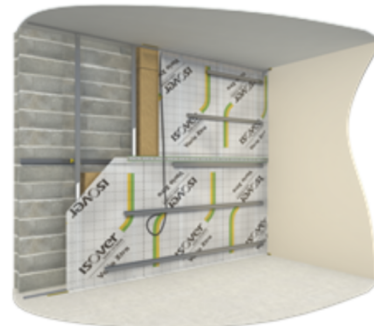


Figure 3-4 : Mise en place des profilés métalliques Stilmob et des gaines électriques (Hors ERP)

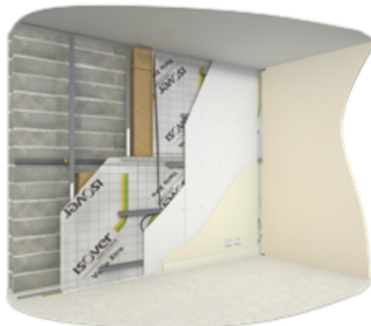


Figure 3-5 : Pose des plaques de plâtre

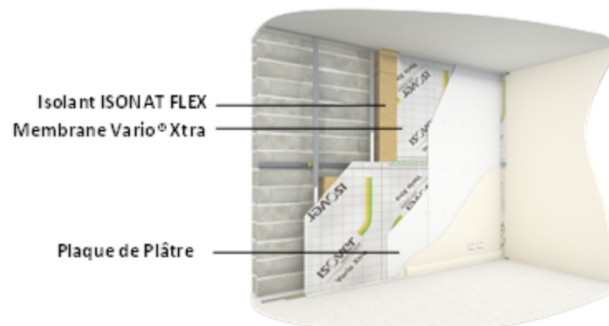


Figure 3-5 : Pose des plaques de plâtre en ERP

Figure 3 : Solution alternative : réalisation d'un doublage à l'aide du système Optima

Les figures ci-dessous illustrent la pose avec une membrane Vario® Xtra de la société ISOVER à titre d'exemple. Le système est toutefois compatible avec les pare-vapeur mentionnés au § 2.2.2.3 du Dossier Technique.

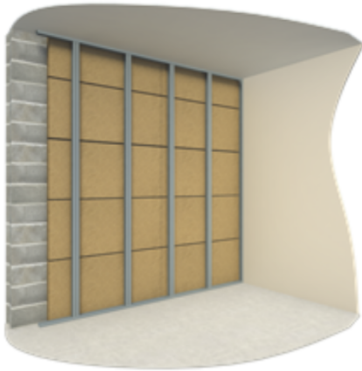


Figure 4-1 : Pose de l'ossature métallique (montants M48 doublés et rails R48) et Insertion des panneaux ISONAT FLEX (40 ou 100mm) derrière l'ossature métallique

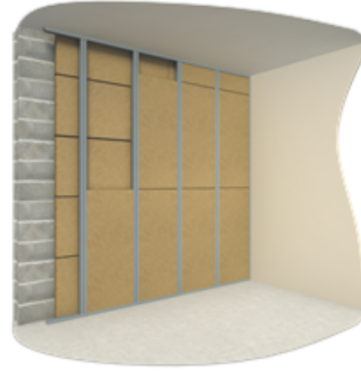


Figure 4-2: Insertion de la 2^e couche ISONAT FLEX (40mm) entre montants M48

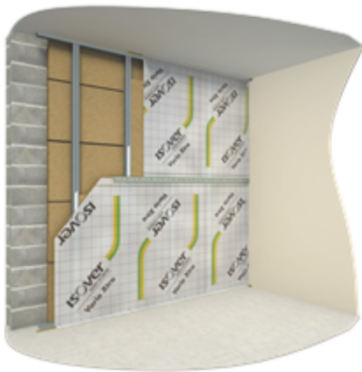


Figure 4-3: Mise en place de la membrane pare-vapeur Vario® Xtra sur l'ossature métallique à l'aide de double face

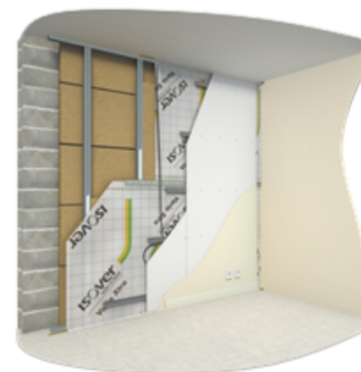


Figure 4-4 : Mise en place des profilés métalliques Stilmob et des gaines électriques (Hors ERP)

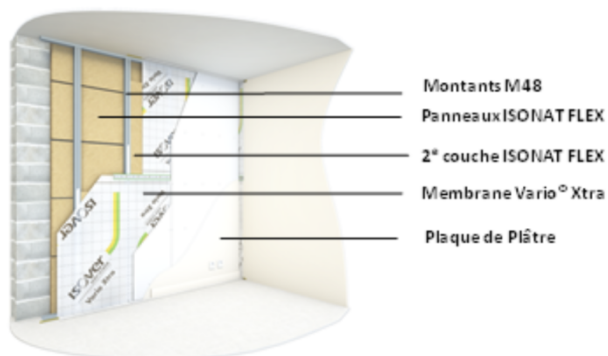


Figure 4-5 : Pose des plaques de plâtre en ERP

Figure 4 : Réalisation d'un doublage à l'aide de montants M48 désolidarisés de la maçonnerie

Les figures ci-dessous illustrent la pose avec une membrane Vario® Xtra de la société ISOVER à titre d'exemple. Le système est toutefois compatible avec les pare-vapeur mentionnés au § 2.2.2.3 du Dossier Technique. De même, elles illustrent la pose avec des appuis Optima2 à titre d'exemple. Il est toutefois possible d'utiliser d'autres systèmes sous Avis Technique visant une application avec un produit manufacturé à base de fibres végétales et animales.

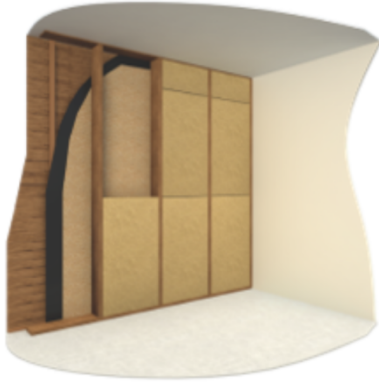


Figure 5-1 : Pose des isolants ISONAT FLEX entre montants bois

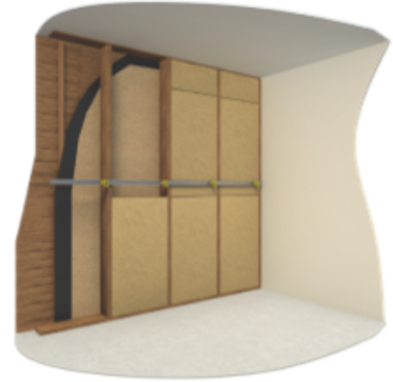


Figure 5-2 : Installation de la fourrure intermédiaire et des appuis Optima₂ clipsés sur fourrure

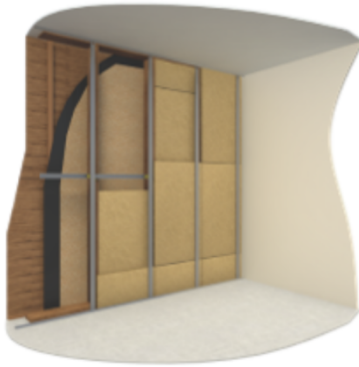


Figure 5-3 : Pose des fourrures métalliques verticales et de la seconde couche d'isolation entre fourrures.

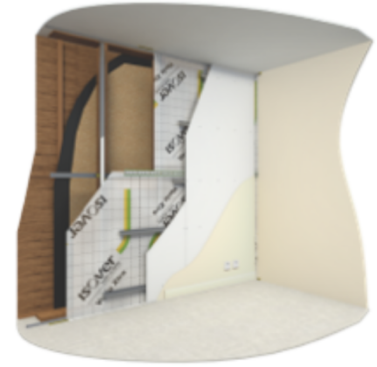


Figure 5-4 : Pose de la membrane Vario® Xtra à l'aide de double face puis installation des Stilmob puis celle de la plaque de plâtre

Variante

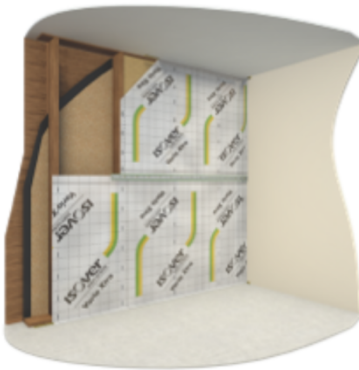


Figure 5-2 bis : Variante de pose de la membrane Vario® Xtra via agrafage sur montants bois et une seule couche d'isolant

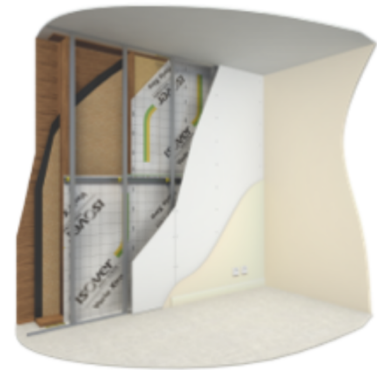


Figure 5-3 bis : Pose de la fourrure intermédiaire et des appuis Optima₂ clipsés. Pose des fourrures métalliques verticales puis celle du parement de finition

Figure 5 : Doublage avec ISONAT FLEX entre les montants de la structure porteuse en ossature bois

Nota : Il est également possible d'opter pour une pose respectant la règle dite des 3/4 - 1/4.