

Annexe 5

CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES DU MUR THERMOPIERRE – CONTRIBUTION A LA DEMARCHE HQE®

Le Béton cellulaire baptisé Thermopierre en France, est un produit dont les caractéristiques environnementales et sanitaires sont largement reconnues en Allemagne, en Europe du nord et dans les pays scandinaves. En Allemagne il bénéficie d'un label attribué à la fois au produit et à ses usines de production pour les efforts réalisés pour la préservation de l'environnement.



En France nous disposons d'un référentiel permettant de caractériser l'impact environnemental d'un produit de construction, grâce à la série des normes XP P 01-010

A l'initiative des industriels français producteurs de Thermopierre, une analyse de cycle de vie a été commandée au CSTB. Cette analyse a fait l'objet d'un rapport complet ref. ED/03-006 disponible sur demande auprès du syndicat national des fabricants de Thermopierre (SFBC).

En complément de ce rapport structuré selon la norme XP P 01-010, nous avons voulu au travers de ce document, apporter à nos clients concepteurs, réalisateurs ou utilisateurs, un complément d'information afin qu'il puisse évaluer l'impact du Thermopierre dans une démarche environnementale, d'une part, et positionner notre produit au regard des 14 cibles définies dans la démarche HQE®, d'autre part.

1 Le Thermopierre et la démarche HQE®

La Haute Qualité Environnementale : HQE® est une démarche volontaire pour maîtriser les impacts sur l'environnement générés par un bâtiment tout en assurant à ses occupants des conditions de vie saines et confortables tout au long de la vie de l'ouvrage.

Lancée il y a quelques années par le Plan urbanisme construction et architecture (Puca) et le CSTB, la démarche de Haute Qualité Environnementale vise à concilier la protection de l'environnement, la qualité de la construction et l'amélioration de la qualité d'usage.

Cette démarche volontaire a été formalisée par l'association HQE autour de 14 cibles permettant d'atteindre 2 grands objectifs :

- Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur : cibles eco-construction et eco-gestion
- Créer un environnement intérieur sain et confortable : cibles de confort et de santé

Que le maître d'ouvrage peut inscrire dans son programme et hiérarchiser en fonction du terrain, de l'usage de l'ouvrage et de la volonté du maître d'ouvrage.

Tableau récapitulatif des 14 cibles :

Eco construction	Eco gestion	Confort	Santé
1 - Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat	4 - Gestion de l'énergie	8 - Confort hygrothermique	12 - Conditions sanitaires des espaces
2 - Choix intégré des procédés et produits de construction	5 - Gestion de l'eau	9 - Confort acoustique	13 - Qualité de l'air
3 - Chantiers à faibles nuisances	6 - Gestion des déchets d'activités	10 - Confort visuel	14 - Qualité de l'eau
	7 - Gestion de l'entretien et de la maintenance	11 - Confort olfactif	

L'utilisation de Thermopierre dans le bâti permet d'apporter une réponse environnementale sur un certain nombre de cibles identifiées en jaune dans le tableau ci-dessus.

Cible 2) Le choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction :

La norme européenne P01-010, qui a servi de référence à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) du Thermopierre, vise à favoriser ce choix.

L'unité fonctionnelle sur laquelle a été réalisée l'analyse de cycle de vie est constituée par :

1m² de mur assurant la fonction de mur isolant et porteur pendant 1 année, en prenant une durée de vie typique de 100 ans.

Pour couvrir le marché du mur Thermopierre, l'analyse a été réalisée sur 2 épaisseurs : 25 et 30 cm.

Les éléments permettant d'évaluer l'impact environnemental de l'unité fonctionnelle Thermopierre sont détaillés et explicités au paragraphe 3.

Cible 3) Chantier à faible nuisance :

La technique de mise en œuvre du Thermopierre nécessite un outillage léger et des moyens de malaxage manu portable limitant sensiblement les nuisances sonores.

Le montage des blocs à joint mince permet de limiter sensiblement la quantité d'eau nécessaire pour préparer la colle, et minimise l'impact du nettoyage du matériel en fin de journée.

Le découpage aisé des blocs et la précision des découpes réalisées à la scie permet de réduire significativement la quantité de déchets, d'une part, et facilite la réutilisation des chutes dans la maçonnerie, d'autre part.



Cible 4) gestion de l'énergie :

L'Incidence du bâti sur les pertes énergétique est de l'ordre de 15%. Un bâti bien isolé est un avantage pour réduire la demande et les besoins énergétiques en matière de chauffage.

Le mur Thermopierre répond à cette exigence tout en assurant la fonction de mur porteur. Il permet en outre de réduire significativement les ponts thermiques aux liaisons plancher/ mur extérieur, plancher / refend et refend / mur extérieur.

Cible 7) Gestion de l'entretien et de la maintenance :

Dans des conditions normales d'utilisation, le mur en Thermopierre ne nécessite aucun entretien. En effet, les performances du matériau ne sont pas altérées par le temps



D'autre part, dans les conditions extrêmes d'un incendie, le mur en Thermopierre présente une résistance au feu exceptionnelle supérieure à 6h00, durée maximale de l'essai, dès 15cm d'épaisseur.

Cible 8) confort hygrothermique :

Les avantages du thermopierre dans ce domaine sont indéniables, grâce à un compromis optimal entre ces performances en matière d'isolation et son inertie thermique.

Ces aspects essentiels en matière de confort d'hiver, mais aussi de confort d'été sont développés au paragraphe 5 ci-après.

Cible 9) confort acoustique :

Le mur Thermopierre en 25 et 30 cm d'épaisseur répond aux exigences acoustiques définies dans la réglementation acoustique actuelle à la fois en maison individuelle et en petit collectif.

En fonction des systèmes utilisés, les niveaux d'affaiblissement acoustique des parois varient de : 48 dB à 67 dB

Cible 11) confort olfactif :

Grâce à son isolation thermique répartie dans la masse, d'une part, et au traitement des ponts thermiques aux liaisons, d'autre part, le mur Thermopierre évite tout phénomène de condensation générateur de moisissures et de mauvaises odeurs.

Cibles 12 et 13) conditions sanitaires des espaces :

Les performances du matériau dans ce domaine se traduisent par :

- L'absence de composés organiques volatiles,
- Des niveaux de radioactivité nettement inférieurs aux seuils européens admissibles

2 Définition du produit dans le cadre de l'Analyse du Cycle de Vie du Thermopierre

Produit

Bloc THERMOPIERRE d'épaisseur 25 à 30 cm, densité 400 kg/m³

Dimensions

Hauteur 25 cm, Longueur 62,5 cm, Epaisseur 25 à 30 cm

Unité fonctionnelle

Assurer la fonction de mur porteur (1 m² en œuvre) pendant 100 ans (DVT) en assurant les caractéristiques techniques essentielles rappelées ci-dessous.

Flux de référence

100 kg de blocs THERMOPIERRE en 25 cm d'épaisseur

120 kg de blocs THERMOPIERRE en 30 cm d'épaisseur

Produits complémentaires

La réalisation de l'unité fonctionnelle nécessite l'usage du mortier-colle PREOCOL.



3 Indicateurs

Les indicateurs sont directement dépendants des critères environnementaux ou catégories environnementales choisies. Dans le cadre de cette étude, nous avons retenus les 8 critères obligatoires pour tous les produits de construction dans la norme XP P 01-010 :

- Consommation de ressources énergétiques,
- Consommation de ressources non énergétiques,
- Consommation d'eau,
- Déchets solides,
- Changement climatique,
- Acidification atmosphérique,
- Pollution de l'eau
- Pollution de l'air

Auxquels nous avons rajouté les catégories d'impacts suivants qui nous ont semblé pertinents :

- Pollution photochimique
- Pollution des sols

BLOC THERMOPIERRE Epaisseur 25 cm

Unité fonctionnelle : 1m² de mur porteur en THERMPOIERRE épaisseur 25, soit 100 kg de blocs

Impact environnemental		Unité	Valeur
Consommation de ressources énergétiques	Energie primaire totale	MJ/UF	4.6
	Energie renouvelable	MJ/UF	0.1
	Energie non renouvelable	MJ/UF	4.5
Consommation de ressources non énergétiques		kg/UF	1.4
Consommation d'eau		L/UF	1.8
Déchets solides	Déchets valorisés (total)	kg/UF	0.9
	Déchets dangereux éliminés	kg/UF	0
	Déchets non dangereux éliminés	kg/UF	0.2
	Déchets inertes éliminés	kg/UF	0.2
	Déchets radioactifs éliminés (1)	kg/UF	0
Changement climatique		kg éq. CO2/UF	0.436
Acidification atmosphérique		kg éq. SO2/UF	0.00057
Pollution de l'air		m ³ /UF	9
Pollution de l'eau		m ³ /UF	7
Pollution des sols		m ³ /UF	0
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique		kg éq. CFC R11/UF	Non pertinent
Formation d'ozone photochimique		kg éq. éthylène/UF	0.000073
Modification de la biodiversité		Qualitatif	extraction des carrières conformément aux réglementations ICPE

Les données quantitatives de ce tableau sont exprimées par annuité

(1) dus majoritairement à la production d'électricité en France

BLOC THERMOPIERRE Epaisseur 30 cm

Unité fonctionnelle : 1m² de mur porteur en THERMPOIERRE épaisseur 30, soit 120 kg de blocs

Impact environnemental		Unité	Valeur
Consommation de ressources énergétiques	Energie primaire totale	MJ/UF	5.6
	Energie renouvelable	MJ/UF	0.1
	Energie non renouvelable	MJ/UF	5.5
Consommation de ressources non énergétiques		kg/UF	1.7
Consommation d'eau		L/UF	2.2
Déchets solides	Déchets valorisés (total)	kg/UF	1.0
	Déchets dangereux éliminés	kg/UF	0.0
	Déchets non dangereux éliminés	kg/UF	0.3
	Déchets inertes éliminés	kg/UF	0.3
	Déchets radioactifs éliminés (1)	kg/UF	0.0
Changement climatique		kg éq. CO2/UF	0.523
Acidification atmosphérique		kg éq. SO2/UF	0.00067
Pollution de l'air		m ³ /UF	10
Pollution de l'eau		m ³ /UF	9
Pollution des sols		m ³ /UF	0.0
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique		kg éq. CFC R11/UF	Non pertinent
Formation d'ozone photochimique		kg éq. éthylène/UF	0.000093
Modification de la biodiversité		Qualitatif	extraction des carrières conformément aux réglementations ICPE

Les données quantitatives de ce tableau sont exprimées par annuité

(1) dus majoritairement à la production d'électricité en France

Commentaires sur les principaux indicateurs :

Par mesure de simplification, les commentaires ci-dessous se rapportent au mur Thermopierre de 25 cm d'épaisseur qui représente notre mur de référence.

Consommation de ressources énergétiques :

Durant son cycle de vie, le Bloc Thermopierre consomme des ressources énergétiques: non renouvelables (90 %) et renouvelables (10 %). Durant cette période, une unité fonctionnelle (UF) de Bloc Thermopierre, soit 1 m² de mur pendant 100 ans, requiert 4,57 méga Joules; valeur faible, explicable notamment par les recyclages d'énergie réalisés tout au long du processus de fabrication, d'une part, et au volume important de produit transporté grâce à son faible poids, d'autre part.

- *Il est important de rappeler que le Thermopierre est un produit isolant et porteur ; il ne nécessite pas de rapporter un isolant complémentaire. Pour le Thermopierre, les indicateurs environnementaux sont*

Consommation de ressources non-énergétiques :

Le Thermopierre est fabriqué à partir de sable, chaux et ciment constituant le squelette rigide du produit. Grâce à la multitude de bulles d'air emprisonnées dans sa structure, le produit est isolant, mais aussi plus léger (100kg/m² de mur). De plus, la pose à joint mince (~2-3mm) sur chantier permet de réduire significativement la quantité de mortier colle consommée.

Compte tenu de ces éléments, la quantité de ressources non énergétique consommée reste faible : Elle s'élève à 1,42 kg/UF.

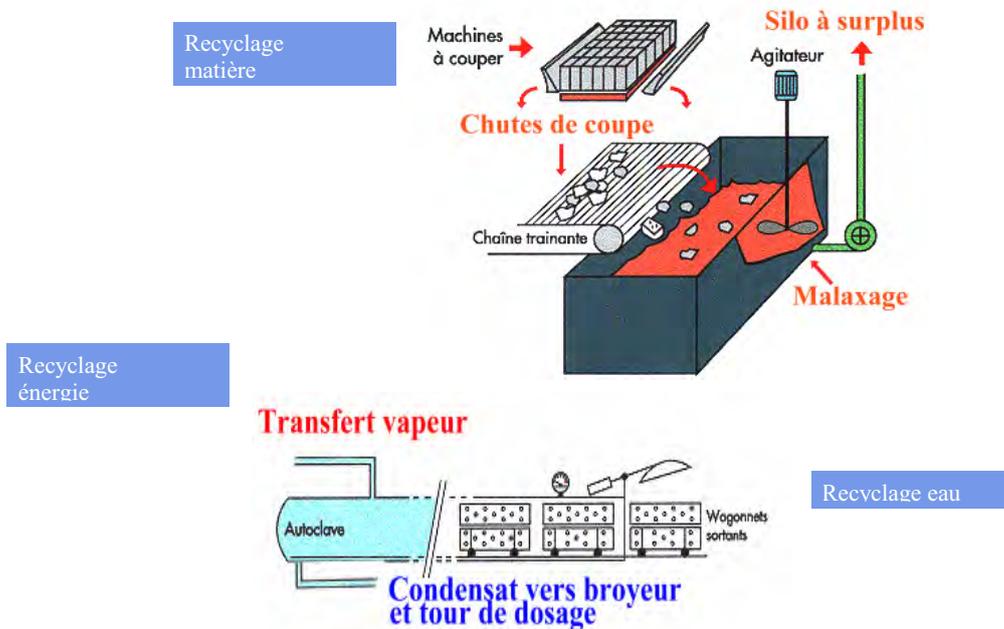
Le Bloc Thermopierre utilise des ressources naturelles disponibles en grande quantité : Il est recyclable à 100 %.

Consommation d'eau :

La consommation en eau nécessaire pour la fabrication d'une UF est de 1.83 L. Cette eau est consommée à 99% pendant la phase de production pour la fabrication de la pâte et au moment de l'autoclavage. Cette valeur est constamment améliorée grâce aux efforts déployés par les fabricants pour recycler en totalité, matière, énergie et eau pendant le cycle de fabrication, d'une part, et réduire les consommations d'eau et d'énergie d'autre part.

Par contre lors de la phase chantier, la pose à joint mince (~2-3mm) permet de réduire significativement la quantité d'eau consommée.

- **Phases de recyclage d'eau et d'énergie pendant le processus de fabrication :**



Déchets solides :

La masse des déchets produits par Unité fonctionnelle de Thermopierre est de 0.46 kg par annuité. Ces déchets sont inertes et non susceptibles de créer une pollution de l'eau ou du sol. Les déchets issus de la phase de production sont valorisés à 90%.

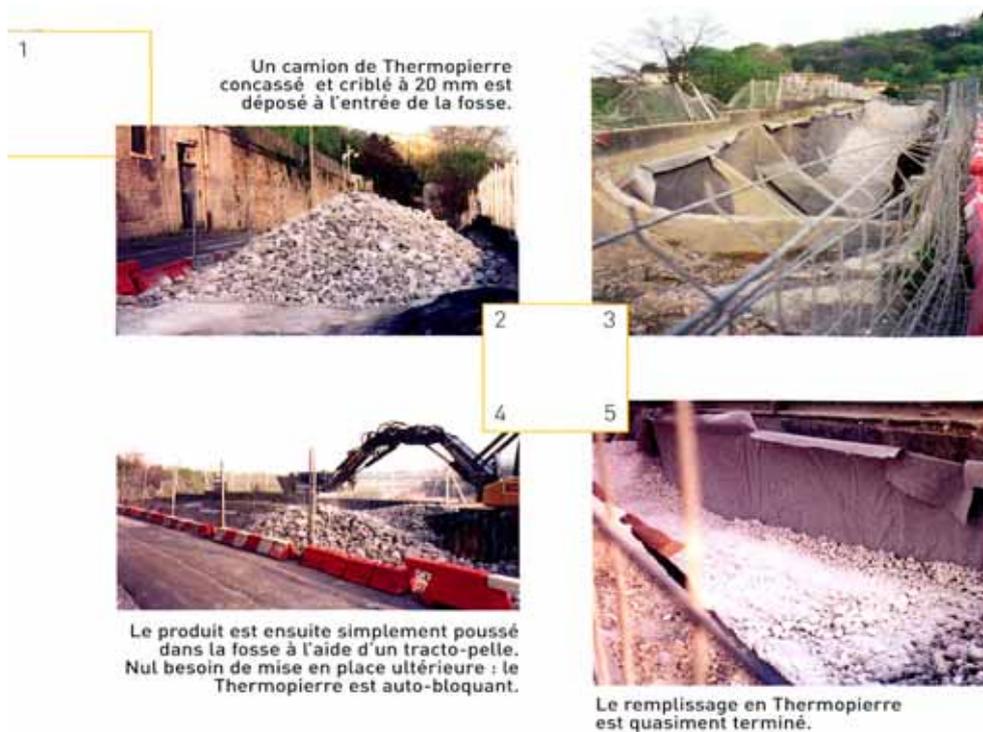
Lors de la mise en œuvre une grande partie des découpes est directement réutilisable dans la construction.

- **Réutilisation des chutes de coupe lors de la mise en œuvre :**



Pour la phase de fin de vie, il est plus difficile d'imaginer les techniques qui seront utilisés dans une centaine d'année. Néanmoins, après tri, le Thermopierre est recyclable à 100% comme remblais de carrière, remblai routier,...

- **Réutilisation expérimentale avec la Courly (Communauté Urbaine de Lyon) :**



Changement climatique

Il a pour cause principale une intensification du phénomène naturel appelé effet de serre dont la cause principale vient de l'activité humaine. L'impact généré par la fabrication d'une UF est de 0,436 kg éq. CO₂.

La principale source d'énergie utilisée en production est du gaz naturel. La production de CO₂ reste faible comparativement aux émissions provenant de l'activité quotidienne. En effet, le gaz à effet de serre émis au cours du cycle de vie d'une maison en thermopierre (murs intérieurs et extérieurs) est équivalent aux émissions d'une famille de 4 personnes pendant 1 mois environ (chauffage, électricité et utilisation de la voiture) (source écobilan).

Acidification atmosphérique

Cet indicateur permet d'évaluer la contribution du produit à l'acidification de l'air et donc à la génération de pluies acides. Cette quantité est très faible.

Pollution de l'air

Le volume d'air pollué au cours du cycle de vie d'une UF s'élève à 9 m³. Cet impact pour une maison en Thermopierre de type F5, pour 4 personnes, pendant toute la durée de vie est équivalent à celui d'un parcours de 100 km en voiture. (Source: Idemat 2001).

Pollution de l'eau

Le principe consiste à calculer le volume fictif d'eau exprimé en m³ par lequel il faudrait diluer chaque flux de l'inventaire pour le rendre conforme au seuil de l'arrêté du 2 février 1998.

Pollution des sols

Ce critère n'est pas jugé pertinent pour tous les produits de construction (NF XP P01-010). Cependant, l'introduction des données sur la mise à disposition des énergies, pour répondre aux exigences de la norme XP P 01-010 [2], ont conduits à considérer également la catégorie d'impact « pollution des sols ». Dans le cadre de la norme, c'est la méthode du volume critique sur la base de l'arrêté du 2 février 1998 modifié qui s'applique à la pollution des sols.

Le principe consiste à calculer le volume fictif d'eau exprimé en mètres cubes par lequel il faudrait diluer chaque flux de l'inventaire pour le rendre conforme au seuil de l'arrêté, et à faire la somme des volumes fictifs ainsi calculés.

La somme est l'indicateur de pollution des sols et est exprimé en m³ d'eau.

Formation d'ozone photochimique

Cette catégorie d'impact n'est pas jugée pertinente pour tous les produits de construction. Néanmoins certains polluants tels que les hydrocarbures issus notamment du transport réagissent avec les photons solaires pour former de l'ozone dans la troposphère.

4 Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires

Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires lors de la mise en œuvre

Par sa facilité de découpe, d'une part, et la possibilité de réutiliser les chutes de coupes au cours du montage de la maçonnerie, d'autre part, le Thermopierre permet de réduire sensiblement la quantité de déchets produits sur chantier.

La coupe par sciage à sec du Thermopierre au moyen d'une scie à ruban ou d'une scie thermique génère une faible quantité de poussières et des granulats dont la taille et la composition ne présentent pas de risque pour les opérateurs. Lors de la mise en œuvre, ces poussières peuvent être récupérées et mélangées à la colle pour moitié afin de constituer un mortier sec permettant un rebouchage aisé des saignées.

Par ailleurs, un rapport d'analyse réalisé sur des poussières de Thermopierre montre qu'elles ne présentent pas de danger pour l'homme (Bericht N° 17.07.1997/ta1.td)

Contribution du produit à la maîtrise des risques sanitaires lors de la vie en œuvre

- *Radon et radioactivité gamma*

Des mesures effectuées sur 2 échantillons de blocs de Thermopierre, représentatifs des productions

échantillon	40K	226Ra	232Th	Indice I
Bloc 1	33 ± 5	9,4 ± 1	7,5 ± 0,6	0,08
Bloc 2	218 ± 16	12,5 ± 1	13,7 ± 0,6	0,18

À titre indicatif, selon l'UNSCEAR*, les concentrations moyennes de 40K, 226Ra et 232Th de l'écorce terrestre sont respectivement de 400 Bq/kg, 40 Bq/kg et 40 Bq/kg.

* United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation
Les valeurs d'index d'activité I des blocs de Thermopierre :

$$I = AK/3000 + ARa/300 + ATh/200 \quad \text{les trois activités étant exprimées en Bq / kg.}$$

Les valeurs d'index d'activité I des blocs en Thermopierre sont nettement inférieures au seuil européen de 0,5 (correspondant à une dose gamma reçue inférieure à 0,3 mSv/an). Les blocs de Thermopierre peuvent donc être classés, selon la recommandation du rapport 112 de la Commission Européenne, dans la catégorie des produits exemptés de toute restriction d'utilisation qui pourrait résulter d'une éventuelle radioactivité.

- **Émissions de Composés Organiques Volatils (COV) et aldéhydes**

Les essais ont été réalisés par le CSTB (rapport d'essai ES 532-03-0016) conformément au protocole européen ECA/IAQ en utilisant un scénario mur.

Ils ont démontré que le Thermopierre ne contient pas de composés organiques volatiles.

De plus, le bloc en Thermopierre n'étant pas en contact direct avec l'air intérieur des bâtiments, il ne contribue pas à la contamination de l'air des bâtiments par les COV et aldéhydes.

- **Micro-organismes**

Matériau minéral, d'une part, et n'étant pas en contact direct avec l'air intérieur des bâtiments, d'autre part, il ne contribue pas au développement de moisissures.

- **Fibres et particules**

Par leur nature non fibreuse, les blocs de Thermopierre ne sont pas à l'origine d'émissions de fibres ou de

Contribution du produit à la qualité sanitaire de l'eau

Sans objet

5 Contribution du produit au confort

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

1. L'isolation thermique

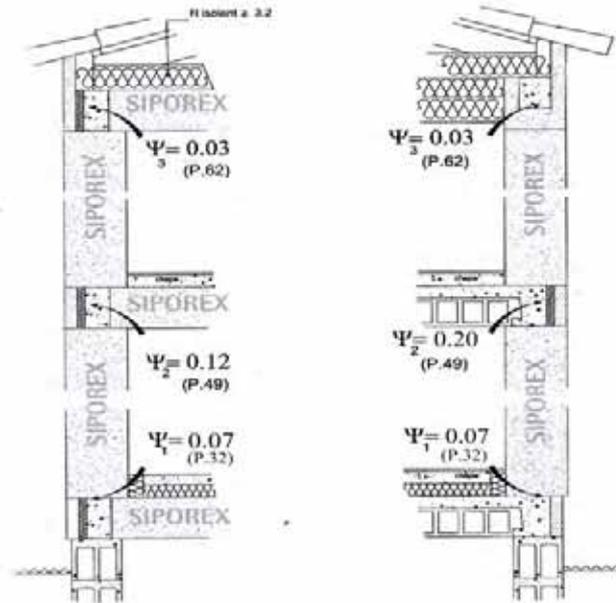
Le Thermopierre est un matériau isolant et porteur homogène dont les caractéristiques thermiques sont indiquées dans le tableau ci-après :

Épaisseur de paroi	conductivité thermique λ (W/m.K)	Résistance thermique du mur enduit 2 faces R (m ² .K/W)	Coefficient de transmission surfacique U (W/m ² .K)
25 cm	0,12	2,16	0,46

Il ne nécessite pas d'isolation complémentaire rapportée.

De plus, grâce à son système constructif, il permet traiter efficacement les ponts thermiques (rapport CSTB : ELT/HTO 2002-176 LF/LS et règles thU 2000 fascicule 5/5) tels que ceux observés à la jonction :

- Mur de façade / plancher (bas, intermédiaire ou haut)
- Mur de façade / refend
- Plancher sur vide sanitaire / refend



2. L'inertie thermique

Outre l'isolation thermique, la notion de confort thermique dans un bâtiment dépend aussi de la capacité thermique de la paroi, du temps de refroidissement de cette paroi, et, de l'amortissement thermique et du déphasage au travers de cette paroi.

Ces différents éléments ont été déterminés pour des parois en Thermopierre de 25cm d'épaisseur (formules de CROISET) :

CARACTERISTIQUES				
Masse volumique en Kg/m ³		Conductivité Thermique en W/mK		Chaleur massique en J/Kg.K
400		0.12		1000
GRANDEURS THERMIQUES				
Admittivité J ² /m ⁴ .K ² .s	Capacité thermique J/m ² .K	Rés. Therm. bloc m ² k/W	Diffusivité m ² /s	Effusivité J/m ² .K.s ^{0.5}
50160.00	100000	2.08	2.87E-07	223.96

Amortissement en %	Retard		Vitesse de propagation de l'onde de chaleur cm/h
	secondes	h et mn	
6.00%	38689.2	10 h 44	2.33

et de 30 cm d'épaisseur :

CARACTERISTIQUES				
Masse volumique en Kg/m ³	Conductivité Thermique en W/mK		Chaleur massique en J/Kg.K	
400	0.12		1000	
GRANDEURS THERMIQUES				
Admittivité J ² /m ⁴ .K ² .s	Capacité thermique J/m ² .K	Rés. Therm. bloc m ² k/W	Diffusivité m ² /s	Effusivité J/m ² .K.s ^{0,5}
50160.00	120000	2.50	2.87E-07	223.96
Amortissement en %	Retard			Vitesse de propagation de l'onde de chaleur cm/h
	secondes	h et mn		
3.42%	46427.0	12	h 53	2.33

Définitions:

- Admittivité: retard et amortissement de l'onde sinusoïdale de chaleur sont directement fonction de la racine carré de ce produit, et à résistance thermique égale, plus cette valeur est grande plus le retard est grand et l'amortissement est long.
- Capacité thermique : à l'égal d'un condensateur en électricité, c'est la quantité de chaleur stockée par un élément fini (ici 1m² de paroi).
- Diffusivité thermique : caractérise la vitesse de refroidissement d'un matériau: Plus la valeur est faible plus la surface se refroidit rapidement (le matériau diffusant moins).
- Effusivité thermique : Racine carré de l'admittivité, elle caractérise la réponse d'un milieu à une perturbation thermique non stationnaire, en simplifiant elle exprime la vitesse d'échauffement d'un matériau, plus cette valeur est grande plus la surface s'échauffe lentement.
- Retard : déphasage entre l'onde émise et l'effet ressenti de l'autre coté de la paroi
- Vitesse de propagation de l'onde de chaleur : il s'agit de la vitesse de propagation au travers de la paroi

Les tableaux ci-dessus rassemblent les éléments permettant d'apprécier le comportement thermique d'une paroi en Thermopierre, sur un cycle de 24 H. Ils donnent notamment, l'amortissement de l'onde sinusoïdale de chaleur au travers du matériau, ainsi que le déphasage résultant du délai de transfert de la chaleur à travers le matériau.

- **Les valeurs d'amortissement de l'onde de chaleur obtenues signifient qu'une faible quantité de chaleur entre dans l'espace intérieur : par exemple, pour un bloc en densité 400 et 25 cm d'épaisseur, seule 6 % de l'énergie pénètre. Pour un mur en 30 cm d'épaisseur cette valeur est de 3,42% .Ainsi, avec une amplitude journalière de température de 15 à 35°, la température intérieure varie de 24,5 à 25,5 °C. (voir plus loin essai réalisé dans des conditions extrêmes).**
- **On constate également que quelque soit l'amplitude des variations dynamiques de température jour/nuit un mur de 25cm permet d'obtenir un déphasage de près de 10h30. Ce déphasage atteint 12h53 avec un mur d'épaisseur 30 cm en Thermopierre.**

Ces deux propriétés sont particulièrement intéressantes en été, période de l'année où les parois extérieures des bâtiments subissent dans la journée de fortes hausses de température dues au rayonnement solaire, tandis que la nuit la température peut énormément chuter.

Cette différence de température, si elle se ressent directement dans le bâtiment peut être très désagréable.

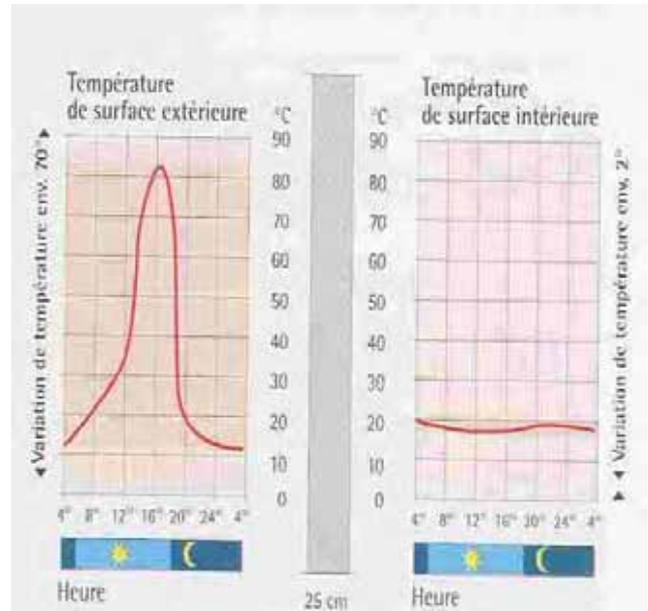
Un bon amortissement thermique ainsi qu'un bon déphasage vont permettre d'atténuer et de retarder les changements de température à l'intérieur du bâtiment.

Grâce au Thermopierre de 25 d'épaisseur, la paroi contribuera à diminuer la température dans l'habitation au plus chaud de la journée. Inversement, pendant la nuit, au moment où la température est la plus fraîche, l'habitation bénéficiera d'une petite partie de l'apport thermique de la journée (cf. graphique ci-après).

Cet excellent compromis entre l'isolation thermique et l'inertie, a été confirmé par un essai réalisé à l'Institut Fraunhofer pour la Physique Architecturale de Stuttgart.

Sur un mur en Thermopierre de 25 cm d'épaisseur, des températures superficielles ont été mesurées pendant une période de 24 heures. Pour atteindre des températures particulièrement élevées, un mur situé à l'ouest a été choisi. Il a de plus été peint noir afin d'augmenter sa capacité d'absorption de chaleur.

Les fluctuations extérieures de température relevées au cours de cet essai étaient de l'ordre de 70 °C. Ces fluctuations ont été réduites considérablement grâce au comportement de la paroi en Thermopierre, pour ne relever à l'intérieur qu'une augmentation de température de seulement 2°C. Les résultats de cet essai sont illustrés par le graphique ci-contre.



3. Confort hygrothermique

De part sa structure homogène et isolante dans la masse, le bloc de Thermopierre ne permet pas le

Facteur de résistance à la vapeur : $\mu = 10$ (sec) et 6 (humide)

Teneur en eau à l'équilibre à 50 % HR : 4% en poids.

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

Les blocs Thermopierre permettent, grâce à leur masse, de réduire notablement la transmission des bruits intérieurs et extérieurs à un bâtiment. Les différentes épaisseurs et densité permettent d'obtenir une grande variété de performances acoustiques. L'indice d'affaiblissement acoustique dans le cas des blocs considérés dans l'étude est de: $R_w = 48$ dB pour le mur en 25 cm d'épaisseur.

