

Comportement à long terme des matériaux isolants en PSE

2^{ème} partie de l'étude S-E-E.ch*
concernant la durabilité du PSE

Résultats des essais sur la stabilité des caractéristiques thermiques
et mécaniques du PSE par rapport au vieillissement

Table des matières

Résultats des essais sur la stabilité
des caractéristiques thermiques
et mécaniques du PSE
par rapport au vieillissement

Extrait de l'étude
"Stabilité au vieillissement du PSE avec justificatif
à long terme" menée par Carbotech AG, Bâle
avec le concours de S-E-E.ch, St-Gall
sur mandat de l'Association PSE Suisse, Küssnacht ©

* S-E-E.ch
Outil d'évaluation
novateur pour juger la durabilité
des systèmes en tenant compte
des facteurs politiques,
sociaux, économiques
et écologiques,
d'après Brundtland (1990)



Les mesures ont été effectuées
par l'EMPA de St-Gall

© Janvier 2004

L'essai de longue durée

En conclusion et comparativement, les anciens matériaux démontrent des valeurs de mesures pour le moins aussi bonnes que les nouveaux!

Jusqu'à ce jour, il n'existait aucun rapport concret, relatif au comportement dans le temps des caractéristiques thermiques et mécaniques des matériaux isolants en PSE. Un essai de longue durée devait combler cette lacune. Cet essai a été réalisé sur des matériaux en provenance d'anciennes constructions, permettant ainsi de garantir des résultats aussi proches de la réalité que possible. A cela, des matériaux nouveaux et anciens ont été vieilliss artificiellement et leurs propriétés mesurées subséquemment. Le comparatif des résultats avec les échantillons en provenance d'anciennes constructions permet d'affirmer que le vieillissement artificiel correspond à la réalité. Ceci permet de tirer des conclusions sur le vieillissement des échantillons vieilliss naturellement. Les recherches se sont basées sur des constructions dont l'isolation thermique en PSE avait 25 ans ou plus. Les échantillons étudiés étaient issus des applications suivantes:



Système	Age	Construction
Toiture plate	25 ans	Gravier, lés en PVC, PSE, dalle
Mur – isolation périphérique	35 ans	Enduit, treillis, PSE, mur
Mur – isolation intérieure	30 ans	Paroi en bois, PSE, lambrissage

Un m² de PSE a chaque fois été prélevé du mur ou de la dalle. Lors du prélèvement il a été déjà remarqué qu'aucun retrait n'avait eu lieu. Les joints étaient serrés et aucune distance, atteignant 1 mm au maximum n'a pu être mesurée.

Les essais ont été codifiés, excluant ainsi tout doute quant à leur provenance. Ils ont été remis à l'EMPA pour être testés selon les paramètres suivants:

- **Conductibilité thermique**
DIN 526 16 (1977) / ISO DIS 830
- **Résistance à la compression**
SIA 279.066 / EN 826
- **Résistance au poinçonnement**
EN 388 / ISO 12236
- **Résistance à la flexion**
EN 12089

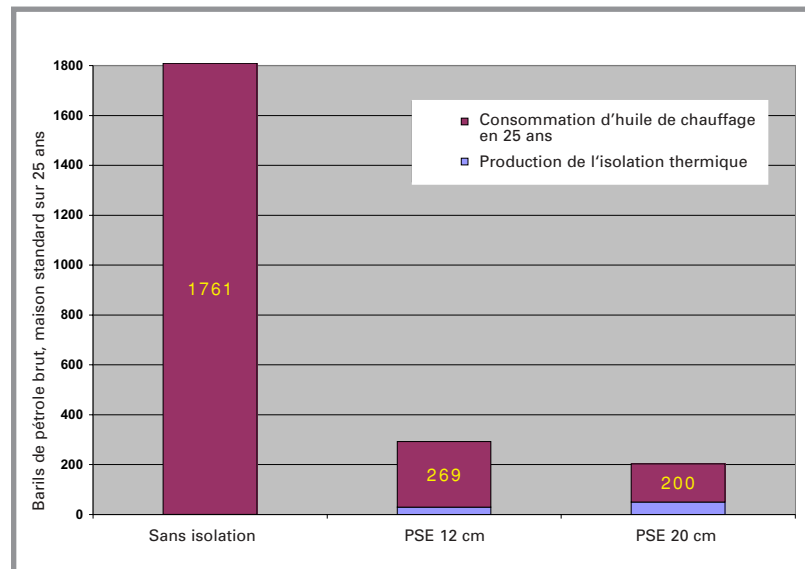
De surcroît, les nouveaux échantillons, ainsi que ceux provenant des sites de prélèvement ont été vieilliss artificiellement durant 14 jours à une température de 70° C. Ce vieillissement correspond à une tranche d'âge de 1 jusqu'à 10 ans max.

Des essais de conductivité thermique et de flexion ont ensuite été entrepris sur ces échantillons vieilliss artificiellement.

La longévité synonyme de retour sur investissement

La construction d'une maison est un investissement à long terme, dont le maintien de la valeur reste primordiale. De cela découlent deux aspects concernant les isolants thermiques:

- Conservation de la capacité thermique
- Conservation des caractéristiques techniques sur une période la plus longue possible



Conservation de la capacité thermique

La conservation de la performance thermique est le but premier d'un isolant. Ainsi que l'a démontré la dernière étude "Evaluation écologique des matériaux isolants en PSE", le profit tiré de l'isolation thermique est sensiblement plus élevé que le coût cumulé de la production et de l'élimination du matériau isolant. Cet aspect est aussi bien valable d'un point de vue écologique, qu'économique:

- Les répercussions écologiques provenant de la production et de l'élimination se situent bien en dessous de celles liées à l'usage des combustibles ainsi économisés.
- Il en est de même pour les coûts du matériau qui baissent, en comparaison des économies de combustibles.

Conservation des caractéristiques techniques

Une construction ne constitue pas simplement la somme des matériaux mis en œuvre, mais bien l'assemblage judicieux des différents matériaux débouchant sur un système global. Si un des éléments ne devait pas convenir, ceci aurait alors des conséquences sur tout le système.

Ainsi dans le cadre d'une isolation périphérique, l'emploi d'une isolation thermique nonstable, cassante ou se ramollissant n'apporte pas que des soucis, mais engendre également des coûts liés à la réparation. C'est pourquoi une stabilité de longue durée des caractéristiques techniques de l'isolation thermique est élémentaire.

La durée de vie d'un système est dépendante du composant présentant l'espérance de vie la plus faible. Pour les parties les plus exposées aux intempéries, la SIA donne une durée de vie globale de 25 ans en moyenne.

Le cadre de cette étude portant sur le comportement au vieillissement du matériau devait permettre de définir si l'usage du PSE limite la durée de vie d'un système, ou si le PSE dispose d'une espérance de vie supérieure à celles des autres composants, selon la SIA.

Vous pouvez utiliser, en toute bonne conscience, du PSE et l'oublier, car il isole au-delà de ses promesses.

La caractéristique principale d'une isolation thermique réside dans sa capacité de protection contre le froid et le chaud. De ce fait, elle peut aussi bien garantir le bien-être de l'habitant, et de même ménager son portefeuille et l'environnement, par des besoins énergétiques réduits.

Démontrée dans la première partie de l'étude, une constante de conductibilité thermique sur l'ensemble de la durée de vie du PSE est d'une importance capitale. La capacité d'isoler est une question de confiance, car qui se soucie encore de l'isolation thermique après la construction? **Cachée sous l'enduit ou par l'étanchéité, elle assume de façon discrète sa performance et cela sur une longue durée s'étalant bien au-delà de celle admise jusqu'à ce jour.**

En effet, la valeur thermo isolante n'est pas seulement constante, mais elle est 10 % meilleure par rapport à celle annoncée dans les documents techniques des fabricants. Une valeur de 0.039 W/(m K) est indiquée pour un panneau isolant d'une densité de 15 kg/m³ (ligne rouge sur le diagramme). Les échantillons ne présentant pas tous cette densité, les valeurs mesurées ont été normalisées sur la référence de 15 kg/m³. Tous, sans exception, ont présenté une conductibilité thermique plus basse, donc meilleure, comparée aux valeurs annoncées dans les documents.

Suite à cela, les nouveaux échantillons comme les anciens ont été soumis à un vieillissement artificiel supplémentaire. Bien que la tendance n'ait pas démontré de détérioration et malgré une certaine

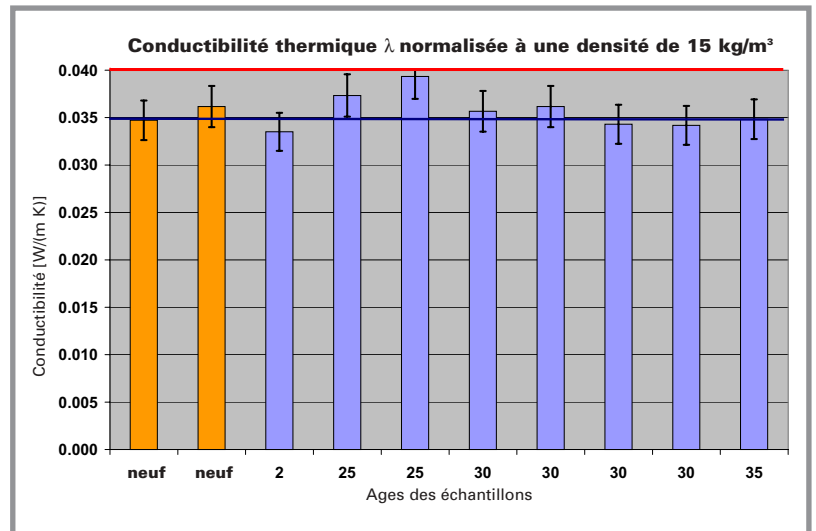


Illustration 1a: Conductibilité thermique des différents échantillons, rapportée à la densité. Échantillons neufs: rouge, curseur bleu: valeur moyenne, curseur rouge: donnée du fabricant, les curseurs noirs indiquent les incertitudes des mesures

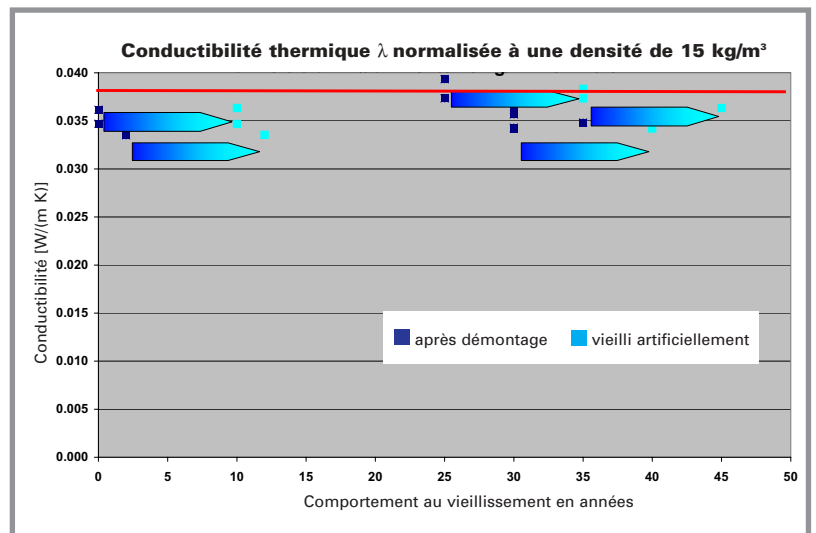


Illustration 1b: Malgré un vieillissement artificiel, les valeurs des échantillons restent constantes

incertitude concernant le vieillissement artificiel, il est possible d'affirmer que les isolations en PSE conservent leur capacité thermique sur une durée de plus de 40 ans.

Même après 35 ans, la résistance à la compression et la stabilité dimensionnelle sont totalement conservées.

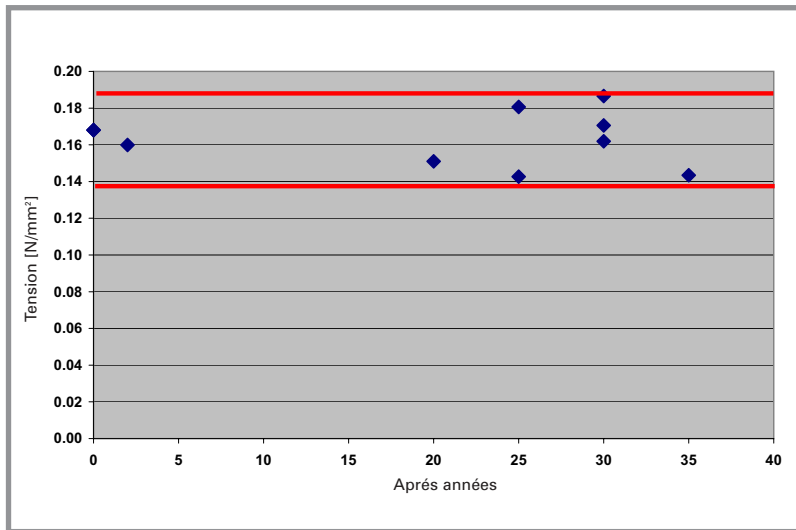


Illustration 2: Représentation de la résistance à la compression sous tension de compression avec 10% de déformation en fonction de l'âge, rapporté à une densité de 25 kg/m³. Les lignes rouges indiquent les incertitudes des mesures.

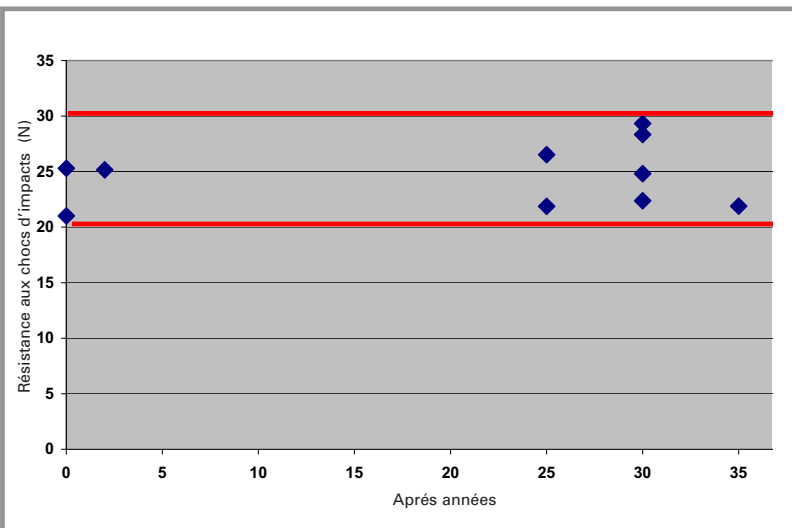


Illustration 3: Résistance aux chocs d'impacts en fonction de l'âge. Les lignes rouges définissent la plage d'incertitude des mesures.

La fabrication d'isolation thermique réside dans l'art d'emballer beaucoup d'air dans très peu de matière. Si sous pression un matériau isolant se comprime, ses dimensions se réduisant, il perdra une partie de ses performances thermiques. Dans un système d'isolation, le PSE a souvent une fonction portante. La résistance du PSE devient ainsi un critère majeur dans le cadre des constructions sous charge. Il est essentiel pour l'assurance du maintien des performances isolantes.

A ce sujet, vous pouvez compter sans restriction sur les matériaux isolants en PSE. En effet, les mesures de compression prouvent que même après 35 ans, le PSE conserve la même stabilité sous charge qu'au premier jour.

Autre critère important déterminant les performances des isolants en PSE, la stabilité dimensionnelle a été mesurée.

La mesure de la résistance aux chocs n'a démontré aucune différence entre les échantillons anciens et nouveaux.

Le PSE est un investissement rentable à long terme

D'une façon générale, les matériaux vieillissent. Dans les tests de rupture, le PSE n'a pas montré de modifications mesurables en ce qui concerne la résistance à la flexion. Ceci met en évidence que dans le cadre d'un système, les matériaux en PSE remplissent intégralement leurs capacités mécaniques, ceci même après 35 ans et qu'ils continueront à les remplir à long terme.

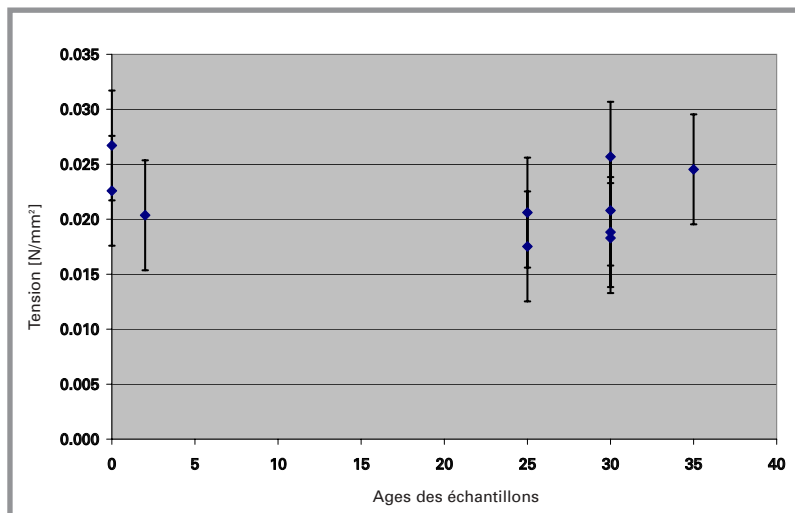
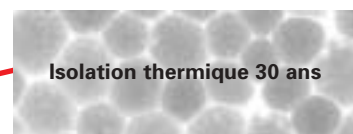


Illustration 4:
Représentation de la résistance à la flexion, normalisée sur une densité de 25 kg/m³, en fonction de l'âge. Les parenthèses en noir indiquent les incertitudes des mesures.



Les résultats à disposition génèrent la confiance. Après une utilisation de 35 ans, aucune altération liée à l'âge n'a pu être vérifiée. Même en procédant à un vieillissement artificiel supplémentaire de ces matériaux mis en œuvre depuis des dizaines d'années, aucune différenciation concernant les caractéristiques thermiques et mécaniques n'a pu être mesurée. Ces résultats, tout comme les réflexions fondamentales sur sa structure chimique, permettent

d'affirmer que le matériau PSE remplit largement sa fonction, ceci au-delà de ce qui a été admis jusqu'à ce jour.

Les matériaux en PSE peuvent être mis en œuvre et être oubliés. Si après 20 à 30 ans une enveloppe de bâtiment exige une rénovation, il est sans autre possible de la revêtir d'une seconde couche isolante, ce qui est d'un usage courant de nos jours. Un objet datant de 1972 fut alors isolé avec un PSE

de 30 mm. En 2001 un assainissement de la façade s'imposait. Comme l'isolation thermique en PSE de l'époque s'avérait parfaitement intacte et utilisable pour les 30 prochaines années, elle fut simplement revêtue d'une couche de PSE de 80 mm.

Pour remplir sans restriction ses fonctions durant 40 ans et plus, un ouvrage aura à répondre aux exigences de la physique des constructions. Il fera l'objet d'une mise en œuvre professionnelle et devra disposer d'un choix judicieux des composants du système.

**Il s'agit d'une authentique plus-value.
D'investissements égaux, découlent de vrais profits économiques et écologiques.**

La première partie de notre étude sur le comportement du PSE démontre que l'usage prolongé d'une isolation thermique en PSE prime sur la consommation d'énergie et de ressources naturelles nécessaires à sa production, son élimination ou son recyclage. Ceci aussi bien d'un point de vue écologique qu'économique.

Avec une couche isolante de 120 mm et durant toute sa vie, le besoin énergétique du produit est inférieur à 1/8 de l'énergie de chauffage nécessaire. Par le passé les estimations se basaient sur une durée de vie de 25 ans. Les résultats de la présente étude permettent de prolonger sans autre la durée d'utilisation à 40 – 50 ans. Sur cette base, le bilan de l'énergie grise représente moins de 1/17^{ème} de l'énergie de chauffage.

La possibilité, dans le cadre de rénovation d'une toiture plate, de recouvrir le PSE existant par une isolation thermique supplémentaire a, entre autres, l'avantage d'engendrer des économies d'énergie de chauffage. Plusieurs scénarios ont été calculés, afin de définir à quelle hauteur effective ces économies se situaient. L'illustration représente une toiture plate avec 80 mm d'isolation thermique en PSE, dont la superstructure a dû être rénovée après 25 ans. Durant ces 25 ans et dans le cadre de la maison standard, la consommation propre à la fabrication de l'isolation thermique et à la production de chaleur s'élevait à un peu plus de 400 barils de pétrole brut (voir 1^{ère} partie de l'étude de la durabilité).

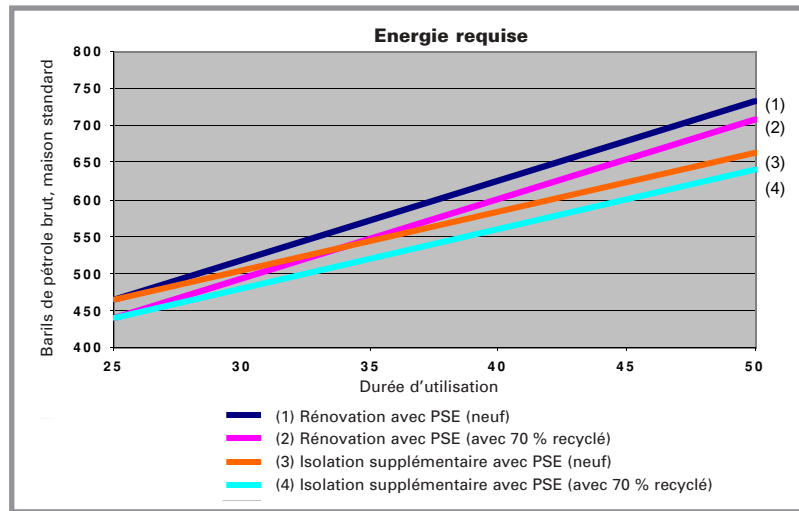


Illustration 5: Energie requise en années après la rénovation. Il a été tenu compte de l'énergie pour la fabrication de l'isolation thermique (1) et (2), de même que l'énergie de chauffage dans la phase d'utilisation pour (1) et (2).

Les scénarios suivants ont été étudiés:

1. Remplacement de l'isolation thermique existante par une isolation thermique en PSE de 120 mm.
2. Remplacement de l'isolation thermique existante par une isolation thermique en PSE de 120 mm avec une part de 70 % en PSE recyclé.
3. Ajout à l'isolation thermique existante d'une isolation thermique en PSE de 120 mm.
4. Ajout à l'isolation thermique existante d'une isolation thermique en PSE de 120 mm avec une part de 70 % de PSE recyclé.

Ainsi que représenté dans l'illustration 5, l'utilisation de matériau recyclé apporte une utilité. Celle-ci se confirme encore plus avec l'ajout d'isolation thermique.

De plus et dans le cadre de coûts de rénovation identiques, nous pouvons constater une économie de l'ordre de CHF. 5'000.-, due aux coûts de chauffage réduits.

Ressources énergétiques

Consommation des ressources énergétiques non renouvelables comme le pétrole, le gaz, le charbon ou l'uranium. Par opposition à l'énergie utilisable, qui ne considère que la quantité d'énergie employée, les ressources énergétiques englobent également tous les paliers nécessaires à la mise à disposition de l'énergie.

PSE

Abréviation du polystyrène expansé. Le polystyrène est une substance répandue dans le monde entier, constituée de carbone et d'hydrogène. Expansé au pentane, le PSE possède d'excellentes propriétés calorifuges. Il est utilisé avant tout dans l'isolation thermique et l'emballage.

Baril de pétrole (brut)

Un baril de pétrole a une capacité de 159 litres. Un litre de pétrole contient une énergie potentielle de 38 MJ.

Recyclage

Utilisation répétée de matériaux usagés ou de résidus, en guise de substitut aux matières premières. Le but idéal est d'obtenir des cycles fermés, la réalité étant la mise en concurrence des matières premières et des matériaux usagés sur les marchés.

Coefficient de conductivité thermique U (autrefois: valeur k)

Coefficient de transmission de chaleur dont l'unité est: $W/(m^2 \cdot K)$. Le coefficient U est une mesure importante de l'isolation thermique. Il exprime la quantité d'énergie thermique «perdue» par unité de temps et par écart de température (par exemple entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment) sur une surface de $1 m^2$. Plus le coefficient est bas, meilleure est l'isolation thermique de l'élément de l'ouvrage.