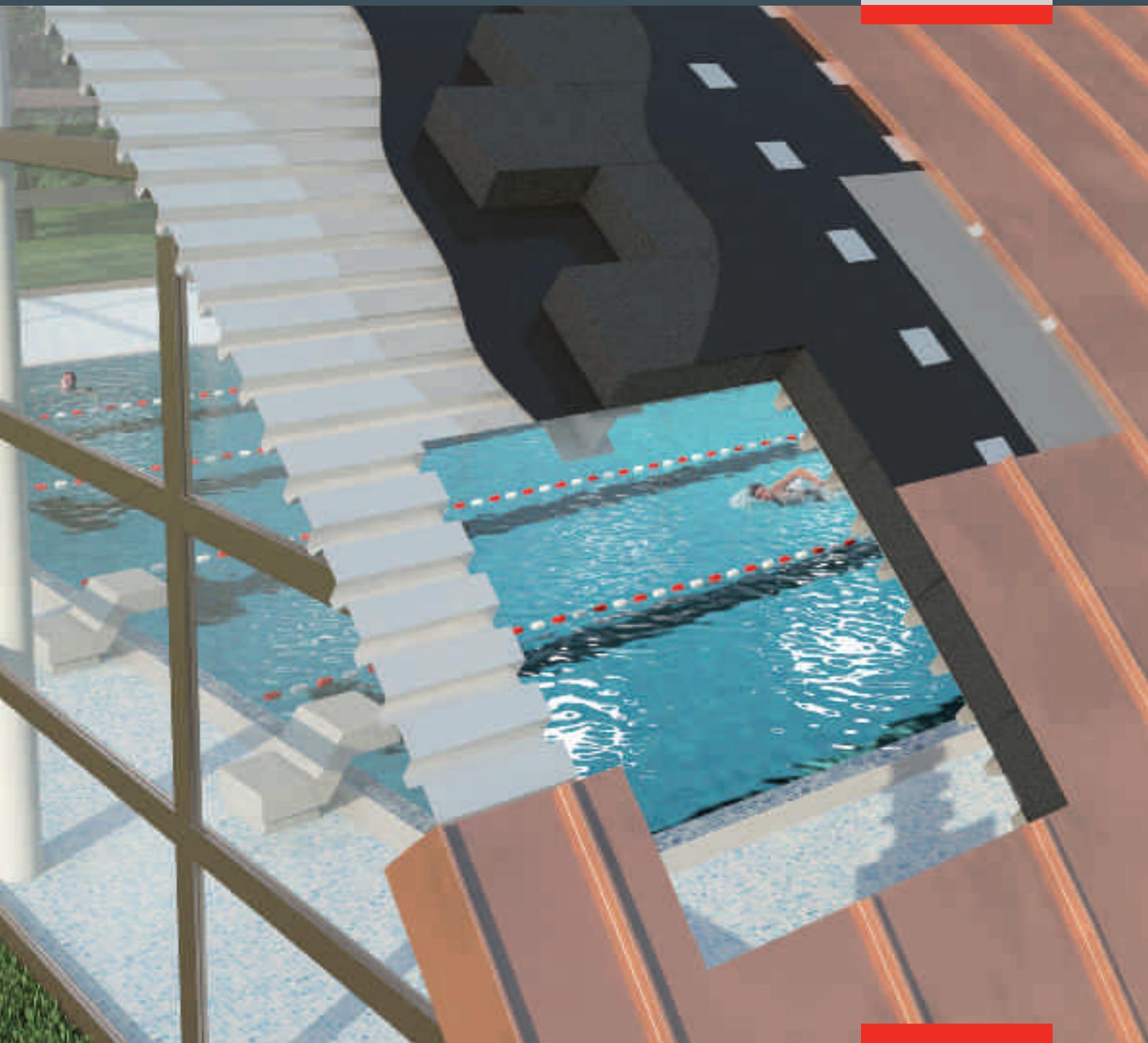


# Systemes d'isolation: Toitures metalliques et toitures speciales

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

**FOAMGLAS®**  
Building



**FOAMGLAS®**

## **Table des matières**

<b>Esthétique et longévité</b>	<b>4</b>
<b>Construction irréprochable</b>	<b>6</b>
<b>Systemes de toiture métallique</b>	<b>8</b>
<b>Systemes de toiture spéciale</b>	<b>22</b>
<b>Physique du bâtiment et technique</b>	<b>26</b>
<b>Protection préventive contre les incendies</b>	<b>32</b>
<b>Bilan écologique positif</b>	<b>35</b>



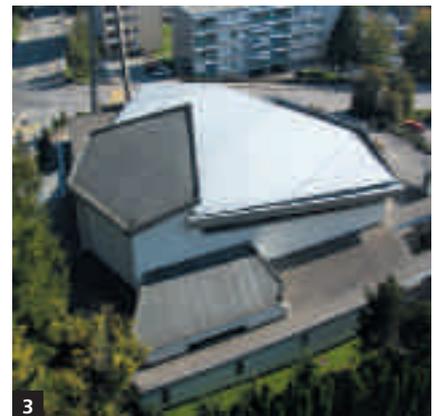
## Esthétique et longévité

Au cours des siècles passés déjà, le métal a été utilisé comme matériau de couverture pour des constructions techniquement et esthétiquement ambitieuses. Les grands bâtisseurs de l'époque avaient déjà découvert les avantages du métal. De nos jours encore, sa longévité et son adaptabilité, même dans des paysages de toitures complexes, restent appréciées des architectes et maîtres d'ouvrage. Cette tendance va même en s'accroissant. Combinées avec FOAMGLAS®, l'isolant thermique de sécurité en verre cellulaire hautement efficace, les toitures métalliques et spéciales font partie des toitures choisies de préférence, en raison d'aspects économiques également.

## Diversité de réalisation en toute rentabilité

Les couvertures métalliques ont indéniablement le vent en poupe. Loin de retrouver ce matériau uniquement dans les églises et dans les bâtiments publics ou commerciaux, on le voit utilisé de plus en plus souvent aussi dans des bâtiments d'habitation. Le métal permet en effet d'habiller même les formes les plus extravagantes de toitures. Et tant les architectes que les maîtres d'ouvrage se réjouissent non seulement du spectacle qui s'offre aux yeux, mais aussi

- 1 Bain thermal, Alveneu
- 2 Penthouse, Palace Hotel, Gstaad
- 3 Église Ste-Thérèse de Lisieux, Fribourg



du fait, qu'outre l'esthétique, les toitures métalliques répondent aux plus hautes exigences en matière de durée de vie et, partant, de rentabilité. Du fait que les toitures métalliques ne demandent quasiment pas d'entretien, quand elles sont réalisées selon les règles de l'art, elles sont donc, à long terme, d'un prix très avantageux.

### Système aux solutions écologiquement judicieuses

Ce matériau de construction «naturel» est également apprécié pour son bilan écologique positif. Avec cette matière première, écologie et économie ne font pratiquement qu'un, ce qui permet d'obtenir des constructions de grande qualité. L'exigence écologique des toitures métalliques se voit encore renforcée par le fait par exemple qu'une fois terminée l'utilisation du bâtiment, tant les matériaux d'habillage que l'isolation – quand celle-ci est en FOAMGLAS® – peuvent être recyclés. Alors que les métaux sont réutilisés, en circuit fermé, pour la production de «nouveaux matériaux», l'isolant en verre cellulaire peut être employé comme matériau de remblayage isolant par exemple.

### Un critère décisif: la longévité

En la matière, le métal s'illustre tout particulièrement et partout en Europe on trouve par exemple des couvertures en aluminium vieilles d'un siècle. Et depuis bientôt trois siècles, le toit de cuivre de la cathédrale de Hildesheim résiste sereinement. D'après ce que l'on sait aujourd'hui, le zinc titane et l'acier inoxydable présentent eux aussi une espérance de vie considérable, quand ils sont mis en œuvre dans les règles de l'art. Il n'est donc pas étonnant que tant les pouvoirs publics que les maîtres d'ouvrage particuliers misent de plus en plus sur la fonctionnalité, la sécurité et l'esthétique du métal.

### Aperçu des propriétés intrinsèques du matériau d'isolation FOAMGLAS®



- 1 **Étanche à l'eau** FOAMGLAS® est étanche à l'eau, du fait qu'il est entièrement composé de verre pur. **Avantage:** n'absorbe aucunement l'humidité et ne gonfle pas.
- 2 **Résistant aux nuisibles** FOAMGLAS® est imputrescible et résiste aux nuisibles, car il est inorganique. **Avantage:** isolation sans danger, surtout en zone enterrée. Pas de risque intempêtif de nidification, de couvées et de bactéries.
- 3 **Résistant à la compression** FOAMGLAS® de par sa structure cellulaire insensible à l'écrasement, offre une résistance exceptionnelle à la compression même en cas de contraintes durables. **Avantage:** utilisation sans risque pour des surfaces exposées aux charges.
- 4 **Incombustible** FOAMGLAS® est incombustible car il est composé de verre pur. Comportement au feu: classement EN (norme européenne) A1. **Avantage:** stockage et façonnage sans danger. Pas de propagation des flammes en cas d'incendie (effet de cheminée) dans la zone rétroventilée.
- 5 **Imperméable à la vapeur** FOAMGLAS® est étanche aux gaz, car il est composé de cellules de verre hermétiquement closes. **Avantage:** exclut la pénétration d'humidité et remplace le pare-vapeur. Valeur d'isolation thermique constante sur des décennies. Empêche la pénétration du radon.
- 6 **Indéformable** FOAMGLAS® est dimensionnellement stable car le verre ne rétrécit ni ne gonfle. **Avantage:** pas de cintrage ni de rétrécissement de la couche d'isolation. Faible coefficient de dilatation, comparable à celui de l'acier et du béton.
- 7 **Résistant aux acides** FOAMGLAS®, du fait qu'il se compose de verre, résiste aux solvants organiques et aux acides. **Avantage:** les agents agressifs et les atmosphères corrosives n'ont aucune prise sur l'isolant.
- 8 **Facile à travailler** FOAMGLAS® peut être facilement façonné, les parois des cellules de verre étant relativement minces. **Avantage:** le matériau peut être aisément découpé à la dimension requise à l'aide d'outils faciles d'emploi, tels que scie circulaire ou scie égoïne.
- 9 **Écologique** Exempt de substances ignifuges et de gaz propulseurs dommageables à l'environnement, ne contient pas d'éléments écotoxiques significatifs. **Avantage:** après avoir rempli sa tâche d'isolant durant des générations, FOAMGLAS® est réutilisable comme matériau de remblayage pour des travaux paysagers et de génie civil ou comme granulats d'isolation. Une forme de recyclage écologiquement cohérente par la réaffectation.



1

- 1 Cendres et Métaux, Bienne
- 2 École Mattenhof, Zurich
- 3 Université, Zurich
- 4 Centrum Bank, Vaduz

## Construction irréprochable

Pour être combinés avec les supports de couverture ou les isolants, il est essentiel de choisir des matériaux qui se conjuguent de manière idéale avec le métal et qui garantissent durablement un fonctionnement impeccable au niveau de l'ascendance thermique et de la physique du bâtiment.

L'isolant FOAMGLAS® convient excellemment à la construction et à l'isolation des toitures métalliques. Différents systèmes garantissent que la toiture monocouche non ventilée, associée avec des couvertures métalliques, compte parmi les variantes d'exécution sûres et techniquement supérieures.

Cela met un point final à cette fâcheuse discussion «pour ou contre les toitures chaudes».

### Le fondement sûr d'une toiture métallique non ventilée

FOAMGLAS® est nettement supérieur aux isolants classiques. Cet isolant de sécurité est constitué de verre cellulaire. Des millions de minuscules cellules de verre, remplies d'air, lui confèrent un pouvoir d'isolation thermique élevé. De par la structure même du matériau, le pare-vapeur est en fait déjà «incorporé».

### Le verre cellulaire est le isolant capable de faire office à la fois d'isolation thermique et de pare-vapeur.

De plus, la résistance élevée à la compression fournit un argument spécifique qui réside dans le fait que la fixation de la couverture métallique ne se fait pas dans la base portante, mais par collage dans la couche même d'isolation, et donc sans ponts thermiques.

### Systèmes de toiture spéciale

Tant les nouveaux bâtiments que les constructions à rénover présentent des structures de toiture que l'on peut qualifier de «systèmes de toiture spéciale». La plupart du temps, ces systèmes sont

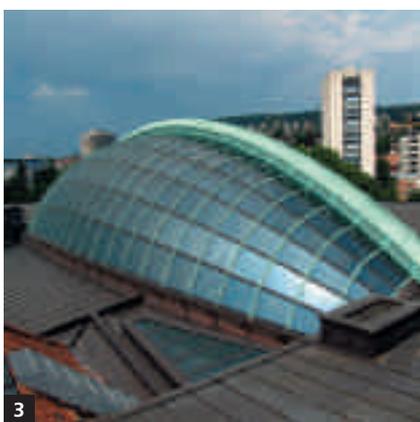
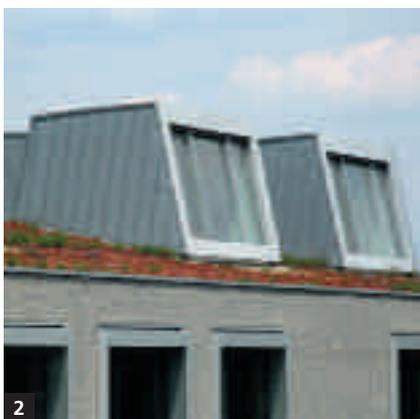
choisis pour des raisons architectoniques, pratiques ou acoustiques. Même s'il ne s'agit pas explicitement de toitures plates, les exigences en matière d'isolation sont comparables à celles d'une toiture plate.

Depuis des décennies déjà, le «principe de toiture compacte FOAMGLAS®» a fait ses preuves en raison de ses propriétés exceptionnelles. Les exemples de référence montrent que FOAMGLAS® peut être très avantageusement utilisé également pour les toitures spéciales, aux formes géométriques les plus diverses, avec des surfaces planes ou courbes

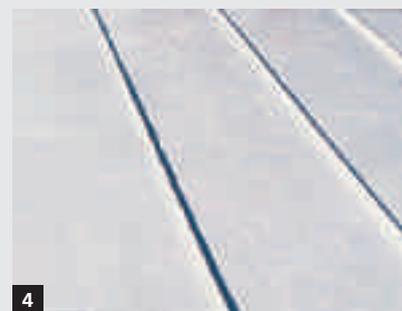
et/ou des matériaux de couverture spéciaux et des sous-constructeurs particulières.

## Caractéristiques de la toiture chaude avec FOAMGLAS®

- Longévité de la toiture grâce à la combinaison de matériaux résistants au vieillissement
- Protection thermique performante pour une hauteur de construction moindre
- Coefficient d'isolation constant durant toute la durée d'utilisation du bâtiment
- Construction facile pour les ouvriers
- Grande sûreté en matière de physique du bâtiment et risque d'endommagements faible
- Charge d'incendie minimale; pas de propagation du feu
- Économique et avantageux
- Pour toutes les tailles de toiture, indépendamment de l'inclinaison du toit
- Utilisable pour pratiquement tout type d'architecture de toiture



Pour l'exécution des toitures métalliques, le zinc titane, l'aluminium, le cuivre et l'acier inoxydable sont essentiellement utilisés. Ces matériaux sont mis en œuvre sur FOAMGLAS® selon les règles de l'art de la ferblanterie.



- 1 Cuivre
- 2 Zinc titane
- 3 Aluminium
- 4 Acier inoxydable



## Systèmes de toiture métallique

### Université de Zurich, Zurich

**Architecte** Calatrava Santiago Valls SA, Zurich

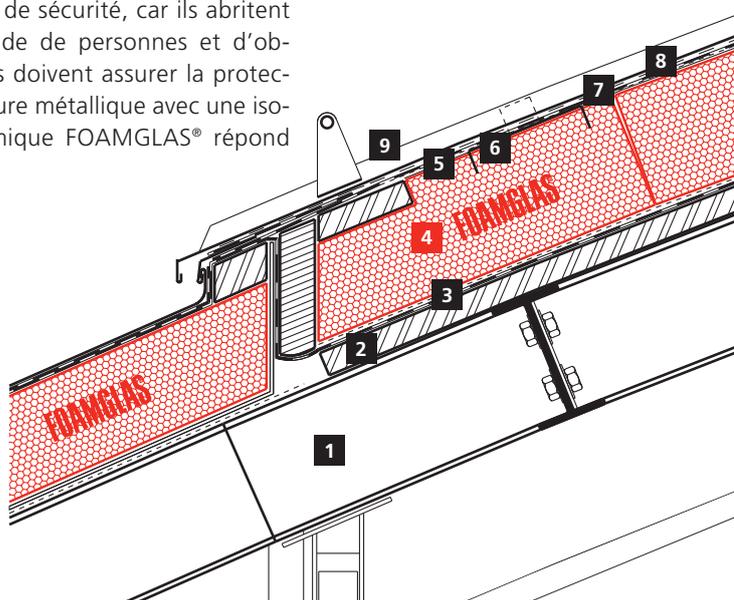
**Année de réalisation** 2002

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 1000 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 150 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique en cuivre prépatiné à joint debout

Lorsque les architectes recherchent de nouvelles formes d'expression esthétique, il leur faut des solutions innovantes. Il n'est pas étonnant non plus que des projets de construction tels que l'université de Zurich, qui sont au centre de l'intérêt public, suscitent des exigences particulières. En effet, ces bâtiments doivent répondre à des critères élevés de sécurité, car ils abritent une multitude de personnes et d'objets, dont ils doivent assurer la protection. La toiture métallique avec une isolation thermique FOAMGLAS® répond

à ces hautes exigences, tant du point de vue de l'esthétique que de la sécurité. FOAMGLAS® offre une grande sûreté en matière de physique du bâtiment; il est incombustible et ne propage pas le feu en cas d'incendie. Il constitue en outre une protection thermique performante et inaltérable, qui reste constante durant des décennies.



### Esthétique et sécurité conjuguées

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Poutrelle d'acier
- 2 Plaques en bois lamellé
- 3 Couche de séparation en lé bitumineux
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Glacis de bitume chaud
- 6 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 7 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 8 Couche de séparation, feutre acoustique
- 9 Couverture métallique en cuivre prépatiné





## Systèmes de toiture métallique

### Maison individuelle Moser, Lüscherz

**Architecte** Hans Nievergelt, arch. dipl. EPF SIA, Erlach

**Année de réalisation** 2001

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 125 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 150 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique VM Zinc+ à joint debout

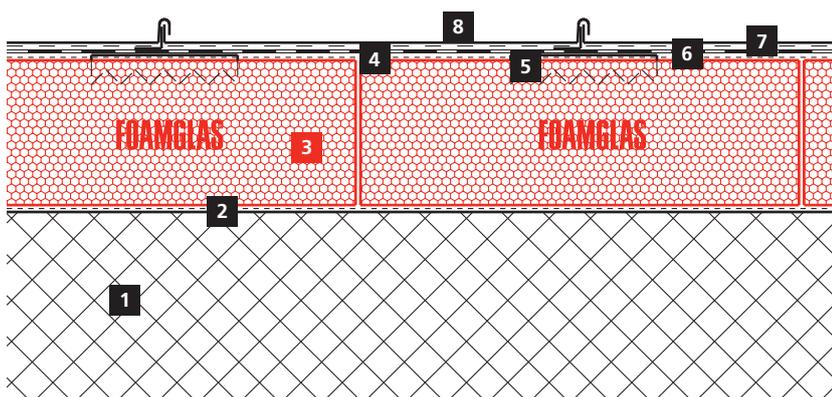
L'optimisation thermique des sous-constructions pour toitures en tôle permet de réaliser des économies d'énergie substantielles. La résistance et l'indéformabilité de l'isolant FOAMGLAS® permettent d'emprunter de nouvelles voies pour la construction de toitures. Le poids propre de la couverture métallique et les forces du vent sont transmis au support à travers la couche d'isolation par le biais des plaques à crampons

enfoncées. Par rapport aux sous-constructions traditionnelles, ce système diminue les pertes de chaleur et réduit la hauteur de construction à un minimum.

**Optimisation thermique de la toiture**  
[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique VM Zinc+





## Systèmes de toiture métallique

### Bain thermal Alvanu, Alvanu-Bad

**Architecte** Martin Stöhr, architecture et conception, Davos-Platz

**Année de réalisation** 2000

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 600 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 100 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique en cuivre à joint debout

L'exigence du maître d'ouvrage était de réaliser la piscine d'Alvanu comme une construction durable, parfaite du point de vue de la physique du bâtiment. Le but avoué était de choisir une construction qui constituerait une variante avantageuse, tant au niveau des coûts du bâtiment que des coûts d'exploitation. Une importance primordiale a été accordée à l'aspect de

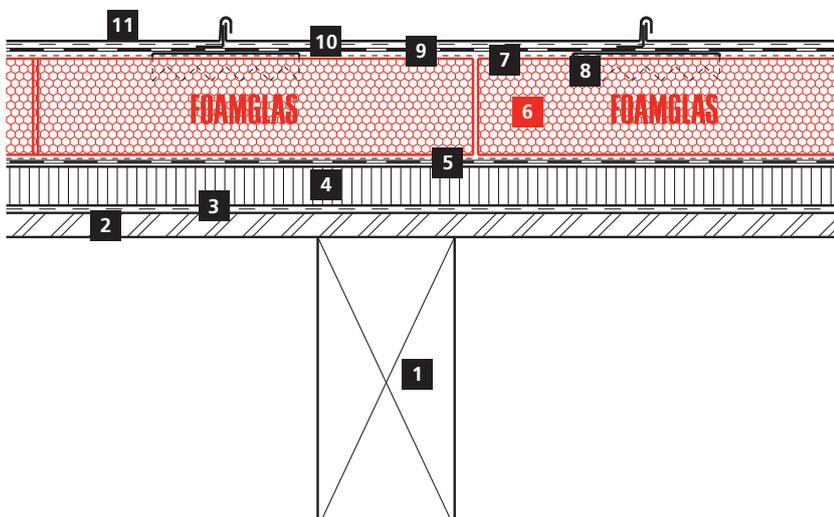
l'isolation thermique du fait que Bad Alvanu se situe à 1000 m d'altitude. Et ce qui est particulièrement important pour une piscine, c'est qu'aucun condensat ne peut se former dans le système de cellules de verre hermétiquement closes et que l'eau ne peut ni pénétrer, ni être emmagasinée. La pénétration de l'humidité est exclue.

**Construction durable, parfaite du point de vue de la physique du bâtiment**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Poutre lamellée-collée
- 2 Panneaux en bois lamellé
- 3 Couche de séparation, voile non tissé
- 4 Plaques de laine minérale
- 5 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 6 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 7 Glacis de bitume chaud
- 8 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 9 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 10 Couche de séparation, voile non tissé
- 11 Couverture métallique en cuivre





## Systèmes de toiture métallique

### Église de Ruggell, Ruggell

**Architecte** Cabinet d'architecture Bargetze + Partner, Vaduz, principauté du Liechtenstein

**Année de réalisation** 1999

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 200 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 140 mm, collé

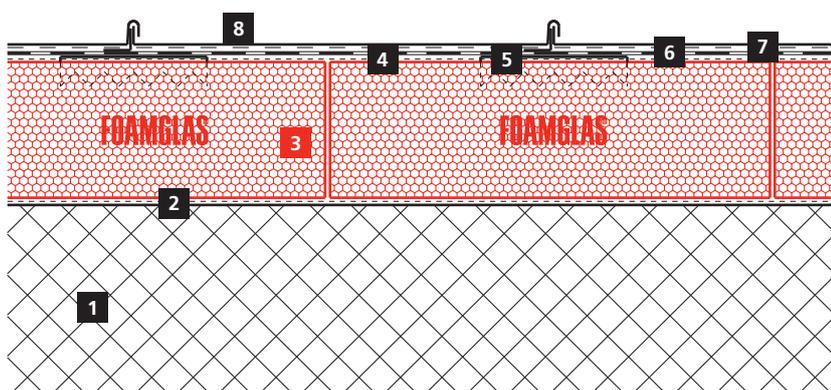
**Couverture** Couverture métallique en Uginox à joint debout

Quand, comme ici, une toiture plate métallique à faible inclinaison est requise pour des raisons esthétiques, les conditions nécessaires à un courant ascendant fonctionnel ne sont plus données, ce qui empêche la ventilation et la déshumidification de l'isolant. Que faire? Avec FOAMGLAS®, l'isolant en verre cellulaire étanche à la vapeur et à

l'eau, il est possible de réaliser de manière optimale des toitures non ventilées. FOAMGLAS® fait tout à la fois office de couche d'isolation, de frein-vapeur et de support de couverture portant pour la couverture métallique.

**Quand il n'y a pas d'humidité, il ne faut pas l'évacuer**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique en Uginox





## Systèmes de toiture métallique

### Extension du lotissement Zelgli, Winterthour

**Architecte** Beat Rothen, Winterthour

**Année de réalisation** 1999

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 770 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, collé

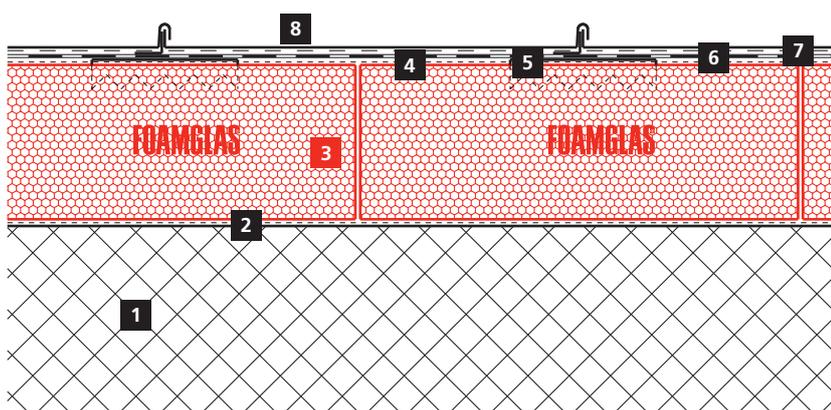
**Couverture** Couverture métallique en cuivre à joint debout

Des toits en appentis décalés entre eux et agrémentés de bandes vitrées permettent d'apporter un supplément de lumière à la profondeur de la pièce. Lorsque les hauteurs de bâtiment et de plafond sont imposées, il est donc important de réduire le plus possible la hauteur de pose de la sous-couverture, afin de pouvoir maximiser l'incidence de la lumière au niveau du faîte. Le système de toiture compact mono-

couche FOAMGLAS® avec couverture métallique n'a pas besoin de couches supplémentaires qui prennent de la place, telles que lattages, lames d'air et coffrages. La simplicité de la construction et la place gagnée de la sorte rendent ce système extrêmement rentable.

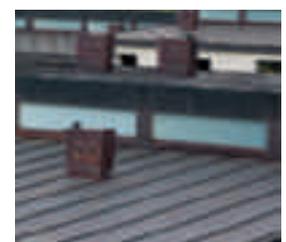
**Rentabilité et sécurité:**  
**la formule du succès**  
**de FOAMGLAS®**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique en cuivre





## Systèmes de toiture métallique

### Forum Roche Buonas, Buonas

**Architecte** Scheitlin Syfrig + Partner Architekten AG, Lucerne

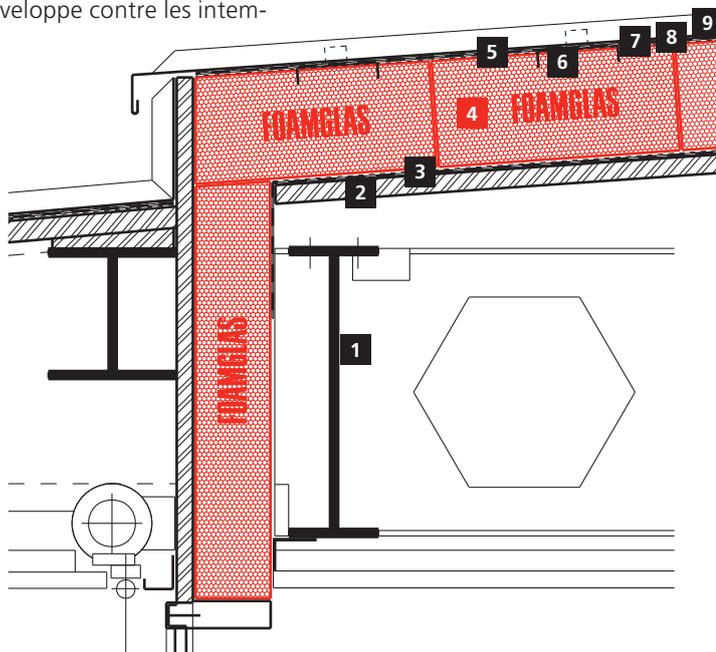
**Année de réalisation** 2002

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 1400 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 200 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique en cuivre à joint debout

Tout comme pour l'architecture et le concept de couleurs, des normes qualitatives très élevées ont été appliquées aux matériaux utilisés. Sur la façade, le travertin jaune pâle domine comme matériau visible, tandis que l'isolant de sécurité FOAMGLAS® déploie ses effets de manière invisible. L'entretien du toit se réduit à un minimum et la couverture métallique (enveloppe contre les intem-

péries) pourrait au besoin être remplacée, sans porter préjudice à l'isolation thermique et à la sous-construction. Au Forum Roche Buonas, FOAMGLAS® garantit une isolation thermique efficace à la fois de la toiture plate avec couverture métallique et de la partie végétalisée, tout en assurant le maintien de la valeur de la substance bâtie.



**Qualité suprême et maintien de la valeur de la substance bâtie**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Poutrelle d'acier
- 2 Panneaux en bois lamellé
- 3 Couche de séparation en lé bitumineux revêtue d'un voile non tissé
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Glacis de bitume chaud
- 6 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 7 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 8 Couche de séparation, feutre acoustique
- 9 Couverture métallique en cuivre





## Systèmes de toiture métallique

### Bâtiment de commande de la centrale électrique, Dallenwil

**Architecte** Hans Eichenberger AG, cabinet d'ingénieur, Zurich

**Année de réalisation** 1999

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 240 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 100 mm, collé

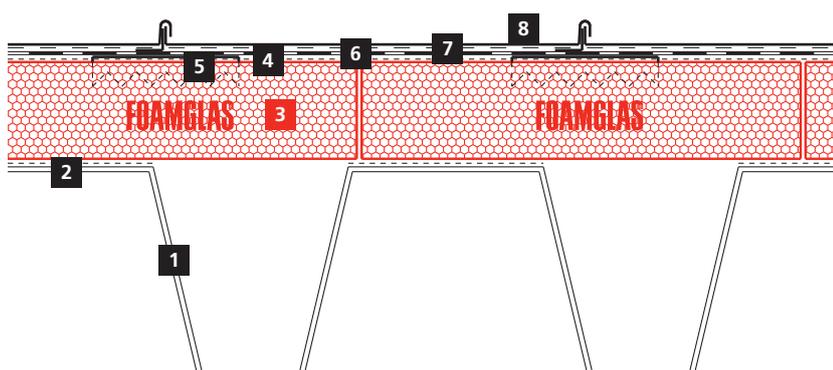
**Couverture** Couverture métallique VM Zinc à joint debout

Les toitures métalliques à pente faible ou finissant en pente zéro posent des exigences élevées à l'isolation thermique sous-jacente. Il faut s'attendre à des infiltrations d'eau et seule une étanchéité supplémentaire ou un isolant insensible à l'humidité et étanche à l'eau peut empêcher que l'eau ne pénètre. FOAMGLAS®, de par ses caractéristiques particulières de matériau, offre

des conditions idéales pour une telle construction de toiture. L'eau pénétrant par les joints s'évacue sur l'étanchéité, ce qui assure à long terme une protection thermique et hydrofuge.

**Protection thermique et hydrofuge assurée à long terme**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



#### Construction

- 1 Tôle profilée
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique VM Zinc





## Systèmes de toiture métallique

### Penthouse, Palace Hotel, Gstaad

**Architecte** Jaggi & Partner AG, architecture et planification, Gstaad

**Année de réalisation** 2000

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 250 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 120 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique VM Zinc+ à joint debout

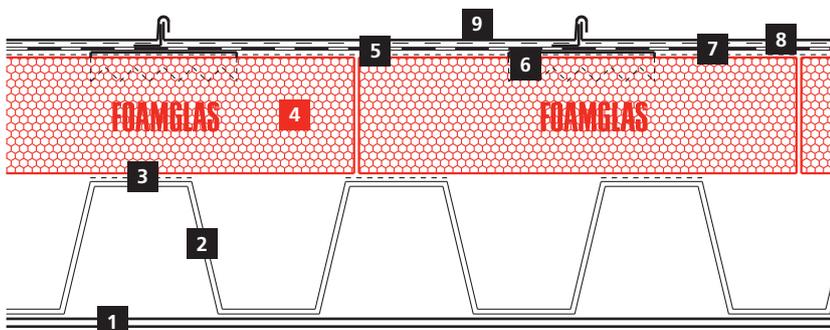
Le toit en appentis, légèrement incliné sur quatre côtés, associe une sous-construction en acier avec une couverture bac acier profilé, l'isolant de sécurité FOAMGLAS® collé par dessus et une couverture en tôle zinc titane couvrant le tout. Cette construction d'un nouveau type pour la région et le choix des matériaux s'avèrent être une solution élégante dont les avantages évi-

dents allient esthétique, écologie et rentabilité. Ici, dans les montagnes, un autre avantage du système se révèle: la toiture est capable de résister même à la plus forte succion due au vent. Et ce, sans fixations mécaniques supplémentaires. Il n'y a guère d'autres matériaux qui le permettraient.

**Un choix de matériaux esthétique, écologique et financièrement judicieux**  
[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Construction en poutrelles d'acier
- 2 Tôle profilée
- 3 Enduit d'apprêt bitumineux
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Glacis de bitume chaud
- 6 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 7 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 8 Couche de séparation, voile non tissé
- 9 Couverture métallique VM Zinc+





## Systèmes de toiture métallique

### Halle polyvalente, Dornbirn (Autriche)

**Architecte** ARGE, Leopold Kaufmann, ing. dipl.; Oskar Leo Kaufmann, ing. dipl.; Johannes Kaufmann maître d'œuvre

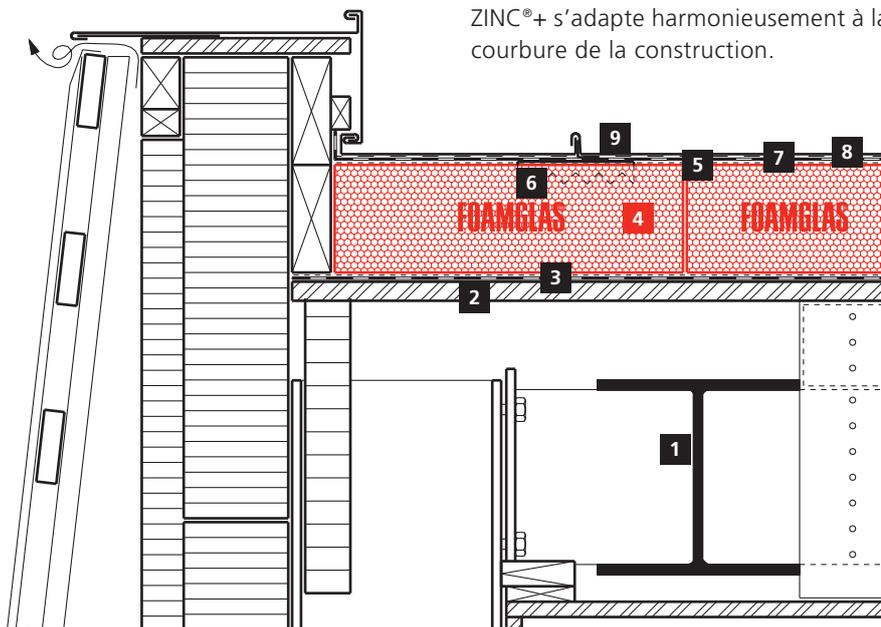
**Année de réalisation** 1998

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 5000 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 140 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique VM Zinc Quartz+ à joint debout

Pour les architectes, une couverture métallique s'imposa d'emblée, vu la forme particulière de la halle. Le choix se porta sans ambiguïté sur VM ZINC® QUARTZ+. Pour des raisons de physique du bâtiment, la toiture compacte FOAMGLAS® s'avéra être la solution

idéale pour la surface de toiture de 80 m de long, eu égard à l'enneigement sporadique prévisible. La couche isolante d'une épaisseur de 140 mm constitue un pare-vapeur efficace. La toiture ne présente pas de lames d'air ou d'interstices incontrôlés. La couverture VM ZINC®+ s'adapte harmonieusement à la courbure de la construction.



### Sécurité à long terme pour une structure de toiture novatrice

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Poutrelle d'acier
- 2 Panneaux en bois
- 3 Couche de séparation en lé bitumineux, fixée avec des clous pour résister aux tempêtes
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Glacis de bitume chaud
- 6 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 7 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 8 Couche de séparation, voile non tissé
- 9 Couverture métallique VM Zinc Quartz+





## Systèmes de toiture métallique

### Musée Tinguely/Niki de Saint Phalle, Fribourg

**Architecte** Michel Waeber, architecte (projet)

Jean-Claude Sauterel, Fribourg (direction des travaux)

**Année de réalisation** 1998

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 500 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 100 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique VM Zinc Quartz+ à joint debout

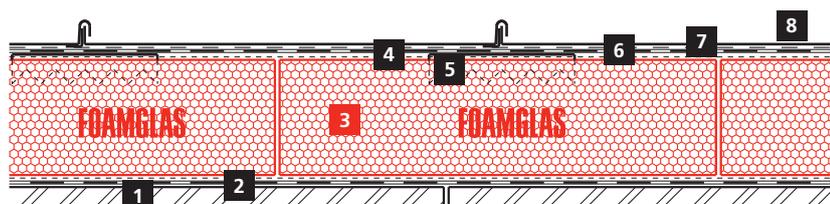
Une gare de plus d'un siècle, à l'histoire mouvementée (ayant même servi un temps de garage automobile) est transformée en musée. FOAMGLAS® a permis de contribuer à la sauvegarde et à la valorisation de la substance bâtie. Les musées doivent servir à protéger: c'est pourquoi des critères particulièrement élevés sont appliqués en matière de qualité de construction. Cela est égale-

ment valable pour l'isolant. Une grande importance doit également être accordée à la protection-incendie préventive. FOAMGLAS® répond à toutes ces exigences. Il est incombustible (indice d'incendie 6.3) et ni ne rougeoie, ni n'émet de fumées.

**FOAMGLAS® remplit les hautes exigences en matière de qualité, de longévité et de protection-incendie**  
[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Panneaux en bois
- 2 Couche de séparation en lé bitumineux, fixée avec des clous pour résister aux tempêtes
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique VM Zinc Quartz+





## Systèmes de toiture métallique

### Station de montagne Glacier 3000, Les Diablerets

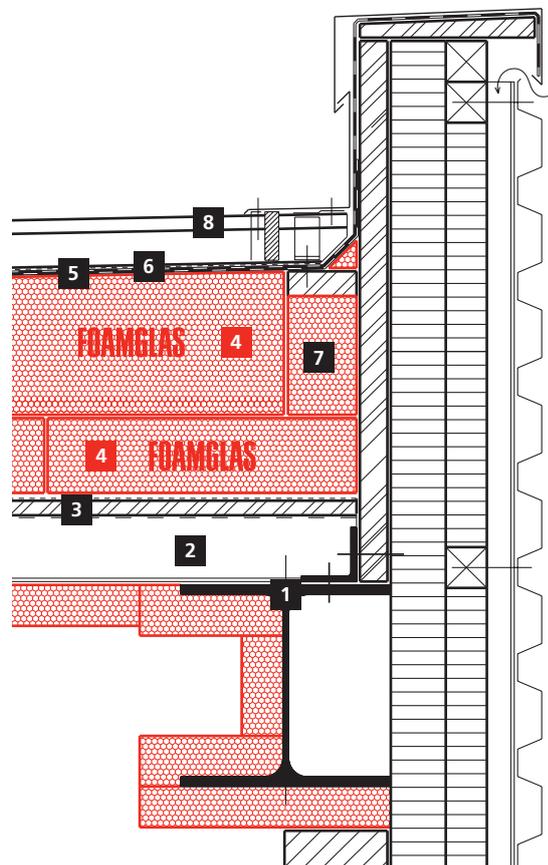
**Architecte** Mario Botta, Lugano

**Année de réalisation** 2001

**Application** FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 400 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® TAPERED T4+ (toiture plate avec pente intégrée), bicouche, épaisseur moyenne 320 mm, collé, élément de fixation 571 COMPOSIT avec garniture en bois

**Couverture** Couverture métallique en aluminium, système KAL-ZIP

Sécurité du sol au toit. Afin de répondre aux exigences élevées, la toiture, les sols, les murs intérieurs et extérieurs sont isolés avec FOAMGLAS® et disposent en même temps d'une sécurité anti-incendie. L'isolant de sécurité enrobe également complètement toute la structure porteuse en acier. La couche supérieure de l'isolation de la toiture a été réalisée avec le système FOAMGLAS® Tapered Roof. À cet effet, les éléments en verre cellulaire sont préfabriqués avec la pente souhaitée, puis posés, ce qui permet une évacuation de l'eau parfaite et d'une géniale simplicité.



**Bonne isolation thermique et sécurité anti-incendie**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Poutrelle d'acier
- 2 Tôle profilée
- 3 Panneau Duripanel
- 4 FOAMGLAS® TAPERED ROOF T4+ (toit plat avec pente intégrée), posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Couche de séparation, voile non tissé
- 7 Élément de fixation COMPOSIT
- 8 Couverture métallique en aluminium





## Systèmes de toiture métallique

### Piscine couverte de Sion, Sion

**Planification** Roland Dournow, Meyrin

**Année de réalisation** 2003

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 2300 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, Bicouche, épaisseur 230 mm, collé

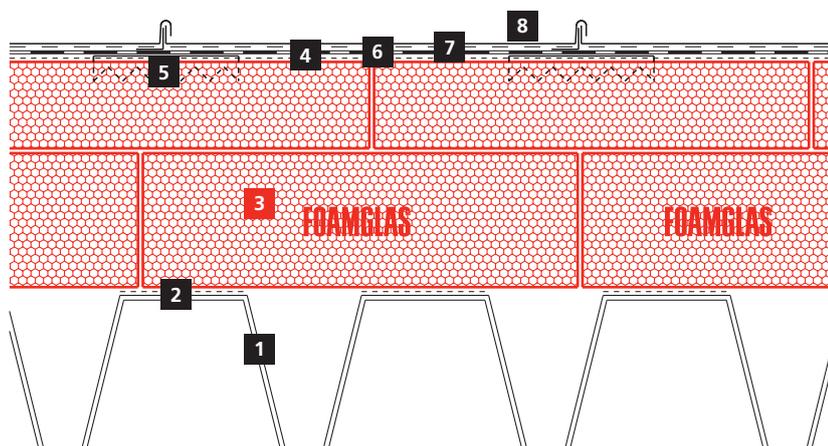
**Couverture** Couverture métallique en cuivre à joints debouts

S'agissant d'une piscine, les exigences en matière de physique du bâtiment en ce qui concerne l'enveloppe du bâtiment sont complexes. Avec des isolants classiques, l'apparition de condensat dans la construction ne peut être évitée qu'au moyen d'un espace rétroventilé. Rien de tel avec FOAMGLAS®. De par sa structure avec des millions de cellules

hermétiquement closes, FOAMGLAS® est entièrement étanche à la vapeur et fait office de pare-vapeur. Ceci permet de renoncer à la rétroventilation et aux feuilles endommageables. Le risque de pénétration de l'humidité sous toutes ses formes est écarté.

**Exigences complexes en matière de physique du bâtiment remplies**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



#### Construction

- 1 Tôle profilée
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique en cuivre





## Systèmes de toiture métallique

### Maison individuelle, Winterthour

**Architecte** Beat Rothen, architecte dipl. EPF SIA FAS, Winterthour

**Année de réalisation** 2001

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 100 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, collé

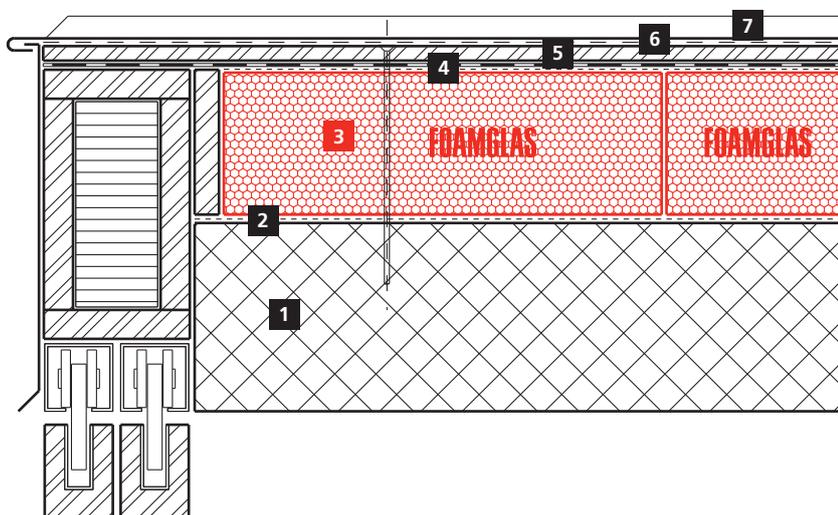
**Couverture** Couverture métallique, Rheinzink

Les corps de bâtiment apurés et minimalistes exigent également des solutions constructives simples. FOAMGLAS®, de par ses caractéristiques particulières de matériau, offre à cet effet des conditions idéales: l'isolant de sécurité en verre cellulaire n'absorbe pas d'eau, est absolument étanche à la vapeur, imputrescible, résistant à la température ainsi qu'à la compression, et indéformable.

Toutes les couches sont étroitement reliées entre elles par une masse adhésive à chaud. Toute présence d'eau dans les couches est donc impossible et le système exclut tout noyage de la couche d'isolation. La construction est, par conséquent, sûre et d'un entretien facile.

**Protection globale optimale contre toutes les influences nuisibles**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 5 Revêtement en bois
- 6 Couche de séparation, voile non tissé
- 7 Couverture métallique, Rheinzink





## Systèmes de toiture métallique

### École Mattenhof, Zurich

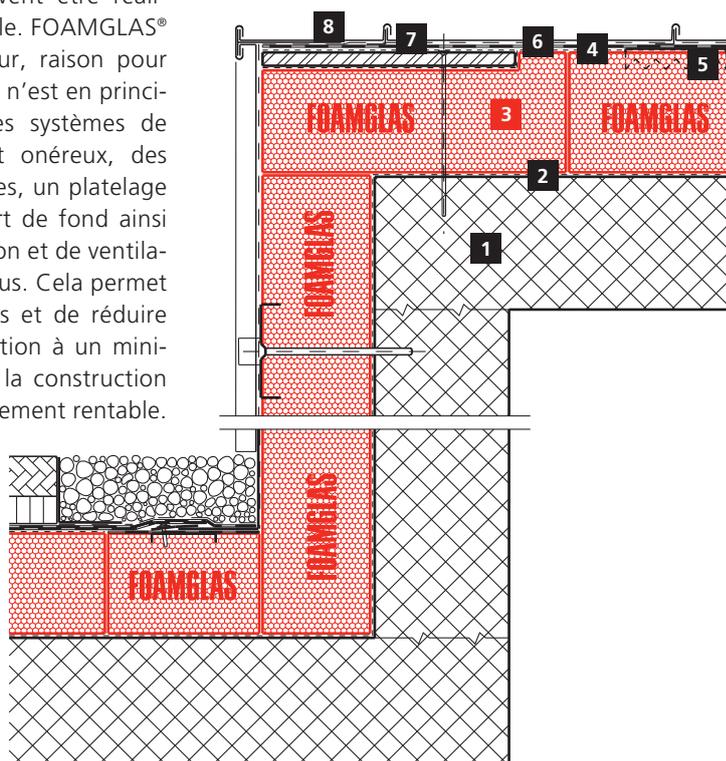
**Architecte** B.E.R.G. architectes, Zurich

**Année de réalisation** 2003

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 550 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, bicouche, épaisseur 200 mm, collé

**Couverture** Couverture métallique en acier chromé à joint debout

Avec le système FOAMGLAS®, les superstructures à couverture métallique, telles qu'éclairages zénithaux, puits d'ascenseur, etc., peuvent être réalisées de façon très simple. FOAMGLAS® est étanche à la vapeur, raison pour laquelle une ventilation n'est en principe pas nécessaire. Des systèmes de fixation compliqués et onéreux, des lattages supplémentaires, un platelage en bois comme support de fond ainsi que des fentes d'aération et de ventilation deviennent superflus. Cela permet d'économiser des coûts et de réduire l'épaisseur de construction à un minimum. La simplicité de la construction rend ce système extrêmement rentable.



### Rentabilité et solution constructive simple

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Glacis de bitume chaud
- 5 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 6 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Couverture métallique en acier chromé





## Systèmes de toiture spéciale

### Centrum Bank, Vaduz, principauté du Liechtenstein

**Architecte** Pr Hollein, Wien/Bargetze + Partner, Vaduz, principauté du Liechtenstein

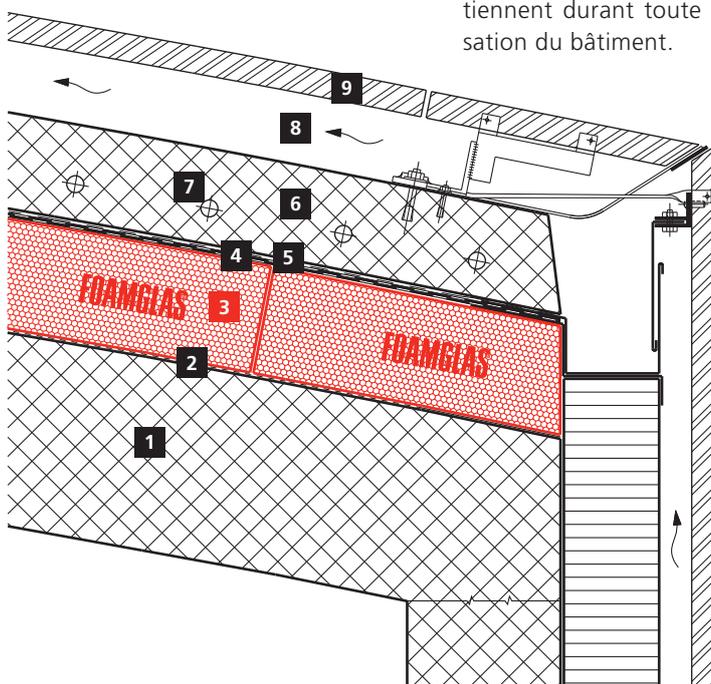
**Année de réalisation** 2002

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 500 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, collé

**Couverture** Plaques de granit d'Andeer

Les banques accordent une grande importance à des toitures de valeur stable et d'une longévité élevée. À cet effet, la pierre naturelle est un matériau de revêtement optimal. Mais un habillage de grande qualité ne suffit pas pour garantir à toute la construction une espérance de vie élevée. Les

couches sous-jacentes et notamment l'isolant doivent répondre à ce critère. FOAMGLAS®, de par ses qualités particulières, résiste extrêmement bien à toutes les influences nuisibles telles que l'infiltration d'eau par les joints. Par conséquent, la qualité et la valeur de tout le système de toiture se maintiennent durant toute la durée d'utilisation du bâtiment.



**Maintien de la valeur et durée de vie élevée grâce à des produits de qualité**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation, voile non tissé
- 6 Béton de protection/ciment Trass, scellé
- 7 Récupération de la chaleur
- 8 Rétroventilation
- 9 Plaques de granit d'Andeer





## Systèmes de toiture spéciale

### Centro Sportivo, Tenero

**Architecte** Studio Mario Botta, Lugano

**Année de réalisation** 1999

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 1800 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 120 mm, collé

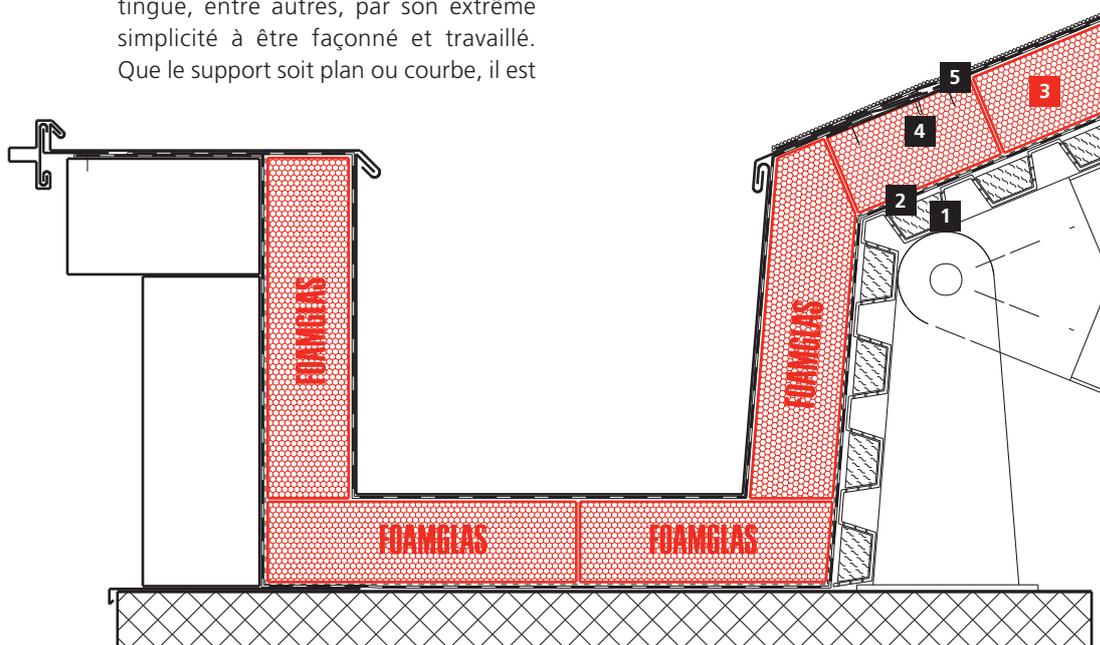
**Couverture** Toiture nue, deux couches de lés d'étanchéité pour toiture à base de bitume polymère 1<sup>e</sup> couche fixée mécaniquement, 2<sup>e</sup> couche de lé de toiture ardoisé.

Les toitures courbes sont des constructions complexes et exigeantes qui ne présentent guère de surfaces planes. Voilà pourquoi l'on a choisi FOAMGLAS® pour l'isolation thermique, car il s'agit en l'occurrence d'un matériau qui se distingue, entre autres, par son extrême simplicité à être façonné et travaillé. Que le support soit plan ou courbe, il est

possible de poser l'isolant FOAMGLAS® avec une adhérence optimale sur le support. La surface est ajustée en ponçant pour obtenir la forme souhaitée. Avec FOAMGLAS®, la liberté de conception ne connaît pas de limites.

**Liberté de conception grâce à un façonnage simple**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



#### Construction

- 1 Tôle profilée acoustique
- 2 Lé bitumineux autocollant
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 GS Promet
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse





## Systèmes de toiture spéciale

Maison des arts Graz («Bubble», «Bulle bleue»), Graz (Autriche)

**Architecte** Peter Cook + Colin Fournier, Londres

**Année de réalisation** 2002/2003

**Application FOAMGLAS®** Isolation des murs extérieurs, forme de toiture particulière, env. 3670 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, collée, en partie avec sécurité mécanique

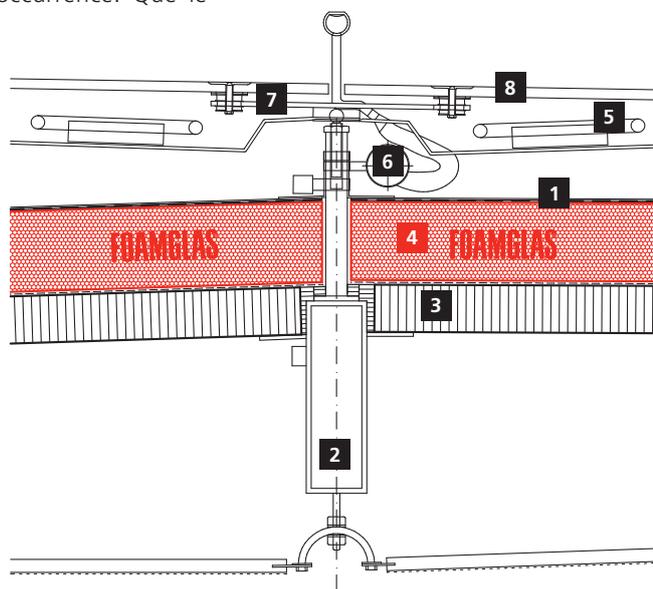
**Habillage** Plaques de plexiglas coloré, fixations par point des différents éléments d'habillage

Les enveloppes de bâtiment organiques et biomorphiques sont des constructions complexes et exigeantes, où l'on ne trouve guère de surfaces planes. Voilà pourquoi l'on a choisi pour l'isolation thermique un matériau qui se distingue entre autres par l'extrême simplicité à être façonné et travaillé: FOAMGLAS®, en l'occurrence. Que le

support soit plan ou courbe, il est possible de poser l'isolant FOAMGLAS® avec une adhérence optimale sur le support. La surface est ajustée en ponçant pour obtenir la forme souhaitée. Avec FOAMGLAS®, la liberté de conception ne connaît pas de limites.

**Liberté de conception grâce à un façonnage simple**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



### Construction

- 1 Étanchéité en matière plastique
- 2 Poutrelles porteuses en acier
- 3 Panneau porteur
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Éclairage BIX
- 6 Buses sprinklers
- 7 Fixation de l'habillage
- 8 Habillage en verre acrylique





## Systèmes de toiture spéciale

### Jardin d'enfants, Bienne

**Architecte** Leimer + Tschanz, architectes ETS, Bienne

**Année de réalisation** 1998

**Application** FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 180 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, épaisseur 40 mm, collé

**Couverture** Couverture en Welleternit

S'agissant de l'enveloppe du bâtiment et de l'isolation thermique, il ne faut en aucun cas agir à courte vue, notamment en ce qui concerne les éléments de construction qui ne sont plus accessibles. Il y a en effet trop de bâtiments qui deviennent très vite des candidats à de coûteuses rénovations. On est toujours plus intelligent après, c'est bien connu... Comme dans le cas présent: après deux tentatives infructueuses de rénovation, on se décida enfin à miser

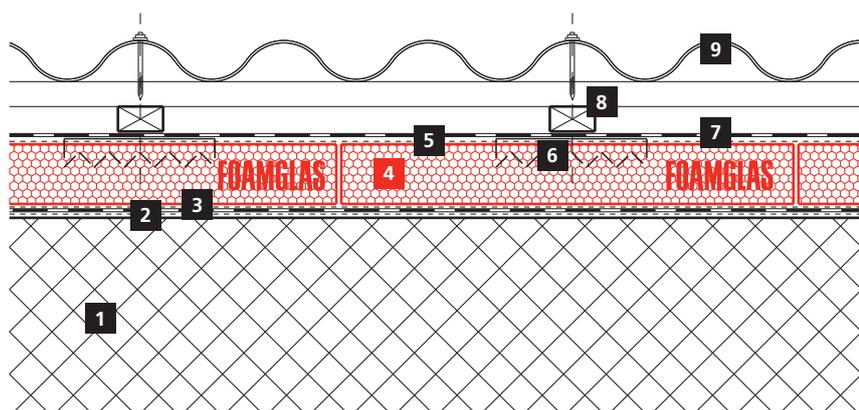
sur la qualité – c'est-à-dire sur une isolation en verre cellulaire. L'isolant de sécurité FOAMGLAS®, insensible à l'humidité, résistant au pourrissement ainsi qu'au fluage, permet maintenant de maintenir pleinement la protection thermique et contre l'humidité pendant toute la durée de vie du bâtiment. Cela permet également d'éviter de nouveaux dégâts causés au bâtiment.

**Qui fait preuve de prévoyance évite les désagréments...**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

#### Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Glacis de bitume chaud
- 6 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 7 Étanchéité monocouche bitumineuse
- 8 Lattage en bois
- 9 Couverture en Eternit ondulé





## Physique du bâtiment et technique

Autrefois, on pensait pouvoir régler le problème de l'eau de condensation dans les toitures métalliques uniquement en décollant pour ainsi dire la couverture métallique de la construction porteuse et isolante. Avec FOAMGLAS®, ces problèmes peuvent être éliminés de façon sûre et durable.

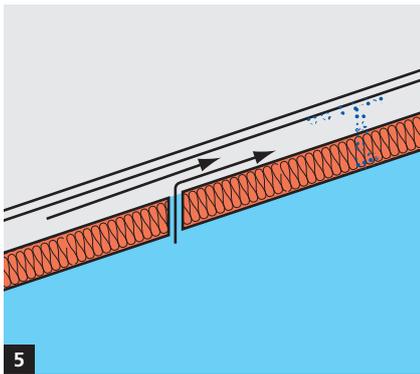
**En principe, une construction est exempte de condensation lorsque:**

- le coefficient d'isolation thermique des couches d'éléments de construction augmente de l'intérieur vers l'extérieur, c'est-à-dire que la valeur lambda décroît
- la résistance à la diffusion de vapeur d'eau des éléments superposés diminue de l'intérieur vers l'extérieur, c'est-à-dire que la valeur SD décroît.

Il ressort à première vue de l'observation d'une construction à couverture métal-

- 1 Immeuble d'habitation à St-Gall, couverture métallique Uginox FTE à joint debout.
- 2 Des quantités considérables de condensat en sous-face de la couverture métallique tombent sous forme de gouttes sur la couche sous-jacente et la toiture se voit soumise en permanence à la sollicitation par l'humidité. Les éléments de liaison traversent la feuille synthétique en sous-toiture.
- 3 Importante formation de condensat en sous-face de la couverture métallique. En cause: l'air chargé d'humidité se condense sur la surface «froide».
- 4 «Rouille blanche» due à formation de condensat en sous-face de la couverture en zinc.





lique que ce principe est ici inversé puisque la couche métallique dotée du plus mauvais coefficient d'isolation thermique et de la plus haute résistance à la diffusion de vapeur d'eau est placée à l'extérieur. Mais ce n'est qu'apparemment le cas, car cette approche s'appuie sur une imperméabilité à la diffusion de la couverture métallique qui, en vérité, n'existe pas.

### Toitures ventilées en tôle mince

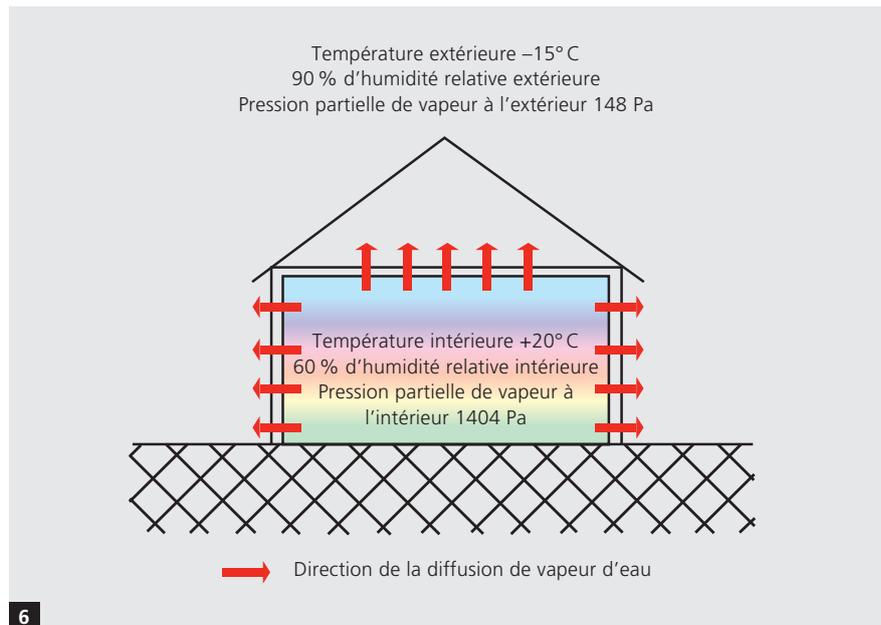
Une lame d'air entre la peau du toit et la sous-construction permet d'évacuer une humidité diffusante par les éléments de construction intérieurs, placés dans le « bon » ordre du point de vue de la physique du bâtiment.

Fondamentalement, ce principe de la séparation des fonctions reste vrai. Mais il y a néanmoins des limites d'utilisation imposées par des contraintes de construction ou des influences extérieures qui, le cas échéant, peuvent aboutir à ce qu'une construction réalisée de la sorte ne soit pas protégée dans tous les cas contre la formation d'eau de condensation.

En tout état de cause, une double construction ventilée ne « pardonne » aucune erreur d'exécution. En aucun cas, elle ne supporte mieux des défauts d'étanchéité dans la sous-construction, voire l'absence de barrières de diffusion.

### Facteurs influençant l'évacuation de l'humidité

Différents facteurs entrent en jeu pour qu'une couverture métallique ventilée



évacue correctement l'humidité diffusant à l'intérieur :

- **Même en présence d'une ventilation arrière qui fonctionne, il faut limiter la quantité d'humidité diffusant à l'intérieur de la construction par des mesures constructives appropriées.**
- **La ventilation de la construction doit être conçue de sorte à assurer un écoulement d'air aussi continu que possible.**

Pour réduire les quantités d'humidité diffusant à l'intérieur de la construction, la structure des couches situées sous la couche d'air doit être exécutée de manière à opposer une résistance suffisante à la pression de diffusion. C'est pourquoi dans le cas de constructions légères, on place sous l'isolation ce que l'on appelle un pare-vapeur qui revêt généralement la forme d'une feuille plastique. Cela ne pose guère de problèmes au niveau de la surface.

### La ventilation peut poser problème

Les problèmes apparaissent souvent à l'endroit du chevauchement des lés et surtout au niveau des raccords aux parois, des points de pénétration du toit, etc. Du fait des différences de pression, l'air venant du bâtiment pénètre à travers les joints insuffisamment étanches

- 5 Effet de succion par la rétroventilation en cas de joints ouverts dans le frein-vapeur.
- 6 **Phénomène de diffusion de vapeur**  
Direction du flux de diffusion de vapeur d'eau en cas de différence de températures ente l'intérieur et l'extérieur. Y a-t-il véritablement une étanchéité à la diffusion?

dans la construction. La quantité de vapeur d'eau qui pénètre est beaucoup plus élevée que celle apportée par voie de diffusion. Cette grande quantité de vapeur d'eau ne peut plus être évacuée assez vite et la saturation du flux de ventilation provoque alors de la condensation et une pénétration de l'humidité dans l'isolation. Il en résulte des déperditions d'énergie dues à l'écoulement de l'air ambiant et à la diminution du pouvoir isolant en raison de la formation d'eau de condensation – sans même parler des probables dommages causés à la construction.

Il faut donc accorder une extrême importance à l'imperméabilité à l'air et au vent des raccords du pare-vapeur, notamment en cas de construction ventilée.

### Flux d'air

Pour évacuer une faible humidité diffusant à l'intérieur de l'espace de ventilation, un flux d'air aussi continu que possible est nécessaire. La vitesse du flux de ventilation dépend en premier lieu de deux facteurs:

- la voie d'aération
- la hauteur de ventilation (inclinaison)

La meilleure ascendance thermique s'obtient idéalement avec une couche d'air la plus inclinée possible, car c'est

alors que la relation entre la hauteur et la longueur de la voie d'aération est la plus favorable.

### Ouvertures d'entrée et de sortie d'air

Il faut également accorder une attention particulière à l'emplacement et à la forme des ouvertures d'entrée et de sortie d'air. Les ouvertures doivent être pratiquées sous forme de fentes continues et avoir des dimensions suffisantes.

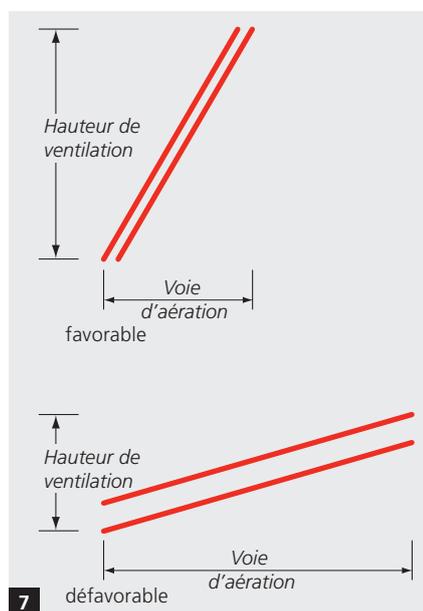
C'est la différence de température par rapport à l'air extérieur qui détermine l'ascendance thermique.

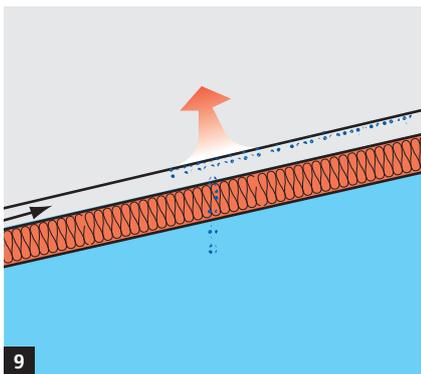
Les coefficients d'isolation prescrits actuellement par l'ordonnance sur la protection thermique réduisent tant la transmission thermique qu'il n'est guère possible que le réchauffement de la lame d'air nécessaire à l'ascendance thermique puisse être obtenu par le passage de chaleur venant de l'intérieur du bâtiment.

### Le problème de la condensation secondaire

Inversement, il y a même parfois risque qu'en cas de températures basses avec une forte humidité de l'air (givre opaque), l'air extérieur pénétrant dans

- 7 Voie d'aération et hauteur
- 8 Immeuble d'habitation à Zurich, toiture compacte avec couverture métallique – pente de toit trop faible pour une ventilation apte à fonctionner





l'espace de ventilation forme également de l'eau ou de la gelée blanche sur la partie inférieure de la surface du toit et que, de cette façon, l'humidité parvienne dans la construction, formant de l'eau de condensation secondaire.

Ces points montrent déjà qu'une construction ventilée n'est pas toujours sans risque. Si des imperfections ou des erreurs surviennent dans l'exécution de la lame d'air appelée à circuler, il peut alors se former de l'eau de condensation dans l'élément de construction causant des dommages à la sous-construction.

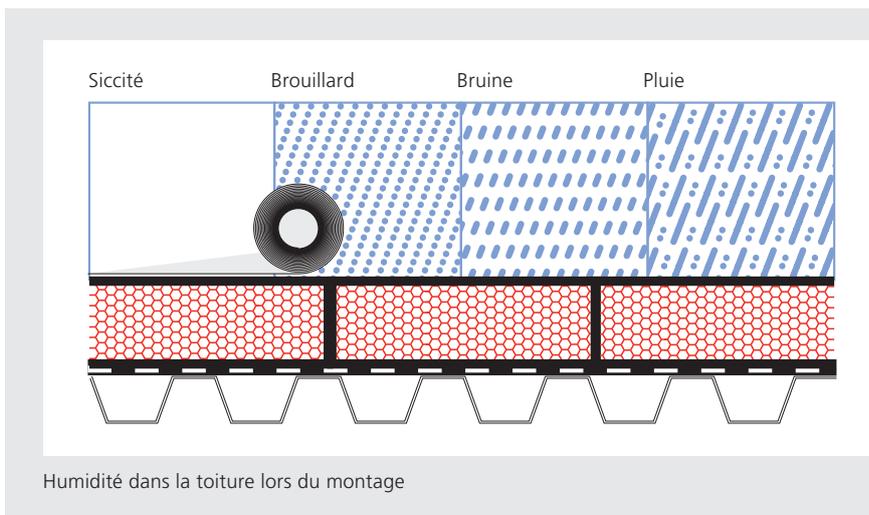
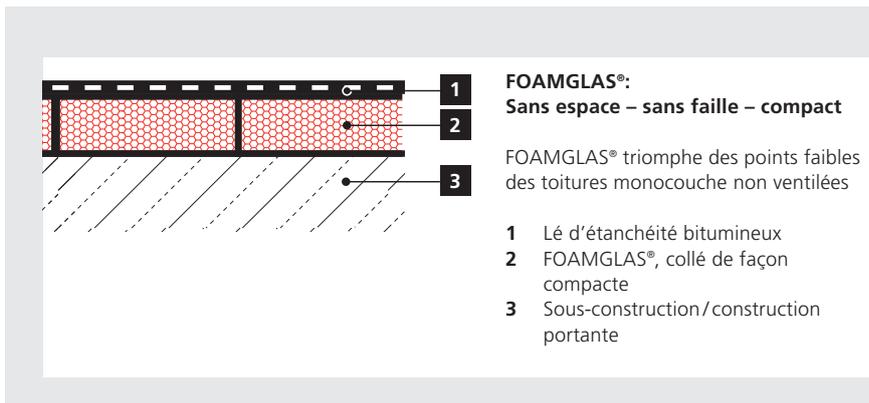
### Toitures non ventilées en tôle mince

En fait, on construit depuis longtemps les toitures métalliques monocouche quand cela est requis pour des raisons d'esthétique ou que les conditions ne permettent pas une ventilation, dans le cas par exemple de grandes toitures plates inclinées.

**Bien exécuté, ce principe de construction présente quantité d'avantages et c'est pourquoi il continuera à s'imposer à l'avenir.**

### De nouvelles possibilités avantageuses

Les géométries de toiture différenciées de l'architecture moderne, les exigences élevées en matière d'isolation thermique et le développement de systèmes novateurs de toitures métalliques tels que la toiture compacte FOAMGLAS® laissent notamment présager une évolution propice aux toitures non ventilées. En outre, toujours plus de façonneurs s'initient à cette technique, confortés en cela par les règles de l'art s'appliquant aux



couvertures non ventilées monocouche. Si la diffusion de l'humidité dans la construction est exclue par la pose d'un pare-vapeur ou d'un isolant étanche à la vapeur tel que le verre cellulaire sur la face intérieure de la construction, la ventilation continue de la couverture métallique n'est plus nécessaire. **Quand il n'y a pas d'humidité, il ne faut pas l'évacuer.** La hauteur de la superstructure s'en trouve réduite, les ouvertures d'entrée et de sortie d'air, onéreuses et difficiles à construire, peuvent être supprimées et le concepteur jouit d'une plus grande liberté de création. Enfin, le travail du ferblantier s'en trouve également facilité et les risques de pénétration de la pluie ou de la neige par les orifices d'aération sont exclus.

La capacité de fonctionnement d'un système de toiture métallique monocouche dépend essentiellement de l'absence d'apport d'humidité dans la toiture. En principe, l'humidité peut pénétrer dans la toiture de trois manières:

1. Perméabilité de la plaque de recouvrement supérieure anti-pluie

9 Eau de condensation secondaire. De l'air pénétrant de l'extérieur se condense sur la face inférieure froide de la peau du toit.

2. Humidité des matériaux de construction lors du montage
3. Condensation due à la diffusion de vapeur d'eau/condensat dû au transport d'humidité par les flux d'air passant par les inéтанchétés de la toiture

**Au sujet des points 1 et 2:** Une condition importante pour obtenir une toiture chaude exempte de dommages est qu'aucune humidité ne soit stockée entre la couche d'étanchéité à l'air et la sous-couverture et que l'isolation ne soit pas mouillée au cours de la pose. En cas d'humidité involontaire entre les deux couches d'étanchement (pare-vapeur et sous-toiture), le risque existe de voir la construction endommagée en raison de la lenteur du séchage. L'humidité emprisonnée dans les matériaux de construction augmente en outre la charge du sous-toit selon la physique du bâtiment et peut entraîner en sous-face la formation de condensat ou la prolifération de microorganismes.

**Au sujet du point 3:** Comme dans une construction ventilée, l'étanchéité au vent, à l'air et à l'eau du pare-vapeur s'avère primordiale pour la capacité fonctionnelle de la construction monocouche. Dans les systèmes traditionnels, un pare-vapeur est toujours nécessaire, même pour des sous-constructions présentant un coefficient de résistance à la diffusion élevé, comme le béton.

Ici aussi, il est décisif d'assurer une exécution étanche au vent et à la vapeur d'eau des joints et des raccords. Il faut apporter un soin extrême à l'exécution des bordures de toiture, des chéneaux, des rives et des points de pénétration du toit. Les conséquences de joints et de raccords ouverts sont tout aussi problématiques qu'en cas d'exécution rétroventilée à double paroi.

### FOAMGLAS® : un gage de sécurité

En tant qu'isolant résistant à la compression, étanche à l'eau et à la vapeur, FOAMGLAS® dispose d'atouts spécifiques au produit et apporte des

réponses sans équivoque aux questions critiques concernant les toitures métalliques non ventilées.

### Isolation thermique et pare-vapeur

La structure hermétique de la cellule empêche tout emmagasinage d'eau. FOAMGLAS® fait tout à la fois office de couche d'isolation, de pare-vapeur et de support de couverture portant pour la couverture métallique. La couche isolante, lors du procédé compact de mise en œuvre, bloque le flux d'air et de diffusion dans toutes les directions – et non pas seulement comme le ferait un pare-vapeur limité à une mince couche. Dans le système de pose des panneaux par collage à joint debout, la couche isolante devient étanche à la diffusion de la vapeur et hermétique aux joints d'air.

Dans le cas de toitures avec FOAMGLAS®, la question ne se pose pas de savoir si l'humidité emmagasinée peut être évacuée, par exemple par un espace ventilé ou d'onéreuses couches intermédiaires laissant passer l'air. Ni non plus de savoir si le principe de la toiture chaude pourra réellement fonctionner du fait de la réalisation du pare-vapeur/pare-air qui demande beaucoup de travail.

FOAMGLAS® empêche la pénétration d'humidité, que ce soit sous forme d'eau ou de vapeur. Le point de rosée se situe au niveau de la couche d'isolation aux cellules hermétiquement closes. De ce fait, la couche d'isolation en FOAMGLAS® reste non critique et inaltérable du point de vue de la physique du bâtiment.



10

### Pour les plus hautes exigences

Un déplacement du point de rosée en raison d'eau emmagasinée dans l'isolant ou une détérioration des qualités d'isolation thermique sont exclus avec FOAMGLAS®. De plus, la résistance élevée à la compression fournit un argument spécifique qui réside dans le fait que la fixation de la couverture métallique ne se fait pas dans la base portante, mais par collage dans la couche même d'isolation, et donc sans ponts thermiques.

Par contre, dans les autres types de toitures avec pare-vapeur séparé, la couche servant de frein-vapeur est interrompue, voire perforée. Il faut alors craindre tant les ponts thermiques que l'apparition de condensat dans la couche d'isolation et la corrosion des ancrages.

FOAMGLAS® permet donc de réaliser une toiture chaude qui répond aux plus hautes exigences en matière de technique thermique et de physique du bâtiment et qui, de plus, est mise en œuvre selon une technique de pose adaptée.

- 10 Dans quelle mesure les pare-vapeurs et pare-airs se raccordent-ils en toute sécurité à la bordure de toiture?
- 11 Formation nette de plis des pare-vapeurs et pare-airs  
Conséquence: le flux d'air apporte de l'humidité dans la couche d'isolation.



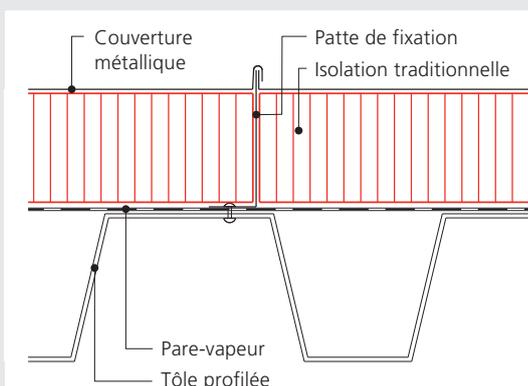
11

## FOAMGLAS® combat les ponts thermiques et les déperditions de chaleur

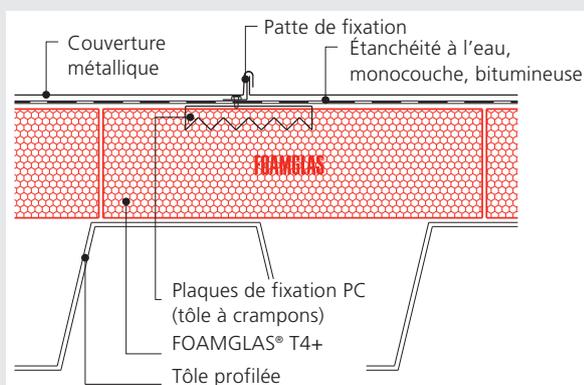
Dans la toiture chaude traditionnelle en fibre minérale ou en plastique cellulaire expansé par exemple, les ancrages mécaniques doivent traverser la couche d'isolation jusqu'au support portant. Selon le type d'utilisation et le degré d'humidité des locaux, il y a risque de corrosion et de formation d'eau de condensation, notamment en cas de température extérieure basse.

La comparaison entre un système de toiture métallique conventionnel avec des plaques d'isolation en laine minérale résistantes à la compression, en liaison avec les ancrages traversants propres au système, et une toiture compacte FOAMGLAS® avec une couver-

ture métallique, se solde par une épaisseur d'isolant inférieure en faveur de FOAMGLAS®. La raison en est que pour la pose de la couverture, les constructions d'isolation avec FOAMGLAS® ne nécessitent aucun ancrage mécanique traversant. Les déperditions de chaleur dues aux ponts thermiques s'en trouvent minimisées.



Dans les toitures chaudes avec par exemple de la fibre minérale ou du plastique cellulaire expansé, la fixation se fait mécaniquement entre la couverture métallique et la coque portante, avec pour conséquence l'apparition de ponts thermiques. Une question supplémentaire se pose: quelle est la fiabilité du pare-vapeur/pare-air?



Les constructions d'isolation avec FOAMGLAS® ne nécessitent aucun ancrage mécanique traversant pour la pose de la couverture. La couverture métallique est montée sur les «plaques à crampons».



## Protection contre les incendies

Souvent, après des incendies, des discussions enflammées ont lieu sur la question de la responsabilité et de la protection contre le feu. Dans ce contexte, la question des matériaux d'isolation joue souvent un rôle crucial. Les études scientifiques le montrent clairement: FOAMGLAS® peut contribuer de manière décisive à la prévention des incendies. En effet, cet isolant de sécurité est non seulement absolument incombustible, mais il n'émet de surcroît aucune fumée et aucun gaz toxique.

- 1 La propagation du feu par la façade et le toit est souvent la cause de dommages catastrophiques
- 2 Les toitures métalliques posent des exigences particulières en cas d'incendie

### La prévention commence donc par le choix des matériaux:

«Incendie ravageur», «Il semblerait que les prescriptions de protection incendie n'aient pas été respectées», «Propagation rapide du feu favorisée», «L'enfer des flammes». Les gros titres de ce genre montrent clairement une chose: dans de nombreux bâtiments, il est très difficile d'éteindre les flammes notamment au niveau de la toiture – même si les exigences en matière de lutte contre l'incendie sont légalement remplies.



Il est, dès lors, d'autant plus important de veiller à la prévention. En choisissant des matériaux de construction et des types de toiture appropriés, le risque qu'un incendie se déclare et surtout qu'il se propage du fait de cavités et de matériaux combustibles, peut être nettement diminué. FOAMGLAS®, l'isolant de sécurité en verre cellulaire, et le système de toiture compact sans vides y sont déjà parvenus dans bien des cas.

### Le danger particulier des feux couvants et rampants

Les feux de ce type se propagent principalement à l'intérieur d'éléments de construction et passent de ce fait longtemps inaperçus. Entre le départ d'in-

cidie caché et le feu ouvert, il peut s'écouler parfois plusieurs heures.

Les propriétés physiques et chimiques des isolants à base de fibres recèlent le danger de tels feux couvants. Les fibres compactes agglomérées par un liant réactif présentent une importante surface réactive. L'air (oxygène) peut traverser le matériau, même si ce n'est pas tout à fait librement. **Rien de tel avec FOAMGLAS®. La structure cellulaire hermétique de l'isolant en mousse de verre empêche cela.**

Les isolants à base de fibres présentent un danger non négligeable. En effet, les exigences croissantes en matière de protection thermique et les épaisseurs d'isolant supérieures augmentent aussi le risque de feux couvants dans le cas

### Extraits tirés de rapports de sapeurs-pompiers:

«... Les toitures métalliques compliquent l'attaque d'incendie à partir d'une échelle pivotante. Il est presque impossible de faire pénétrer de l'eau dans le bâtiment par le haut, car, sauf à s'effondrer, la toiture reste entière, même dans la fournaise. Il faut alors procéder d'urgence à des ouvertures. Or cela ne peut être effectué qu'avec de lourds engins de chantier. La construction du toit (cavité) a permis au feu de s'étendre à tout le hangar...»

«... Une extinction ciblée par eau n'étant pas possible à travers la toiture métallique, l'école nationale de sapeurs-pompiers a été alertée pour utiliser une caméra thermique à infrarouge et un générateur de mousse légère. La localisation des foyers d'incendie à l'aide de la caméra a permis d'éteindre le feu de manière ciblée et d'éviter toute reprise en noyant la zone de toiture au moyen du générateur de mousse légère...»



d'isolants à base de fibres. Même des isolants en fibres minérales (laine de roche) présentent des lacunes en ce qui concerne les feux couvants et rampants. FOAMGLAS® ne pose aucun problème à cet égard.

**Éléments d'isolation préfabriqués pour toiture métallique en mousse rigide avec traverses de bois:** qu'en est-il des éléments d'isolation pour toiture métallique en mousse rigide, avec traverses de bois incorporées, pour toitures chaudes?

Les isolants en mousse rigide tels que le polystyrène expansé ou le polyuréthane sont combustibles. Lors de l'incendie, des restes de matériau liquéfiés tombent sous forme de gouttes qui brûlent. Notamment dans les bâtiments publics avec leurs salles de réunion, dans les complexes de bureaux ainsi que dans les établissements de restauration, il est interdit d'employer des matériaux combustibles.

### **FOAMGLAS®: ni fumée, ni gaz toxiques**

Quand on parle d'incendie ravageur, il ne doit pas forcément s'agir d'un «brasier infernal». Citons pour mémoire la catastrophe de l'aéroport de Düsseldorf, qui a fait 17 victimes en 1995, ou celle du tunnel du Mont-Blanc, qui a coûté la vie à 39 personnes en 1999. Dans les deux cas, ce sont les émanations de gaz toxiques provenant de matériaux isolants posant problème qui ont joué un rôle fatal (le polystyrène à Düsseldorf et le polyuréthane dans le cas du Mont-Blanc).

Or FOAMGLAS® ne dégage ni fumée, ni gaz toxiques. Pour ce qui est de la protection-incendie, FOAMGLAS® ne peut être comparé aux autres isolants dit «non inflammables». La différence réside aussi dans le fait qu'en cas d'incendie, FOAMGLAS® ne propage aucunement l'incendie puisqu'il n'y a ni combustion incandescente, ni combustion lente.

## **FOAMGLAS® réalise une véritable protection-incendie préventive**

- **Composé de pure mousse de verre, l'isolant de sécurité FOAMGLAS® est absolument incombustible (classe de combustibilité A1, indice d'incendie 6.3, incombustible; homologué par l'AEAI, directive technique n° 5273).**
- **En raison de la structure cellulaire hermétique de FOAMGLAS®, il n'y a aucun apport d'oxygène vers le foyer d'incendie susceptible d'attiser l'incendie.**
- **FOAMGLAS® est étanche au gaz. L'émanation de gaz d'incendie brûlants ou leur dissémination dans l'isolant sont exclues. L'isolant de sécurité empêche la propagation du feu.**



3 Pas de propagation du feu en cas d'incendie. FOAMGLAS® est absolument incombustible.



## Bilan écologique positif

Les systèmes d'isolation thermique FOAMGLAS® mettent le maître d'ouvrage à l'abri de mauvaises surprises telles que des frais de chauffage élevés ou des assainissements dus à l'isolation. Ils protègent également l'environnement à plusieurs égards. Ils permettent, d'une part, d'importantes économies d'énergie. D'autre part, FOAMGLAS® est exempt de nuisances pour l'environnement et il est neutre du point de vue de la biologie de la construction. Le verre cellulaire est exempt de toxiques de l'environnement et de l'habitat. Et même le recyclage écologique utile est garanti en cas de démolition du bâtiment.

- 1 Des sources d'énergie renouvelables pour la fabrication de FOAMGLAS®
- 2 FOAMGLAS®: des millions de cellules hermétiquement closes

duel qui confère à l'isolant sa coloration anthracite à l'issue du processus de fabrication. Lors de la fabrication, la libération de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) provoque dans le verre en fusion la formation de millions de petites bulles de verre qui renferment hermétiquement le gaz. Cette structure garantit l'étanchéité à la diffusion de vapeur de FOAMGLAS® (résistance à la diffusion de vapeur  $\mu = \infty$ ).

### Fabrication et composition

Le processus de fabrication comprend deux processus partiels. Un premier processus permet de fondre une partie des matières premières, puis de les mélanger aux autres matières premières et de les mouler. Au cours du second processus partiel, le mélange des matières premières se dilate sous la chaleur – un peu comme dans le processus de levage du pain – pour donner l'isolant thermique FOAMGLAS®.

La matière première utilisée se compose à 60% de verre recyclé. C'est l'insignifiante part de noir de carbone rési-

### Fabrication respectueuse de l'environnement

Les matières premières utilisées pour la fabrication de FOAMGLAS® sont de nature exclusivement minérale et donc inoffensives pour l'environnement.



ment. Aujourd'hui, le verre recyclé produit à partir de vitres de voiture ou de vitrages de fenêtre défectueux fournit la principale matière première. Les autres matières premières utilisées sont le feldspath, le carbonate de sodium, l'oxyde de fer, l'oxyde de manganèse, le noir de carbone, le sulfate de sodium et le nitrate de sodium. Par la réutilisation de déchets de verre, FOAMGLAS® fournit une contribution écologique importante.

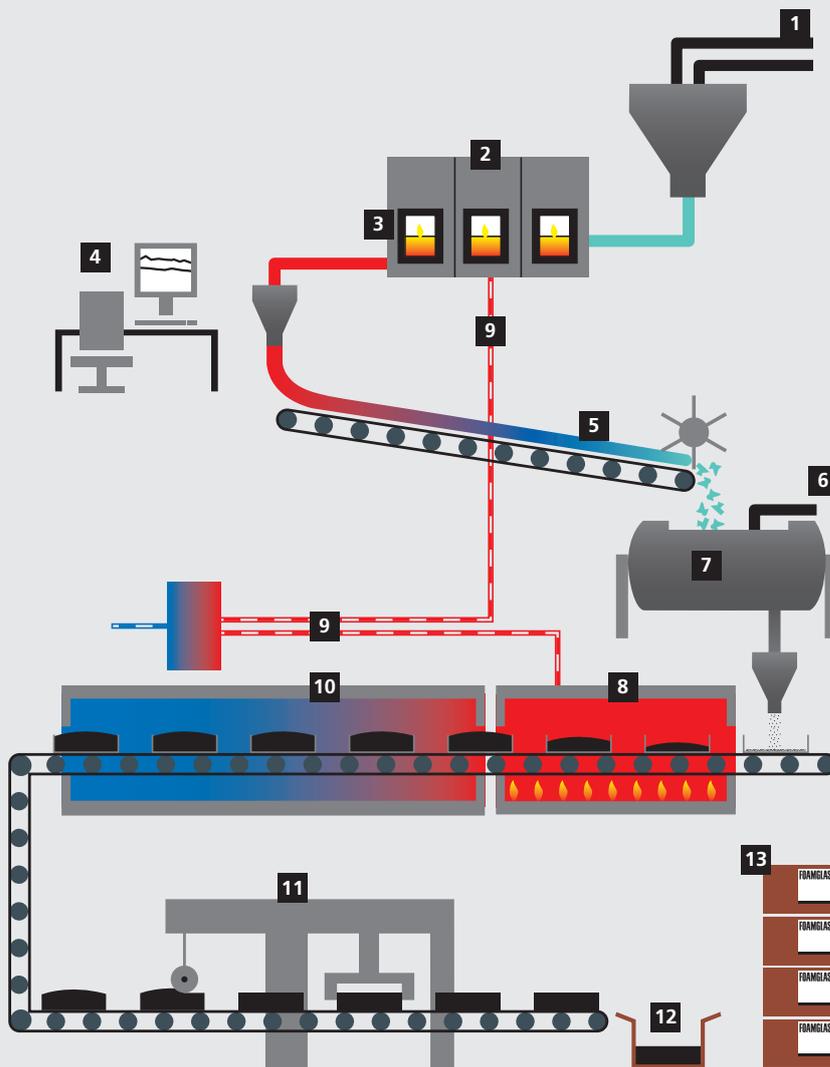
### Faible nuisance pour l'environnement

L'optimisation des processus de fabrication en ayant recours à l'énergie hydraulique et éolienne a permis ces dernières années d'apporter des améliorations significatives pour tous les indicateurs écologiques déterminants, notamment dans le domaine des émissions dans l'atmosphère, des gaz à effet de serre ainsi que de la consommation en énergie et en ressources naturelles.

- Le besoin en énergie non renouvelable a été réduit de 48,15 à 19,7 MJ/kg.
- Le rejet de gaz à effet de serre a été divisé par deux.
- La part de verre recyclé est passée progressivement de 0% à 60%.
- Les points d'impact écologique se réduisent de 1619 à 903 points.
- Le nombre de points de l'Ecoindicateur (EI '99 H,A) est passé de 0.13 à 0.09 point.

La diminution de la consommation énergétique s'accompagne également d'une réduction nette de la durée d'amortissement énergétique, essentielle pour les isolants thermiques.

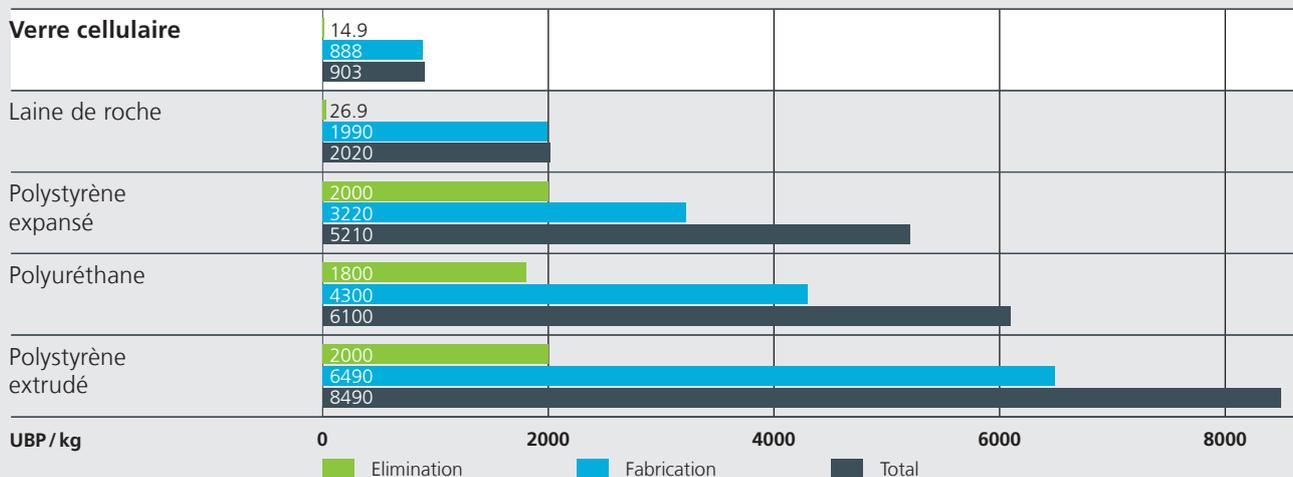
### Fabrication de FOAMGLAS® (usine de Tessenderlo, Belgique)



- 1 Adjonction et dosage des composants: Verre recyclé, feldspath, carbonate de sodium, oxyde de fer, oxyde de manganèse, sulfate de sodium, nitrate de sodium
- 2 Dans le four de fusion règne une température constante de 1250° C
- 3 Le verre fondu sort du four
- 4 Salle de contrôle pour la surveillance de fabrication
- 5 Le verre refroidi est transporté via un tapis roulant dans le tambour à billes
- 6 Adjonction de noir de carbone
- 7 Dans le tambour à billes toutes les adjonctions seront broyées en forme de poudre très fine et ensuite étalée dans des formes en acier de qualité supérieure
- 8 Les formes d'acier de qualité supérieure avec cette poudre passeront ensuite à travers du four de moussage à une température de 850° C ce qui provoque la structure typique des cellules hermétiquement fermées
- 9 Récupération d'énergie
- 10 Dans le four de recuit contrôlé, le verre cellulaire sera refroidi sans contraintes de tensions
- 11 Dans la machine de coupe et d'ajustage, les blocs sont mis en forme et épaisseur définitive. La matière restante de la découpe retourne dans le processus de fabrication
- 12 Les plaques de FOAMGLAS® seront confectionnées et emballées
- 13 Les produits FOAMGLAS® attendent leur expédition

### FOAMGLAS® ne craint aucune comparaison.

Les indices de charge polluante écopoints (UBP 2006\*\*) pour la fabrication et l'élimination des déchets Foamglas s'élèvent aujourd'hui à 903 points par kilogramme de produit isolant. Avec ce nombre, Foamglas se positionne à la pointe écologique. Autres produits isolants présentent des écopoints entre 2020 (laine de roche) et 8490 (polystyrène extrudé).



FOAMGLAS® obtient également de très bons résultats lors de la comparaison des surfaces avec une performance thermique donnée de 0.20 W/m²K. Les écopoints pour FOAMGLAS® au mètre carré s'élève à 17 157, respectivement 21 807 points. Les écopoints pour d'autres isolants thermiques se situent à 23 790 points (PUR), 26 571 points (polystyrène expansé), 46 056 points (laine de roche), et 53 232 points (polystyrène extrudé) pour une valeur U identique.



Isolant	$\rho$ kg/m³	$\lambda_D^*$ W/mK	d m	Poids par m² kg/m²	UBP* par kg UBP/kg	UBP par m² UBP/m²
FOAMGLAS® T4+	115	0.041	0.21	24.15	903	~ 21 807
FOAMGLAS® W+F	100	0.038	0.19	19.00	903	~ 17 157
Swisspor PUR Voile	30	0.026	0.13	3.90	6100	~ 23 790
Panneau isolant Flumroc PRIMA	120	0.038	0.19	22.80	2020	~ 46 056
Swisspor EPS 30 Toit	30	0.034	0.17	5.10	5210	~ 26 571
Roofmate SL-A (XPS)	33	0.038	0.19	6.27	8490	~ 53 232

\* Les données sont issues de la «liste des données des matériaux de construction» KBOB/EMPA, état de juin 2009.

\*\* Les UBP 2006 indices de charge polluante écopoint quantifient les nuisances environnementales par l'exploitation des ressources d'énergie de la terre et de l'eau douce par les émissions dans l'air, les cours d'eau et le sol, ainsi que par l'élimination de déchets.

## Disponibilité des matières premières

Le verre recyclé produit à partir de vitres de voiture ou de vitrages de fenêtre défectueux fournit aujourd'hui la principale matière première (autrefois on utilisait du sable siliceux). La quantité de déchets de verre à disposition est quasiment illimitée, car elle ne cesse de croître tant dans le bâtiment que dans l'industrie automobile. En revanche, les isolants en matières synthétiques doivent être fabriqués à partir de pétrole, une matière première appelée à devenir incontestablement rare.

## Longévité

Les caractéristiques du matériau (minéral, hydrorésistant, imperméable à la diffusion, résistant aux acides, incombustible, résistant à la chaleur) confèrent au verre cellulaire une longévité extrême. La durée de vie élevée du matériau exerce un effet positif sur le profil de vie, à la fois écologique et économique, des éléments du bâtiment et, partant, de l'ensemble de l'édifice. Les cycles d'entretien et de rénovation peuvent être optimisés de manière décisive par l'emploi systématique de matériaux de construction durables.

## Émissions / immissions pendant la mise en œuvre et l'exploitation

Le verre cellulaire ne contient pas de composants écologiquement préjudiciables et toxicologiquement significatifs, c'est-à-dire pas de gaz à effet de serre ou contribuant à la destruction de la couche d'ozone, pas de substances ignifuges, toxiques ou cancérigènes et pas de fibres minérales. Lors de la mise en œuvre, de la pose sur le chantier et durant toute la durée d'utilisation, il ne se produit donc aucune émission significative, nocive pour la santé ou l'environnement.

## Émissions en cas d'incendie

L'incinération incontrôlée est extrêmement problématique, même en petites quantités, du fait de la charge polluan-

te massivement plus forte. Une incinération à ciel ouvert peut déverser facilement mille fois plus de matières polluantes dans l'environnement que la même opération effectuée dans une usine d'incinération des ordures ménagères. De ce point de vue, les isolants en mousse synthétique doivent être considérés comme très problématiques. Des enquêtes à ce sujet effectuées en Allemagne ont montré qu'en cas de désagrégation thermique un isolant en polystyrène dégage des gaz de fumée devant être considérés comme toxiques et pour lesquels des effets graves, de longue durée, sur la santé ne peuvent être exclus. Mais même une combustion des déchets effectuée dans une usine d'incinération des ordures ménagères n'est pas sans incidence sur l'environnement puisque, tous les ans, des milliers de tonnes de scories et de résidus de filtration doivent être stockées dans des décharges spéciales.

S'agissant de la toxicité du gaz de combustion, le verre cellulaire, en raison de son incombustibilité, doit être considéré comme sans danger.

## Élimination

Lors de l'évaluation des isolants, un aspect partiel important porte sur l'impact écologique de l'élimination ultérieure. En la matière, il existe parfois d'énormes différences entre les matériaux d'isolation thermique. Des évaluations globales selon la méthode de la rareté écologique, qui sous-tend par exemple les données d'écobilans publiés dans le domaine du bâtiment, montrent que notamment les couches d'isolation en matière synthétique moussée présentent des valeurs élevées au niveau des points d'impact écologique.

Évaluation écologique de différents isolants							
	Énergie de fabrication	Disponibilité des matières premières	Immissions artisans	Rejet de polluants lors de la production	Émissions en cas d'incendie	Comportement à long terme	Élimination/recyclage
Laine de verre	Orange	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Laine de roche	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Isolant cellulosique	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Jaune
Liège pur expansé	Jaune	Rouge	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Jaune
Polystyrène expansé	Orange	Rouge	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange
Polystyrène extrudé	Orange	Rouge	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge
Polyuréthane (PUR)	Orange	Rouge	Orange	Orange	Rouge	Orange	Rouge
FOAMGLAS®	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune

très bon
bon
problématique
très problématique

Écobilan positif pour FOAMGLAS®. Source: Schaumglas-Dämmstoff, Wirtschaftlich und umweltverträglich Dämmen. Markus Welter, Lucerne

## Recyclage

En raison du caractère incombustible du verre, il n'est pas question de pouvoir le brûler. Une possibilité très judicieuse consiste à réutiliser le verre cellulaire comme pierrailles (couches de forme et de fondation de routes) ou matière de remplissage pour les écrans antibruit. Dimensionnellement stable, neutre pour l'environnement, inorganique, imputrescible et sans risques pour la nappe phréatique (test ELUAT réussi), FOAMGLAS® convient parfaitement à ce type d'usage. Si FOAMGLAS®, une fois démonté, n'est pas utilisé comme matériau d'empierrement ou de remplissage, une mise en décharge en tant que gravats inertes, à l'instar des déchets de béton ou de brique, peut être opérée sans problème.

## FOAMGLAS® – une contribution importante à la protection de l'environnement.

- **Actuellement, FOAMGLAS® contient déjà 60% de verre recyclé, avec une tendance continue à la hausse. L'aspect écologie fait partie inhérente du produit.**
- **L'électricité utilisée pour la fabrication de FOAMGLAS® provient exclusivement de sources d'énergie renouvelables.**
- **Par rapport à 1995, la nuisance pour l'environnement due au processus de fabrication a été réduite de moitié environ.**
- **L'isolant FOAMGLAS® est exempt de toxiques de l'environnement et de l'habitation.**
- **L'élimination ultérieure de FOAMGLAS® est sans danger. L'isolant peut être recyclé et utilisé par exemple comme matériau de remblayage.**
- **L'extrême longévité de FOAMGLAS® est un atout écologique majeur.**
- **Tout bien considéré, FOAMGLAS® est un concept d'isolation qui répond aux exigences écologiques de notre époque. Un système qui concilie sécurité fonctionnelle, longévité, compatibilité écologique et développement durable.**



- 1 La part de verre recyclé du produit FOAMGLAS® s'élève aujourd'hui déjà à 60%
- 2 Matériau de remblayage constitué de FOAMGLAS® concassé

[www.foamglas.com](http://www.foamglas.com)

**FOAMGLAS®**  
Building

**Pittsburgh Corning Europe N.V./S.A.**

Headquarter Europe, Middle East and Africa (EMEA)  
Albertkade 1, B-3980 Tessenderlo  
Phone +32 13 661721, Fax +32 13 667854  
[www.foamglas.com](http://www.foamglas.com)

**Pittsburgh Corning (Suisse) S.A.**

Schöngrund 26, CH-6343 Rotkreuz  
Tél 041 798 07 07, Fax 041 798 07 97  
[direktion@foamglas.ch](mailto:direktion@foamglas.ch), [www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

**Test ELUAT réussi.** FOAMGLAS® répond aux conditions du test ELUAT (rapport d'essai EMPA no 123544 A fondé sur des essais réussis passés avec des échantillons de FOAMGLAS® enrobé de bitume). Conformément à la grille de déclaration D.093.09 de l'Ordonnance technique relative aux déchets (OTD), FOAMGLAS® est apte au dépôt en décharge de matières inertes.

**État janvier 2014.** Pittsburgh Corning se réserve expressément le droit de modifier à tout moment les spécifications techniques des produits. Les valeurs valides actuelles figurent dans l'assortiment des produits sur notre site Internet: [www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



maintenant avec environ  
60% de verre recyclé

**MINERGIE®**