

Systemes d'isolation pour les toitures plates

www.foamglas.ch

FOAMGLAS[®]
Building



FOAMGLAS®

Table des matières

Toiture compacte promise à un brillant avenir	4
Volume utile en toiture	7
Toiture compacte lestée au gravier	9
Toiture compacte accessible pour terrasse	11
Toiture compacte végétalisée	15
Toiture compacte carrossable	22
Toiture compacte nue sans couche d'utilisation ou de protection	26
Constructions au-dessus de pièces chauffées	27
Types d'exploitation et de construction	31
Rentabilité	35
Protection préventive contre les incendies	37
Bilan écologique positif	39



Toiture compacte promise à un brillant avenir

La toiture est assurément le principal élément de l'enveloppe protectrice extérieure d'un bâtiment. L'exigence de tout maître d'ouvrage est donc claire: elle doit être durable et sûre. Concrètement: la toiture – également la toiture plate – doit avoir une capacité fonctionnelle qui dure aussi longtemps que l'exploitation du bâtiment. En d'autres termes, elle devra durer des décennies, sur plusieurs générations. L'expérience l'a prouvé: les toitures plates sont promises à un brillant avenir et elles sont bien meilleures que leur réputation. Exécutées dans les règles de l'art, elles durent pour ainsi dire «éternellement». Bien construites, elles sont un plus du point de vue esthétique, économique et écologique. Ceci se vérifie pleinement dans le cas des systèmes compacts utilisant l'isolant thermique FOAMGLAS®.

Des décennies d'expérience

Dès le début du 20^e siècle en Europe, des architectes d'avant-garde ont expérimenté le nouveau langage des formes architecturales avec la toiture plate. Parmi eux Le Corbusier, le plus connu et le plus inconditionnel de ses partisans. La toiture plate s'imposa définitivement dans les années 50. Il reste encore de cette période des toitures plates qui sont, aujourd'hui encore, pleinement fonctionnelles, notamment des toitures compactes FOAMGLAS®. Il est prouvé que ces systèmes peuvent atteindre une durée de vie moyenne de 40 à 50 ans. L'excellent état des plus vieilles toitures compactes FOAMGLAS®, attesté

- 1 Centre Seebach, Zurich
- 2 CSS Assurance, Lucerne
- 3 École de pédagogie curative, Thoune-Steffisbourg



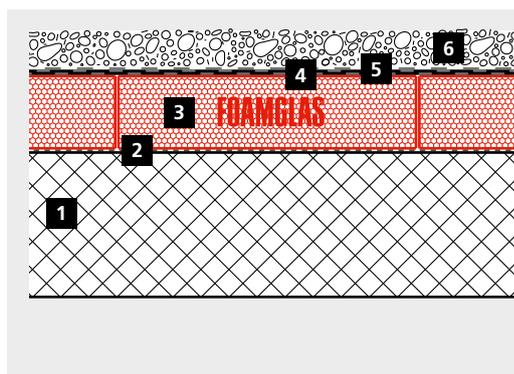
par des expertises, permet de conclure que même après un demi-siècle, une utilisation ultérieure sans problème peut être garantie.

Exceptionnellement sûre – durablement étanche

La toiture plate possède des avantages indéniables et a établi de nouveaux critères, notamment de rentabilité et de fonctionnalité. Non seulement elle permet d'utiliser entièrement le volume construit, mais aussi la surface de la toiture elle-même. Une toiture compacte FOAMGLAS® exécutée correctement et proprement offre une étanchéité et une sécurité durables, une quasi-invulnérabilité aux dommages et représente un gain du point de vue écologique et énergétique. Aucun autre système ne saurait y prétendre pour l'ensemble des domaines d'utilisation, qu'il s'agisse d'applications végétalisées, praticables ou carrossables (par exemple dans le cas de garages souterrains).

Système aux avantages convaincants

L'isolant thermique FOAMGLAS® permet de construire une toiture plate extrêmement sûre constituée uniquement de quelques composants: il s'agit de la toiture compacte. L'isolant en verre cellulaire est collé sur le support au bitume chaud, sans vide. Les plaques FOAMGLAS® posées bord à bord forment une surface d'isolation sans failles à joints fermés et étanches. Pour finir, l'étanchéité à l'eau est collée en pleine adhérence au bitume chaud, sans aucun vide, sur la surface d'isolation. Dans la



Construction de la toiture compacte

- 1 Structure porteuse de la toiture (par exemple béton armé)
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Isolation thermique FOAMGLAS® (au besoin comme isolation en pente)
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation et de protection
- 6 Couche d'utilisation

toiture compacte FOAMGLAS®, toutes les couches sont reliées entre elles de manière homogène. La présence d'eau dans les couches est donc impossible. Le système exclut toute pénétration d'humidité et toute infiltration d'eau dans la couche d'isolation. Par conséquent, la toiture plate compacte FOAMGLAS® est sûre et nécessite peu d'entretien.

La toiture compacte, munie d'une couche d'isolation thermique en FOAMGLAS®, offre donc les conditions garantissant une longue durée d'utilisation, en cas d'exécution soignée. Même un éventuel endommagement mécanique de l'étanchéité n'aura pas de répercussions sur la toiture chaude. La pente nécessaire pourra être formée à l'aide de plaques à pente intégrée (Tapered Roof System), sans faire de concessions en matière de protection thermique.

- 4 UBS, Suglio, 1997
- 5 Stadion Letzigrund, Zürich, 2007
- 6 Park Hotel Waldhaus, Flims, 2005



Avantages spécifiques du matériau

En raison de ses qualités particulières, FOAMGLAS® est également appelé « isolant de sécurité ». Il est nettement supérieur aux isolants classiques. FOAMGLAS® est constitué de verre cellulaire. Des millions de minuscules cellules de verre, remplies d'air, lui confèrent un pouvoir d'isolation thermique élevé. Sa masse volumique apparente élevée lui assure un coefficient optimal d'isolation acoustique et de protection thermique estivale.

L'isolant de sécurité est absolument étanche à l'eau et à la vapeur, d'eau pas d'humidité et, de par la structure même du matériau, le pare-vapeur est en fait déjà « incorporé ». Il présente une résistance à la compression extraordinairement élevée tout en étant exempt de fluage, même en cas de charge de longue durée. À cela s'ajoutent les avantages spécifiques de la matière première qu'est le verre: incombustibilité, indéformabilité (pas de rétrécissement, gonflement ou cintrage), résistance aux acides ainsi qu'aux rongeurs ou insectes (pas de pourrissement). En outre, FOAMGLAS® est totalement exempt d'éléments nuisibles à l'environnement.

7 Aéroport de Zurich, Kloten



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.



Volume utile en toiture

Aujourd'hui, le paysage des toitures ne saurait plus se passer des toitures plates en raison de leur diversité conceptuelle, mais aussi du fait de leurs possibilités d'exploitation très variées. D'autant plus que les toitures compactes FOAMGLAS® s'adaptent à tous les domaines d'utilisation. Qu'il s'agisse d'une toiture lestée au gravier, praticable ou végétalisée, d'une dalle parking ou d'une toiture légère sur tôle profilée pour bâtiment industriel: FOAMGLAS® dispose du système adéquat pour n'importe quel type de toiture et n'importe quel support.

Il considérait un jardin en terrasse ou en toiture comme le «lieu privilégié d'une maison». Espaces de repos en plein air, les toits en terrasse ont effectivement un charme particulier. Leur situation en hauteur leur confère bien souvent une vue imprenable sur le paysage environnant. La végétation transforme une toiture en terrasse en un espace qui permet d'être proche de la nature et qui devient le véritable joyau de la maison. Mais les toitures-terrasses sont des projets de construction exigeants, tant dans leur conception que dans leur exécution technique. Il est donc conseillé de miser sur des systèmes de construction et des matériaux qui ont fait leur preuve, tel FOAMGLAS®.

«Espace d'habitation» en plein air

Parmi les «cinq points d'une nouvelle architecture», Le Corbusier prônait par exemple la création de jardins à la végétation luxuriante sur les toits plats pour instaurer dans les cités des espaces libres qui amélioreraient le climat d'habitation.

- 1 Clinique universitaire, Genève
- 2 Triple halle de sport de l'École cantonale de Frauenfeld
- 3 Centre commercial Migros, Affoltern, ZH

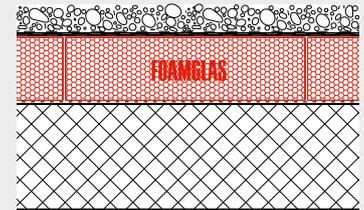


Les principaux types de toiture



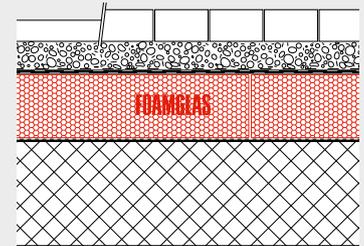
Toiture compacte l'estée au gravier page 9

La toiture compacte à praticabilité limitée est une toiture plate à laquelle on accède uniquement à des fins d'entretien. Un revêtement de protection en gravier rond lavé offre une protection contre les actions mécaniques et contre les UV. Ce type de toiture est notamment utilisé pour les toitures industrielles sur bac acier.



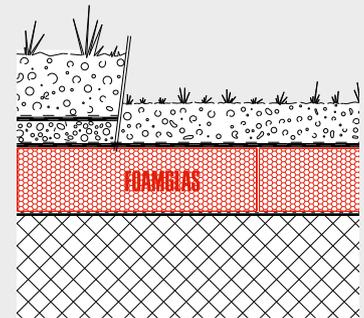
Toiture compacte accessible pour terrasse page 11

Les toitures plates sont souvent utilisées comme élargissement de l'espace d'habitation (terrasse) ou comme espace libre. Dès lors, les exigences esthétiques et aussi la diversité des revêtements de sol et d'usure utilisés sont d'autant plus grandes. Qu'il s'agisse de dallages en béton, céramique, pierre naturelle ou artificielle, de caillebotis en bois, de «Barfo-Sol» ou de revêtement pour terrains de sport, les possibilités conceptuelles sont presque infinies.



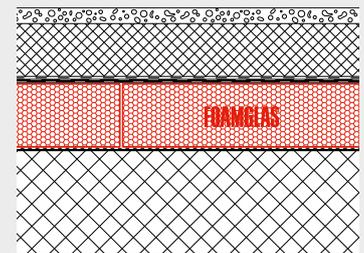
Toiture compacte végétalisée page 15

Les toitures végétalisées ont, d'une manière générale, des incidences positives sur le climat alentour. La végétalisation rafraîchit et humidifie l'air. Elle filtre et lie les particules de poussière et atténue aussi le bruit de la circulation. Par la rétention des eaux pluviales, les espaces verts déchargent les systèmes de canalisations urbains, protègent aussi la toiture des intempéries et créent un lieu de vie supplémentaire sous forme de toitures-terrasses. Selon le type de plantations, leur hauteur, leurs exigences et la couche végétale correspondante, on distingue 2 types de végétalisation, extensive et intensive.



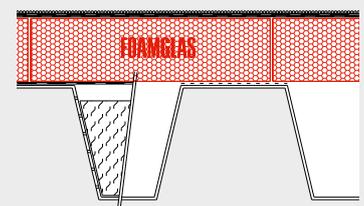
Toiture compacte carrossable / dalle parking page 22

La mobilité de notre société d'aujourd'hui exige sa contribution, à savoir un besoin accru de places de stationnement pour véhicules. Il est donc naturel que les toitures plates de bâtiments industriels et administratifs ou de centres commerciaux soient souvent utilisées comme parkings sur le toit. De plus, les toitures pouvant accueillir des charges correspondantes doivent être mises à disposition pour les livraisons et le service du feu. En fonction de la charge statique et de la couche de répartition des charges, il est possible de recourir à des revêtements carrossables en béton dur, en asphalte, en pavés, voire en pavés de bois.



Toiture compacte nue sans couche d'utilisation ou de protection page 26

Quand la fonctionnalité et le faible poids priment essentiellement, une toiture sans couche de protection et d'usure est idéale. Pourtant, la toiture doit pouvoir résister aux effets éoliens d'une tempête. Dans une toiture nue avec FOAMGLAS®, la résistance au vent est obtenue par le collage de toutes les couches. Les toitures nues sont utilisées principalement pour les toitures industrielles légères sur bac acier.





**Toiture
compacte
lestée au
gravier**

Park Hotel Waldhaus, Flims

Architecte H.P. Fontana & Partner, Flims Dorf

Année de réalisation 2005

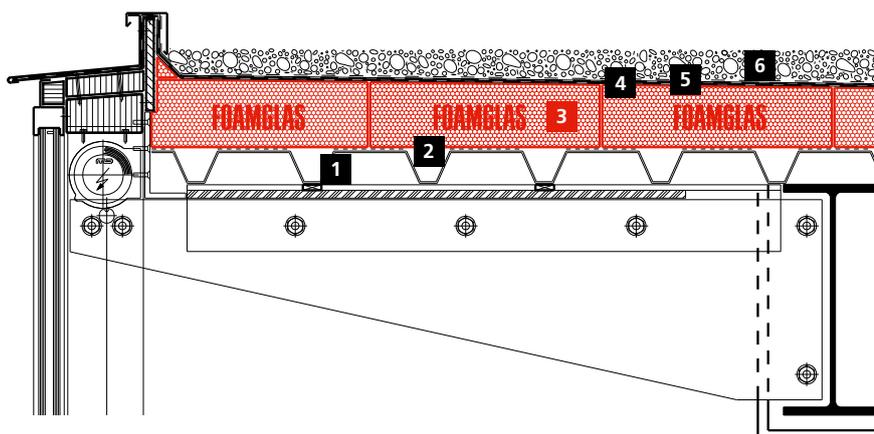
Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 240 m² FOAMGLAS® TAPERED T4+, (toiture plate avec pente intégrée), épaisseur moyenne 145 mm et env. 900 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 120 mm, collée

Couches d'utilisation Gravier/végétation intensive

S'agissant d'un complexe de wellness, les exigences posées en matière de physique du bâtiment à l'enveloppe du bâtiment sont complexes. Une attention particulière doit être accordée à la protection contre l'humidité. Avec des isolants classiques, l'apparition de condensats ne peut être évitée dans la construction qu'au moyen de feuilles pare-vapeur. En raison des innombrables raccords et points de pénétration, il est presque impossible de garantir qu'elles restent intactes. De par sa structure avec des millions de cellules hermétiquement closes, la toiture compacte

FOAMGLAS® est entièrement étanche à la vapeur et fait office de pare-vapeur. Ceci permet de renoncer aux feuilles endommageables. Le risque de pénétration de l'humidité est écarté. Le système de toitures avec bac acier présente un autre avantage: le verre cellulaire collé au bac acier produit une rigidification sensible de l'ensemble du système. Les faiblesses en matière d'oscillation de la toiture sont réduites, les déformations diminuées, les vibrations (tremblements) éliminées, les raccords ménagés.

**Exigences complexes
en matière de
physique du bâtiment
remplies**
www.foamglas.ch



Construction

- 1 Tôle profilée
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation, voile non tissée
- 6 Gravier





**Toiture
compacte
lestée au
gravier**

Maison individuelle Hirt, Uttwil

Architecte Andreas Zech, Romanshorn

Année de réalisation 2000

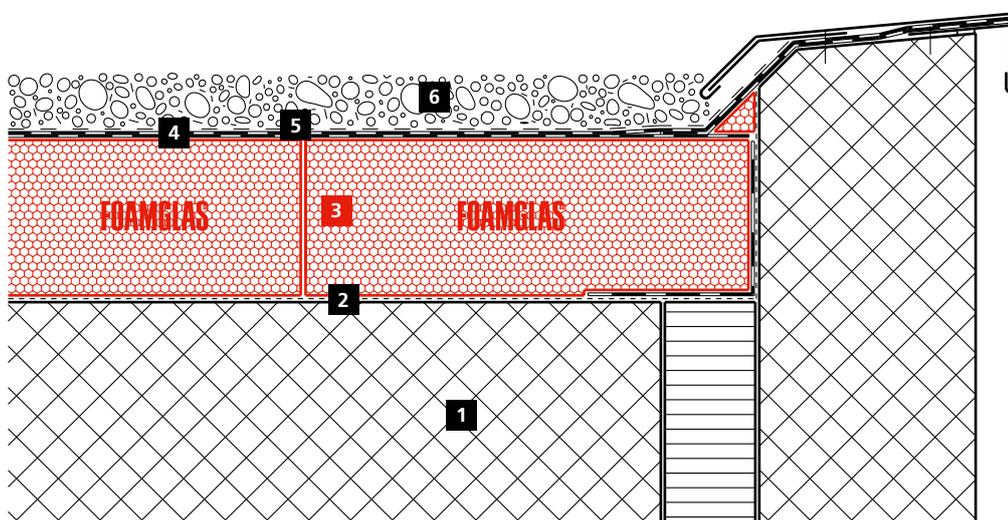
Application FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 200 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, collée

Couche d'utilisation Gravier

Ce monobloc tout en longueur est positionné parallèlement à la rive du lac de Constance. Ses formes sobres et nettes offrent un contraste intéressant avec le charmant paysage. Le toit apporte une nouvelle fois la preuve que les toitures plates – si l'on choisit le bon système – sont bien meilleures que leur réputation. Les systèmes «bon marché» ont été rejetés au profit de la durabili-

té: le choix s'est porté sur la toiture compacte FOAMGLAS®. L'isolation est complètement scellée au bitume chaud, entièrement collée sur le support et revêtue d'une étanchéité bitumineuse bicouche. Cet ensemble non seulement protège la substance bâtie, mais protège aussi le maître d'ouvrage des mauvaises surprises, c'est-à-dire d'assainissements.

FOAMGLAS® – un investissement aussi pour la prochaine génération
www.foamglas.ch



Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation, voile non tissé
- 6 Gravier





Toiture compacte avec protection pour terrasse

Polyterrasse EPF, Zurich

Architecte Pfister Schiess Tropeano AG, Zurich

Année de réalisation 2007

Application FOAMGLAS® Isolation des toitures, env. 2000 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 80 mm et env. 2000 m² FOAMGLAS® F, épaisseur 120 mm, collée

Couches d'utilisation Dalles de béton préfabriquées

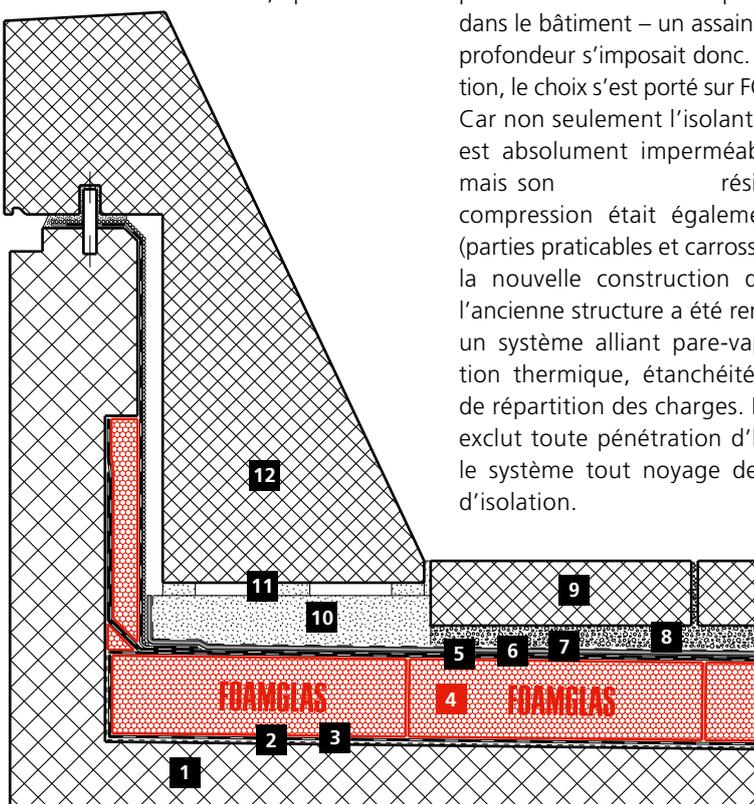
Le bâtiment principal de l'EPF Zurich fait partie des constructions architecturales exceptionnelles d'importance nationale. Devant lui se situe un bâtiment construit ultérieurement, qui abrite le

restaurant universitaire ainsi qu'une halle polyvalente et dont la toiture constitue la «polyterrasse». Depuis assez longtemps, l'étanchéité était défectueuse à plusieurs endroits. L'eau pénétrait donc dans le bâtiment – un assainissement en profondeur s'imposait donc. Pour l'isolation, le choix s'est porté sur FOAMGLAS®. Car non seulement l'isolant de sécurité est absolument imperméable à l'eau, mais sa résistance à la compression était également requise (parties praticables et carrossables). Pour la nouvelle construction du plafond, l'ancienne structure a été remplacée par un système alliant pare-vapeur, isolation thermique, étanchéité et couche de répartition des charges. Le matériau exclut toute pénétration d'humidité et le système tout noyage de la couche d'isolation.

Sécurité fonctionnelle doublée d'une exceptionnelle capacité de charge
www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Natte en granules de caoutchouc
- 7 Couche de séparation
- 8 Couche de drainage/d'égalisation
- 9 Dalles de béton préfabriquées 100 mm
- 10 Mortier armé de protection
- 11 Chape de mortier par points
- 12 Élément en béton





**Toiture
compacte avec
protection
pour terrasse**

Triple halle de sport de l'École cantonale, Frauenfeld

Architecte Stutz & Bolt, cabinet d'architecture, Winterthour

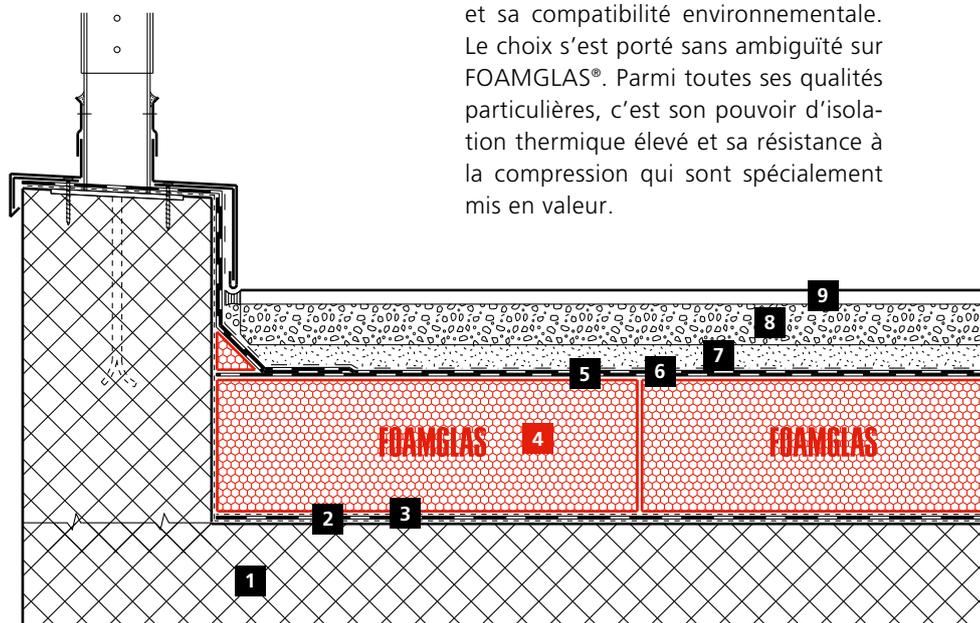
Année de réalisation 2002

Application FOAMGLAS® Isolation du toit, env. 2000 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 140 mm, collée

Couche d'utilisation Revêtement de sol pour terrains de sport

Avec la construction de la nouvelle triple halle de sport, l'école cantonale de Frauenfeld possède à présent un centre de sport à usage polyvalent. Ce complexe est non seulement à disposition de l'école, mais aussi des associations sportives et de la ville elle-même, pour des manifestations. Au cœur de ce

nouvel espace se trouve la halle largement surbaissée. Son toit sert de terrain de sport extérieur, clôturé et muni d'un revêtement de sol à usage sportif. Au point d'intersection délicat de la toiture et du sol, à l'intérieur et à l'extérieur, il faut un matériau isolant qui se distingue par sa longévité, sa sécurité et sa compatibilité environnementale. Le choix s'est porté sans ambiguïté sur FOAMGLAS®. Parmi toutes ses qualités particulières, c'est son pouvoir d'isolation thermique élevé et sa résistance à la compression qui sont spécialement mis en valeur.



**FOAMGLAS® –
véritable vecteur
de performances**
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 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Couche de séparation
- 7 Revêtement filtrant pour terrains de sport AB-6 20 mm
- 8 Asphalte coulé 40 mm
- 9 Revêtement de sol pour terrains de sport 13 mm





Toiture compacte avec protection pour terrasse

Appartements urbains Andreaspark, Zurich

Architecte Bob Gysin + Partner AG, Zurich

Année de réalisation 2006

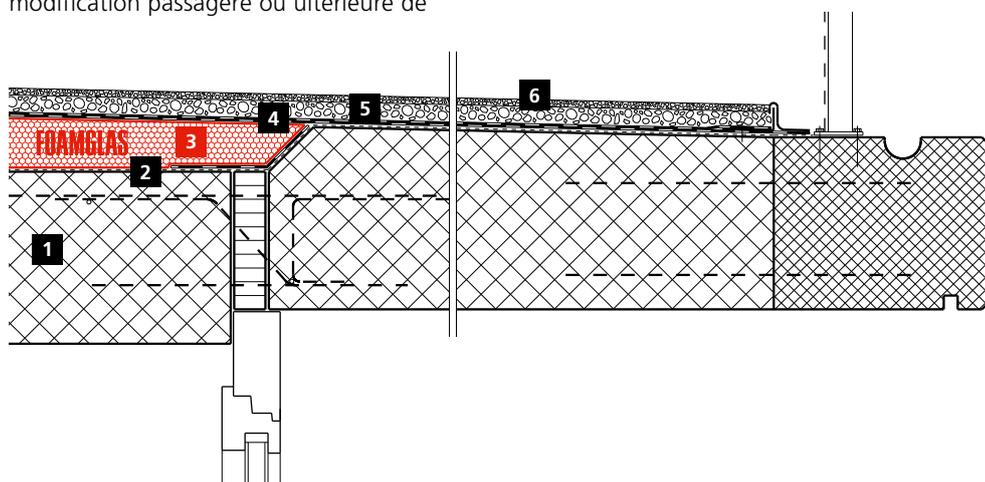
Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 430 m² FOAMGLAS® TAPERED T4+ (toiture plate avec pente intégrée), épaisseur moyenne 100 mm, collée

Couche d'utilisation Barfo-Sol

L'isolation des terrasses est résolue de manière optimale avec FOAMGLAS®. L'isolant de sécurité, en raison de sa géométrie cellulaire, est extraordinairement résistant à la compression et exempt de fluage, même sous charge de longue durée. FOAMGLAS® est donc prédestiné pour les terrasses soumises à de fortes charges avec une hauteur de construction minimale. De plus, les réserves de charge rendent possible une modification passagère ou ultérieure de

la charge et de l'utilisation. L'isolation thermique avec FOAMGLAS® des terrasses (toitures plates praticables) est une solution idéale pour une statique sûre et un dimensionnement adapté. La couche d'usure ici est composée d'un revêtement souple et drainant du type Barfo-Sol. La protection thermique et hydrofuge est durable, tout particulièrement dans ce cas d'éléments de construction à haute sollicitation.

Quand cela importe vraiment: FOAMGLAS®
www.foamglas.ch



Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche d'égalisation Barfo 25 mm
- 6 Revêtement de surface Barfo 8–10 mm





Toiture compacte avec protection pour terrasse

Maisons en terrasses, Meilen

Architecte Oliver Schwarz Architekten ETH/SIA/BSA, Zurich

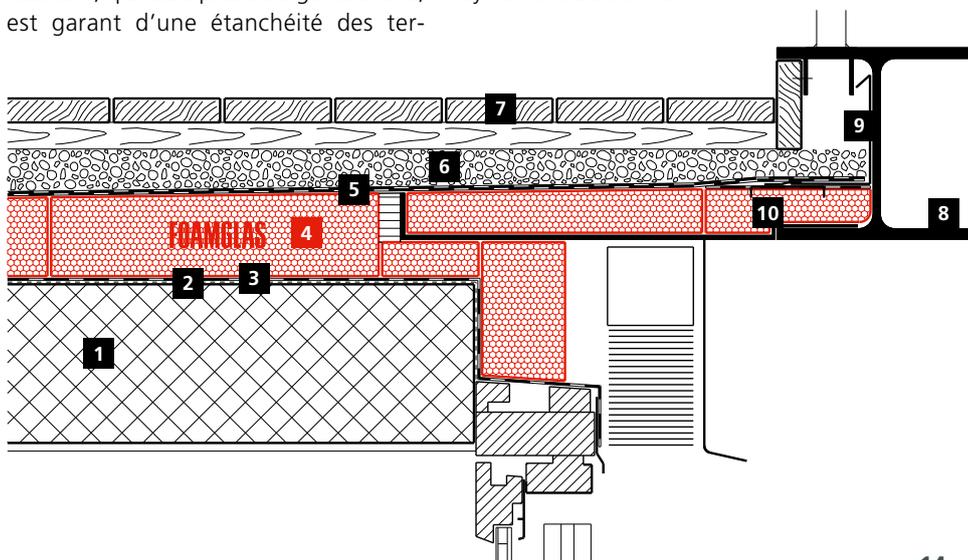
Année de réalisation 1996

Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 850 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 120/80 mm, collée

Couche d'utilisation Caillebotis en mélèze

La vue exceptionnelle sur le lac de Zurich est encore accentuée par les bâtiments d'habitation qui semblent flotter – avec des terrasses tout autour, d'Est en Ouest. Pour ces surfaces spacieuses et praticables, qui constituent en même temps les toits des appartements du dessous, il fallait des systèmes et matériaux d'isolation d'une qualité particulière: FOAMGLAS®, en l'occurrence. Cet isolant hautement résistant, qui dure plusieurs générations, est garant d'une étanchéité des ter-

rasses sur le long terme. FOAMGLAS®, grâce à ses propriétés uniques, permet d'effectuer des constructions beaucoup plus simples. Grâce au collage en plein de toutes les couches, l'eau ne peut pénétrer sous la construction. Cela supprime donc l'une des causes principales de dommages au niveau des toitures plates. En raison de la durée de vie exceptionnelle de l'isolant, les coûts d'entretien sont incomparables avec un système traditionnel.



Les isolations avec une longévité assurée mettent à l'abri d'assainissements
www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Couche d'égalisation Barfo
- 7 Caillebotis en bois
- 8 Poutre HEA
- 9 Tôle angulaire
- 10 FOAMGLAS® GS Promet





Toiture compacte végétalisée

École de pédagogie curative, Thoun-Steffisbourg

Architecte Architekturwerkstatt 90, Thun/Gassner & Leuenberger Architekten AG, Thoun

Année de réalisation 2004

Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture du bâtiment principal, env. 1610 m² FOAMGLAS® TAPERED T4+ (toiture plate avec pente intégrée), épaisseur moyenne 142 mm, collée. Isolation du toit, terrasse praticable, 200 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 60 mm, collée

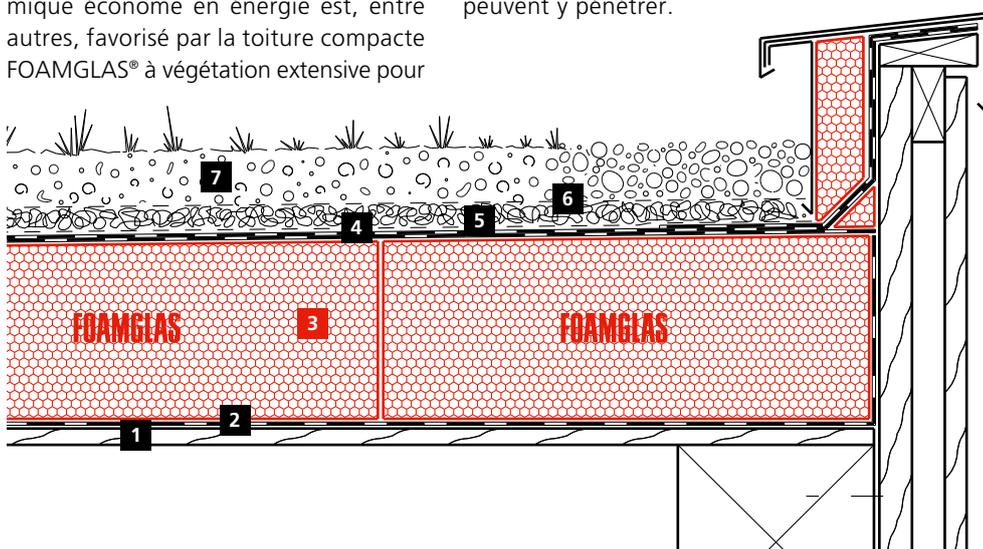
Couches d'utilisation Végétation extensive et dalles piétonnières

L'école de pédagogie curative HPS de la région Thoun-Steffisbourg offre aux enseignants un cadre leur permettant de tirer le meilleur des enfants et des jeunes présentant des handicaps mentaux. Outre une architecture nettement structurée, le choix des matériaux contribue aussi de manière essentielle au bon climat d'apprentissage. Le confort thermique économe en énergie est, entre autres, favorisé par la toiture compacte FOAMGLAS® à végétation extensive pour

laquelle des plaques T4+ à pente intégrée ont été utilisées. L'étanchéité à l'eau sur les plaques se compose de deux couches de lés d'étanchéité en bitume polymère avec protection antiracines intégrée dans la deuxième couche. La structure cellulaire de l'isolant en verre moussé apporte une sécurité supplémentaire, car ni les racines ni l'eau ne peuvent y pénétrer.

Compactes, étanches et sûres – les toitures plates ont de l'avenir

www.foamglas.ch



Construction

- 1 Élément porteur en bois
- 2 Couche de séparation en lé bitumineux
- 3 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation, voile non tissé
- 6 Drainage
- 7 Végétation extensive





Toiture compacte végétalisée

Bâtiments commerciaux «OPUS», Zoug

Architecte Axess Projects AG, Zoug

Année de réalisation 2005

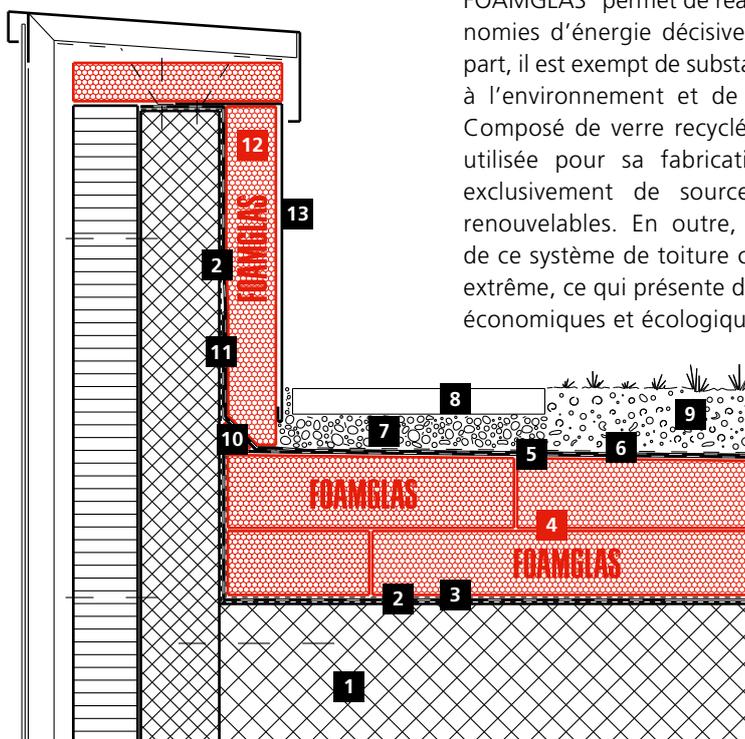
Application FOAMGLAS® Isolation des toitures, env. 7280 m² FOAMGLAS®

TAPERED T4+ (toiture plate avec pente intégrée), bicouche, épaisseur moyenne 200 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation extensive

Les toitures végétalisées ont, d'une manière générale, des incidences positives sur le climat alentour. La végétalisation rafraîchit et humidifie l'air. Elle filtre et lie les particules de poussière et atténue aussi le bruit de la circulation. Les espaces verts non seulement

déchargent les systèmes de canalisations urbains par la rétention des eaux pluviales, mais protègent aussi la toiture des intempéries. Le choix d'un système d'isolation thermique FOAMGLAS® concourt à la mise en œuvre cohérente de cette pensée écologique. D'une part, FOAMGLAS® permet de réaliser des économies d'énergie décisives et, d'autre part, il est exempt de substances nocives à l'environnement et de l'habitation. Composé de verre recyclé, l'électricité utilisée pour sa fabrication provient exclusivement de sources d'énergie renouvelables. En outre, la longévité de ce système de toiture compacte est extrême, ce qui présente des avantages économiques et écologiques.



Toiture plate comme concept écologique

www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Non tissé PP 800 g/m²
- 7 Lit de gravillons
- 8 Dalle en ciment
- 9 Végétation extensive
- 10 Pièce d'angle FOAMGLAS®
- 11 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 12 FOAMGLAS® T4+, collé avec PC® 56
- 13 Tôle de protection





Toiture compacte végétalisée

Centre administratif du DETEC, Ittigen

Concepteur GWJ Architekten AG, Berne

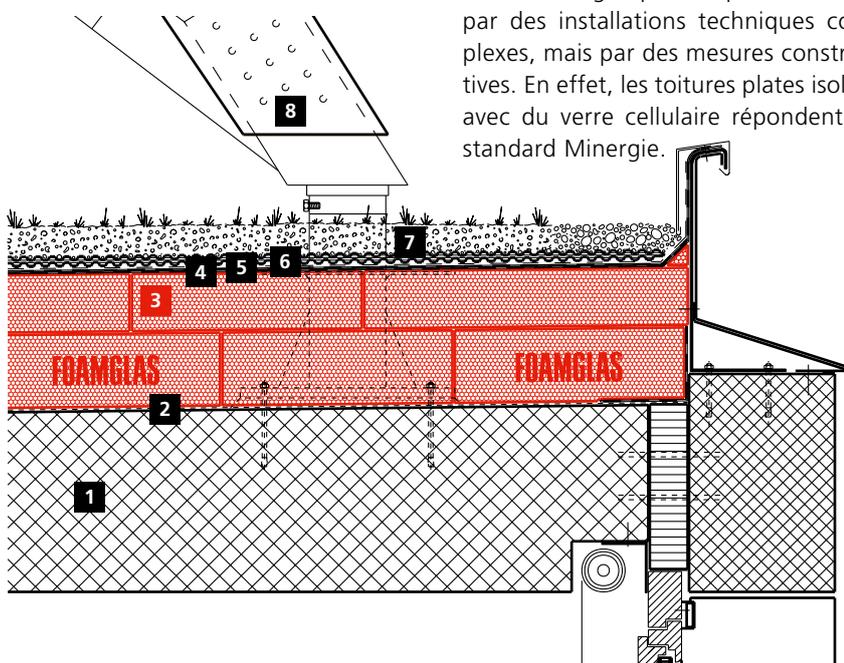
Année de réalisation 2005

Application FOAMGLAS® Isolation des toitures, env. 6260 m² FOAMGLAS® TAPERED T4+ (toiture plate avec pente intégrée), bicouche, épaisseur moyenne 270 mm et env. 496 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 140 mm, collée

Couche d'utilisation Végétation extensive

Impressionnant et durable. Ce sont ces deux mots qui caractérisent peut-être le mieux le Centre administratif du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC). Isolant d'avenir, FOAMGLAS® fait partie des matériaux durables sélectionnés délibérément. Cet isolant de sécurité est

constitué à 60% de verre recyclé. Et l'économie? Vu sous l'angle économique, la préférence ne s'est pas portée sur les produits apparemment moins chers, mais sur ceux qui, à long terme, génèrent les moindres coûts. Là encore, il s'agit d'un atout de FOAMGLAS®. Ainsi, le niveau élevé d'abaissement des besoins énergétiques n'a pas été obtenu par des installations techniques complexes, mais par des mesures constructives. En effet, les toitures plates isolées avec du verre cellulaire répondent au standard Minergie.



Construction de la toiture au standard Minergie optimisée sur le plan thermique

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Non tissé PP 800 g/m²
- 6 Drain/élément de retenue
- 7 Végétation extensive
- 8 Ferme de toiture





Toiture compacte végétalisée

The Home of FIFA, Zurich

Architecte Tilla Theus & Partner AG, Zurich

Année de réalisation 2006

Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture du bâtiment principal: env. 3470 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, collée. Isolation de la toiture du bâtiment des vestiaires: env. 1670 m² FOAMGLAS® TAPERED T4+ (toiture plate avec pente intégrée), bicouche, épaisseur moyennement 90/190/290 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation extensive

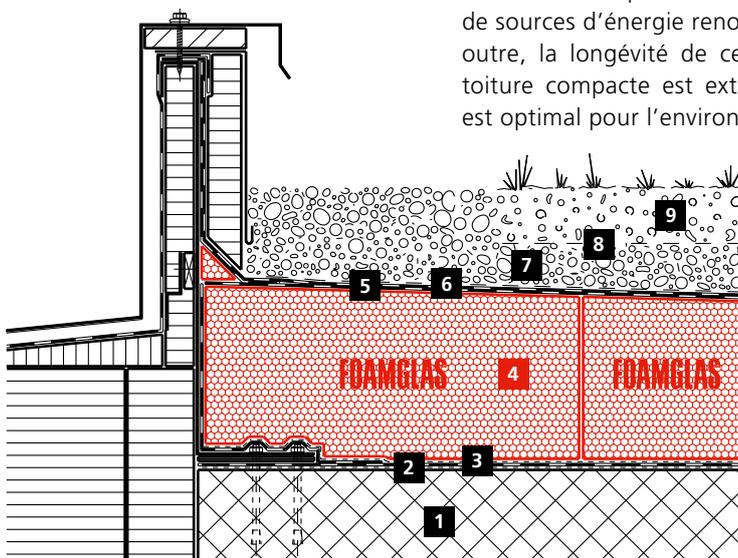
Des performances sportives extrêmes ont été nécessaires, à maints égards, pour construire le «Home of FIFA», c'est-à-dire la nouvelle demeure de la Fédération Internationale de Football Association. Il devait être construit dans un délai record ou presque, il fallait que le fair-play s'applique aussi aux aspects environnementaux, et des éléments footballistiques devaient, de plus, se glisser dans les édifices. Le nouveau bâtiment de la FIFA est une construction sans émissions. Grâce à l'utilisation d'une

technologie énergétique plus efficiente, il est possible de renoncer entièrement aux vecteurs d'énergie fossile. FOAMGLAS®, l'isolant de sécurité en verre cellulaire, est également un élément clé de ce concept d'énergie durable. D'une part, FOAMGLAS® permet de réaliser des économies d'énergie décisives et, d'autre part, il est exempt de substances nocives à l'environnement et de l'habitation. Composé de verre recyclé, l'électricité utilisée pour sa fabrication provient exclusivement de sources d'énergie renouvelables. En outre, la longévité de ce système de toiture compacte est extrême, ce qui est optimal pour l'environnement.

Toiture plate pour des performances écologiques et économiques maximales
www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Non tissé PP 800 g/m²
- 7 Gravier 8/16 (drainage)
- 8 Couche de séparation, voile non tissé
- 9 Végétation extensive





Toiture compacte végétalisée

Les Mondes du cristal Swarovski, Wattens

Direction artistique André Heller

Architecte Mag. Carmen Wiederin et Propeller Z, Vienne/Ing. Georg Malojer, Projektmanagement GmbH & Co, Innsbruck

Année de réalisation 1995/2003/2007

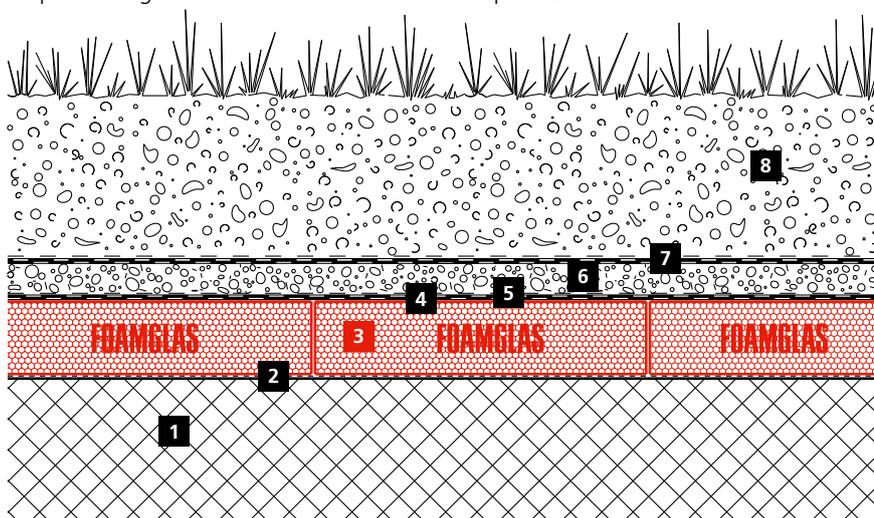
Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 5200 m²

FOAMGLAS® T4+, épaisseur 100 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation intensive

Comme dans le bâtiment d'origine des Mondes du cristal Swarovski, l'isolant FOAMGLAS® a été choisi pour les agrandissements consacrés aux «suites du conte de fée». Les Mondes du cristal sont souterrains. Les exigences posées au système de toiture sont d'autant plus grandes, car les réparations et assainissements de toitures vertes de cette taille sont fort onéreux. Et le cas échéant, ils risquent de gêner notablement le bon

fonctionnement du musée. Il était donc crucial d'avoir une isolation thermique de niveau élevé et constant, efficace durant des décennies, garantissant une imperméabilité totale de l'ouvrage. En outre, la résistance à la compression constituait également un critère décisif, du fait que la construction du toit est enfouie sous des mètres de remblai qui exercent une pression du sol correspondante.



FOAMGLAS® – construction de toit compacte sans risque d'infiltration
www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de protection, voile non tissé
- 6 Drainage
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Végétation intensive





Toiture compacte végétalisée

Grande surface spécialisée Brüttisellerkreuz, Dietlikon

Architecte Atelier WW, Zurich

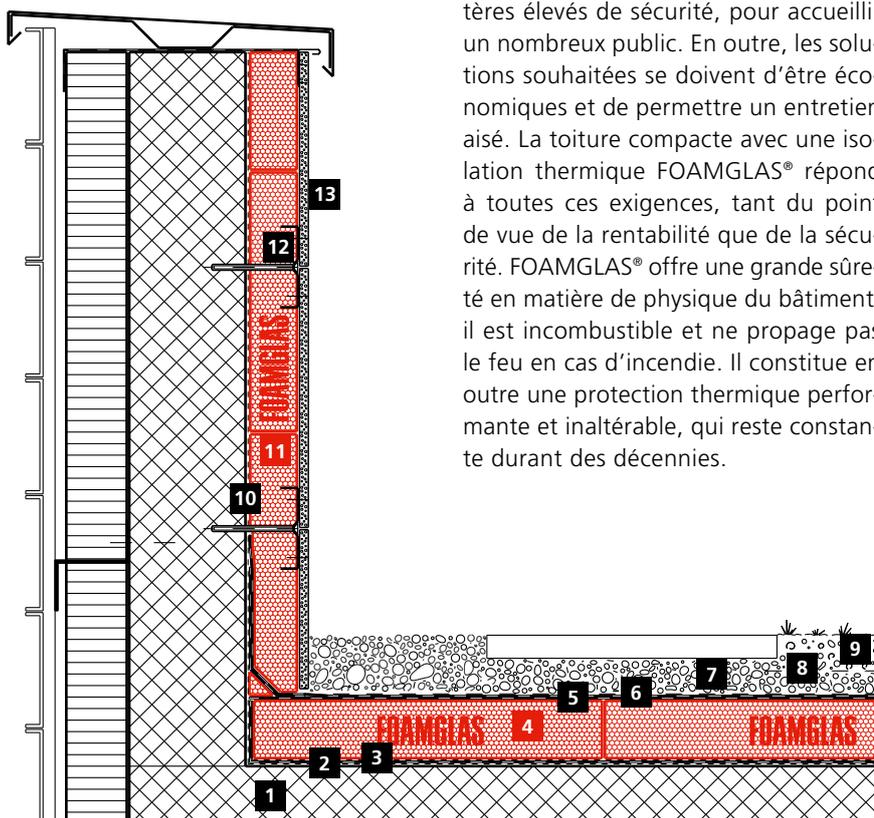
Année de réalisation 2003

Application FOAMGLAS® Isolations des toitures, env. 8290 m², FOAMGLAS® T4+, épaisseurs 60/80/100 mm et env. 1100 m² FOAMGLAS® F, épaisseur 100 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation extensive, dalles en ciment, Bituzim (revêtement percolé)

Des exigences particulières sont présentées pour des projets de construction à forte fréquentation tels que les

grands magasins, les centres commerciaux et les boutiques. En effet, ces bâtiments doivent répondre à des critères élevés de sécurité, pour accueillir un nombreux public. En outre, les solutions souhaitées se doivent d'être économiques et de permettre un entretien aisé. La toiture compacte avec une isolation thermique FOAMGLAS® répond à toutes ces exigences, tant du point de vue de la rentabilité 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.



Rentabilité et sécurité: la formule du succès de FOAMGLAS®

www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® T4+, posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Non tissé PP 800 g/m²
- 7 Gravier 8/16 (drainage)
- 8 Couche de séparation, voile non tissé
- 9 Végétation extensive
- 10 Enduit d'apprêt bitumineux
- 11 FOAMGLAS® T4+, collé avec PC® 56
- 12 Plaques de fixation PC (tôle à crampons)
- 13 Plaque de ciment (Aquapanel® Outdoor)





Toiture compacte végétalisée

Centre Patronal «La Verrière», Paudex

Concepteur Pierre & Fabien Steiner SA, Brent

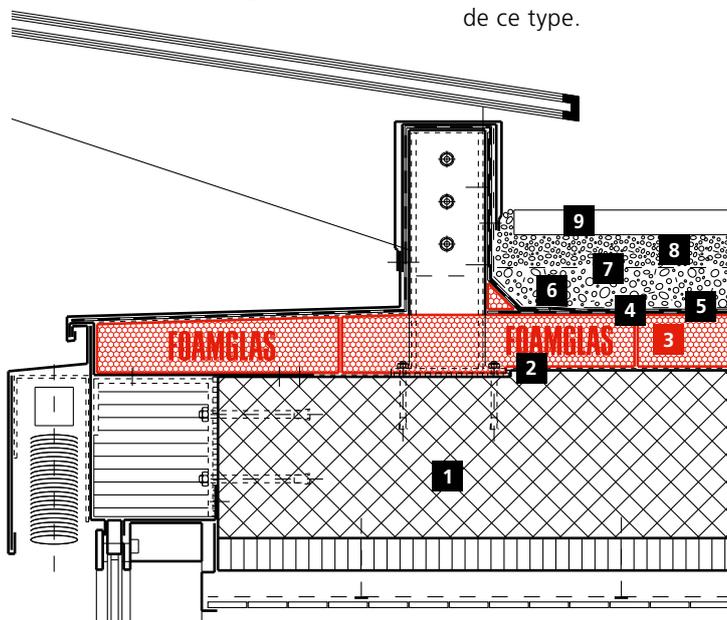
Année de réalisation 2000

Application FOAMGLAS® Isolation des toitures, env. 6600 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 200 mm et env. 900 m² FOAMGLAS® S3, épaisseurs 80/100 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation extensive/intensive

Les toitures plates végétalisées sont un plaisir pour les yeux qui va au-delà de l'aspect architectural. Elles garantissent aussi – grâce à FOAMGLAS® – une excellente isolation thermique et une protection parfaite de la substance bâtie. Du fait de sa résistance élevée à la compression, FOAMGLAS® est une isolation thermique idéale pour les toitures plates végétalisées. De plus, les toitures vertes permettent de décharger les canalisations

locales d'eaux pluviales et exercent une influence positive sur le micro-climat. Les qualités incomparables de FOAMGLAS®, telles qu'étanchéité absolue à la vapeur et à l'eau, résistance élevée à la compression, résistance aux acides et aux solvants organiques ainsi qu'à toutes les sortes de nuisibles, lui confèrent des avantages décisifs en termes de longévité et de rentabilité de constructions écologiques exemplaires de ce type.



Clairvoyance économique et écologique grâce à FOAMGLAS®

www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® S3, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de protection, voile non tissé
- 6 Argile expansée
- 7 Couche de séparation, voile non tissé
- 8 Gravillon
- 9 Dalle en ciment





**Toiture
compacte
carrossable**

Stade du Letzigrund, Zurich

Architecte Betrix & Consolascio Architectes avec Eric Maier, Erlenbach/Frei & Ehrensperger Architectes, Zurich

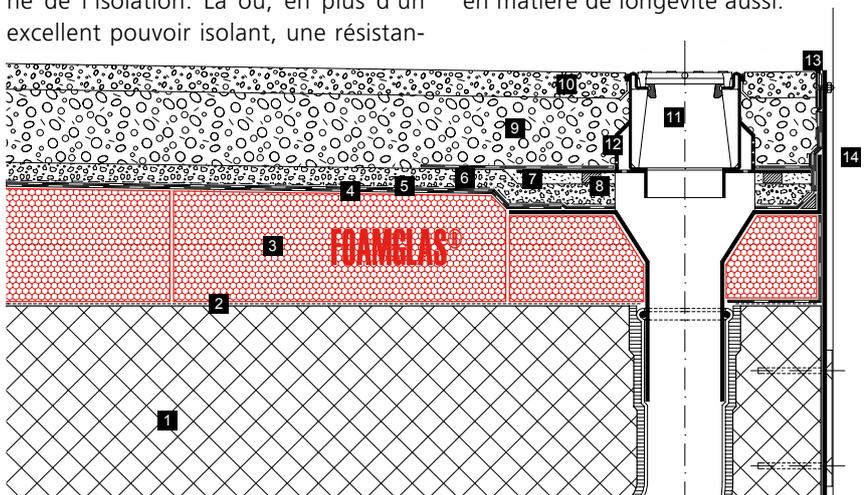
Année de réalisation 2007

Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 2680 m²
FOAMGLAS® TAPERED F (toiture plate avec pente intégrée), épaisseur moyenne 130 mm, collée

Couche d'utilisation Revêtement percolé

Élégant, sans être dominant, telle est la caractéristique architecturale marquante du nouveau Letzigrund. De minces piliers inclinés supportent la toiture du stade, l'espace intérieur est encastré dans le sous-sol. Le stade offre un écrin de choix pour les manifestations les plus variées et le football, mais aussi pour l'athlétisme (songeons à la prestigieuse manifestation «Weltklasse» de Zurich). FOAMGLAS®, à sa manière, est lui aussi prestigieux, dans le domaine de l'isolation. Là où, en plus d'un excellent pouvoir isolant, une résistan-

ce extrême à la compression est requise (dalles de toiture carrossables), l'isolant de sécurité est utilisé comme vecteur de performance. Il fait preuve de qualités hors pair, également du point de vue écologique. FOAMGLAS® est exempt de nuisances pour l'environnement et neutre du point de vue de la biologie de la construction. Le nouveau stade du Letzigrund mise de la sécurité en matière de construction. Or, cet isolant offre des résultats exceptionnels en matière de longévité aussi.



Des performances extrêmes: résistance à la compression, sécurité, longévité
www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® TAPERED F, 140-190mm, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation, voile non tissé
- 6 Couche de protection en asphalte coulé 30 mm
- 7 Mortier liquide
- 8 Latte de réglage, résistant à l'eau
- 9 Revêtement porteur HMT 90mm
- 10 couche de protection en asphalte coulé
- 11 Rigole
- 12 Échappement secondaires
- 13 Bande de serrage
- 14 Garde-fou





**Toiture
compacte
carrossable**

École professionnelle commerciale, Baden-Zurzach

Architecte / direction des travaux Neff Neumann Architekten AG, Zurich /
B + P Baurealisierungen AG, Zurich

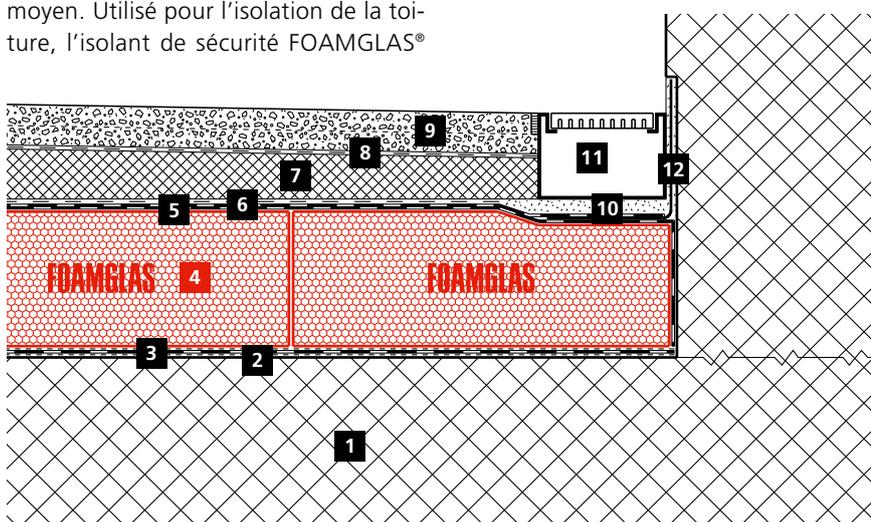
Année de réalisation 2006

Application FOAMGLAS® Isolation des toitures, env. 900 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseurs 160/240 mm et env. 485 m² FOAMGLAS® S3, épaisseur 160 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation extensive, asphalte coulé

L'agrandissement de l'école apporte une solution durable au manque de locaux de l'école commerciale. Le nouveau corps de bâtiment, par son positionnement précis, réunit les édifices existants (école et halles de gymnastique) en un tout cohérent. L'agrandissement est une construction en béton apparent dont l'efficacité énergétique s'avère supérieure au standard SIA moyen. Utilisé pour l'isolation de la toiture, l'isolant de sécurité FOAMGLAS®

joue un rôle essentiel à cet effet. Et ce, pas uniquement du fait qu'il offre un excellent coefficient d'isolation. Ses qualités spécifiques d'isolant en verre cellulaire portant, entre autres, sur l'étanchéité absolue à l'eau et la vapeur, la résistance à la compression et l'incombustibilité, mais aussi ses avantages écologiques et sa longévité, ont contribué au fait qu'il ait été choisi.



**FOAMGLAS® –
exemple typique d'un
matériau de construc-
tion d'avenir**
www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 **FOAMGLAS® S3, posé au bitume chaud**
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Couche de séparation, film en polyéthylène
- 7 Plaque de répartition de pression 50–120 mm
- 8 Non-tissé de séparation bituminé
- 9 Asphalte coulé 2 x 25 mm
- 10 Mortier avec gravier
- 11 Rigole
- 12 Bande de raccord





**Toiture
compacte
carrossable**

Musée Rietberg, Zurich

Architecte A. Grazioli / A. Krischanitz, Berlin / Vienne

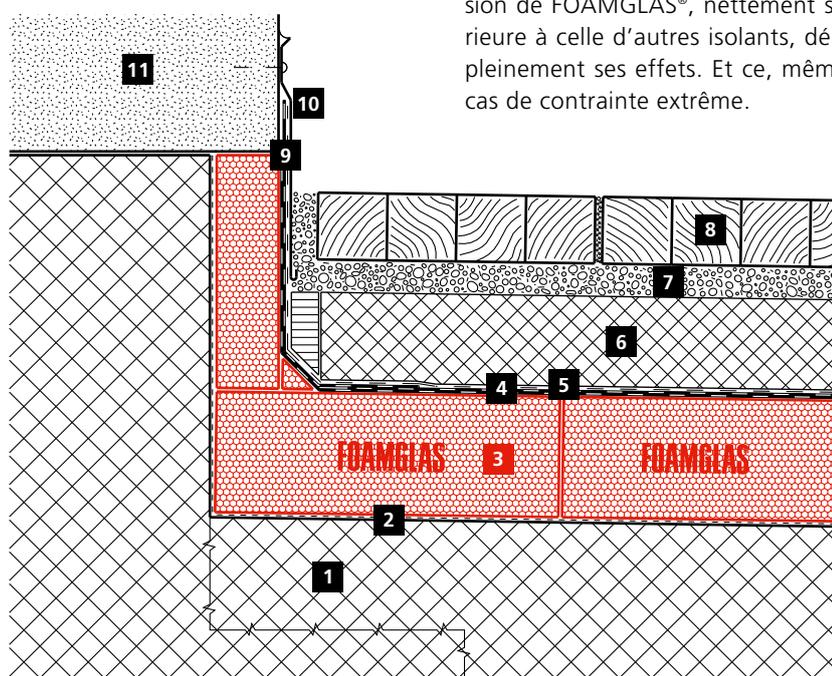
Année de réalisation 2006

Application FOAMGLAS® Isolation des toitures, env. 480 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 160 mm, et env. 850 m² FOAMGLAS® S3, épaisseur 160 mm, collée

Couches d'utilisation Végétation intensive / pavés de bois

FOAMGLAS® est employé au point de jonction délicat entre surface et sous-sol. Utilisé en «toiture compacte végétalisée», l'isolant de sécurité convainc par sa résistance absolue à l'eau et à la vapeur. Les toitures végétalisées sont exposées à des charges d'humidité et de vapeur accrues. L'isolant en verre

cellulaire exclut toute formation de condensation, mais aussi les infiltrations et la pénétration de racines dans la couverture du toit. Autres avantages: sa résistance aux acides ainsi qu'aux rongeurs ou insectes (pas de pourrissement). Dans une «toiture compacte carrossable», la résistance à la compression de FOAMGLAS®, nettement supérieure à celle d'autres isolants, déploie pleinement ses effets. Et ce, même en cas de contrainte extrême.



**L'isolant FOAMGLAS®
satisfait aux plus
hautes exigences
de sécurité**

www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton en pente
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 FOAMGLAS® S3, posé au bitume chaud
- 4 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 5 Couche de séparation, film en polyéthylène
- 6 Plaque de répartition de pression 120 mm
- 7 Lit de gravillons 40 mm
- 8 Pavés de bois 90/90/90 mm
- 9 Couche de séparation, voile non tissé
- 10 Bandes de recouvrement
- 11 Grès existant





**Toiture
compacte
carrossable**

Centre commercial Migros, Affoltern (ZH)

Concepteur Bauengineering AG, Zurich

Année de réalisation 2005

Application FOAMGLAS® Isolation des toitures,
env. 4215 m² FOAMGLAS® S3, épaisseur 120 mm et env. 1295 m²
FOAMGLAS® T4+, épaisseur 120 mm, collée

Couches d'utilisation Plaque de répartition de pression/végétation extensive

Les caisses de pension ont une grande responsabilité en matière de fonds de prévoyance. Une bonne partie d'entre eux sont investis dans l'immobilier. En tant que maître d'ouvrage, la caisse de pension Migros assume pleinement cette responsabilité. Dans ce contexte, ce n'est pas la maximisation du gain qui est privilégiée en recourant à des solutions pas chères, mais un mélange équilibré entre rentabilité et sécurité par le choix de systèmes de construction de qualité et durables. Cela vaut

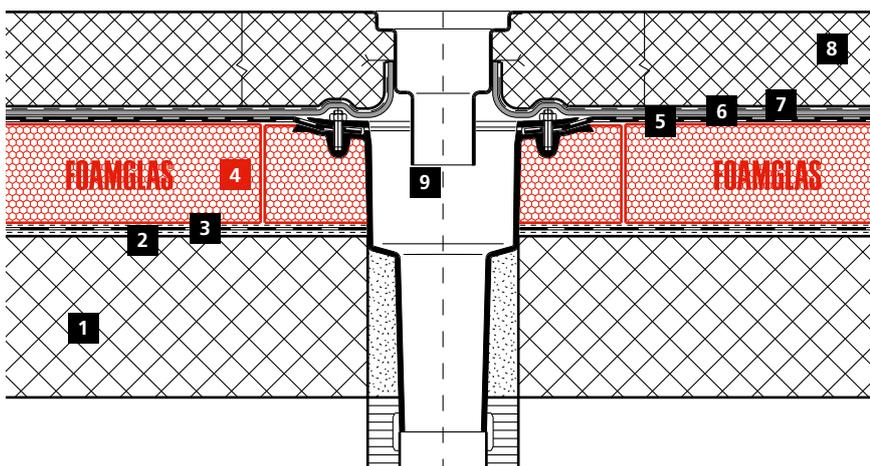
tout particulièrement pour les toitures plates qui, pour des raisons écologiques et économiques, doivent pouvoir atteindre une longue durée de vie. L'élimination ultérieure doit, elle aussi, pouvoir se faire sans problèmes et sans nuisances pour l'homme et l'environnement. La toiture compacte dotée d'une couche d'isolation thermique FOAMGLAS® offre donc, grâce au matériau et au système utilisés, une solution rentable sur le long terme, qui maintient la valeur de la toiture.

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

www.foamglas.ch

Construction

- 1 Élément porteur en béton
- 2 Enduit d'apprêt bitumineux
- 3 Étanchéité provisoire
- 4 FOAMGLAS® S3, posé au bitume chaud
- 5 Étanchéité bicouche bitumineuse
- 6 Natte en granules de caoutchouc
- 7 Film en polyéthylène
- 8 Plaque de répartition de pression
- 9 Écoulement ACO Passavant





**Toiture nue
compacte sans
couche d'utili-
sation ou de
protection**

Bâtiment administratif de la douane marchande, Chiasso

Architectes Massimo Marazzi et Elio Ostinelli, Chiasso

Année de réalisation 2005

Application FOAMGLAS® Isolation de la toiture, env. 330 m² FOAMGLAS® T4+, épaisseur 200 mm, bicouche, collée

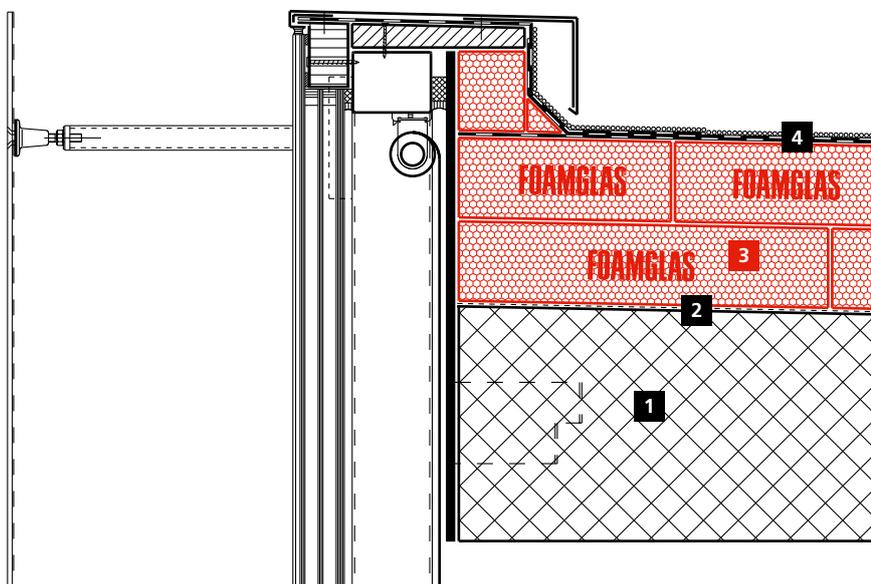
Couche d'utilisation Étanchéité bicouche, deuxième couche ardoisée (toiture nue)

Pour le premier édifice public du canton du Tessin remplissant le standard Minergie, une qualité thermique élevée de l'enveloppe, y compris de la toiture, s'imposait. FOAMGLAS® joue en la matière un rôle primordial. En effet, l'isolant en verre cellulaire permet de construire une toiture plate extrêmement sûre, constituée uniquement de

quelques composants. Toutes les couches sont étroitement reliées entre elles. Toute présence d'eau dans les couches est donc impossible. Le système exclut toute pénétration d'humidité et toute infiltration d'eau dans la couche d'isolation. La construction est, par conséquent, sûre et d'un entretien facile.

**Longévité, rentabilité
et sécurité grâce à un
système ingénieux**

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





1

- 1 École secondaire Weid, Pfäffikon
- 2 Un défaut de stabilité dimensionnelle entraîne un fort cintrage et les joints des lés de toiture se fissurent.

Constructions au-dessus de pièces chauffées

Pour la construction d'une toiture plate avec isolation thermique, on distingue les formes d'exécution suivantes: toiture plate monocouche (toiture chaude), toiture inversée et toiture plate bicouche (toiture froide). Les toitures plates connaissent de façon récurrente des problèmes inutiles qu'il serait facile d'éviter avec FOAMGLAS®. Nous en présenterons quelques-uns ci-après.

Toiture chaude

Si, pour réaliser une toiture plate, on recourt à des isolants qui ne résistent pas à la pluie et à l'alternance gel-rosée ou qui perdent de leurs propriétés isolantes, il faut placer une étanchéité au-dessus de l'isolation. Les étanchéités ayant souvent un pouvoir inhibant fortement la diffusion, il convient de poser un pare-vapeur sous l'isolation thermique.

■ L'utilisation de FOAMGLAS® sur un support plan rigide permet de renoncer au pare-vapeur, car les toitures compactes en verre cellulaire sont imperméables à la diffusion.

Lorsque l'isolation posée sur l'étanchéité est soumise à des charges ponctuelles

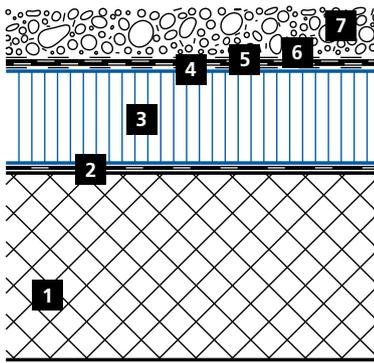
dépassant la résistance à la compression de l'isolant, de sorte que celui-ci cède ou se tasse, il existe un risque accru de perforation pour l'étanchéité. De même, le manque de stabilité dimensionnelle des isolants peut endommager la couverture.

■ FOAMGLAS® est absolument stable dimensionnellement, extrêmement résistant à la compression et au fluage, même sous charge de longue durée. Cela minimise le risque de fuites dues à des charges de pression trop fortes.

En cas de faiblesse de l'étanchéité, l'eau qui pénètre peut, en général, se répartir



2

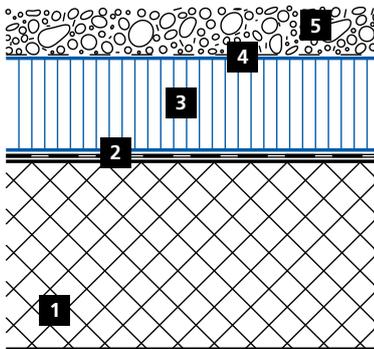


Construction d'une toiture non ventilée (toiture chaude)

- 1 Élément porteur de la toiture (par exemple béton armé)
- 2 Pare-vapeur
- 3 Isolation thermique (au besoin comme isolation en pente)
- 4 Couche de séparation, si nécessaire par le lé d'étanchéité
- 5 Étanchéité
- 6 Couche de séparation et de protection
- 7 Couche d'utilisation

horizontalement au niveau de l'isolation. Avec FOAMGLAS®, il n'y a pas d'infiltration sous la toiture. Tous les composants du système sont collés entre eux de manière compacte, les éventuels endroits endommagés peuvent être clairement localisés. De plus, le verre cellulaire n'absorbe pas d'humidité. L'eau ne peut donc se répandre.

Généralement, l'eau pénètre en premier par des interstices existant dans le pare-vapeur, puis ressort vers le bas, après avoir longuement transité par la dalle de béton armé. Le repérage des fuites est laborieux et les conséquences de cette pénétration d'humidité peuvent être désastreuses pour l'isolation thermique.



Construction d'une toiture non ventilée (toiture inversée)

- 1 Élément porteur de la toiture (par exemple béton armé)
- 2 Étanchéité
- 3 Panneau de mousse rigide en polystyrène extrudé (XPS) avec battue
- 4 Voile filtrant (perméable à la diffusion)
- 5 Couche d'utilisation

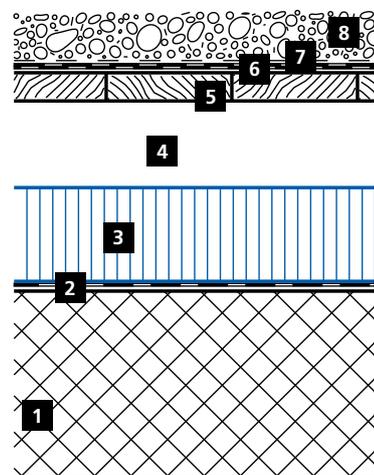
Comme pour la toiture compacte en FOAMGLAS®, là non plus il n'y a pas d'infiltration dans la surface de la toiture, car l'étanchéité est fortement collée au support.

Toiture inversée

L'étanchéité peut être posée directement sur la dalle porteuse si l'absorption d'eau des isolants utilisés est insignifiante, même en cas de variations de la sollicitation à l'eau. En pareil cas, on utilise des mousses rigides de polystyrène extrudé XPS.

Mais du fait que les plaques d'isolant sont constamment immergées dans l'eau et que le polystyrène extrudé XPS n'est pas imperméable à la diffusion, il peut se former de l'eau de condensation dans l'isolant en raison de couches de revêtement empêchant la diffusion, ce qui aura pour effet de diminuer nettement les propriétés de protection thermique. Des déperditions supplémentaires de chaleur se produisent à cause de l'eau pluviale qui s'écoule sous les plaques d'isolant. Il est important d'éviter des couches constamment humides comme le lit de sable des revêtements de terrasse, et surtout les submersions, car celles-ci agissent comme un pare-vapeur en surface.

Par ailleurs, il faut garantir pour les toitures inversées végétalisées selon la norme SIA 271 que la protection thermique ne soit pas altérée par la pénétration de racines. Or, les lés antiracines sont étanches à la vapeur et ne satisfont pas à l'exigence d'une couche extérieure ouverte à la diffusion de vapeur.



Construction d'une toiture ventilée (toiture froide)

- 1 Élément porteur de la toiture (par exemple béton armé)
- 2 Pare-vapeur
- 3 Isolation thermique
- 4 Espace de ventilation
- 5 Support (par exemple support en bois)
- 6 Couche de séparation
- 7 Étanchéité
- 8 Couche d'utilisation

■ **Étant donné que le verre cellulaire est absolument étanche à la vapeur et qu'il n'absorbe pas d'humidité, les problèmes de condensation et les déperditions thermiques sont exclus d'emblée. L'isolant reste donc toujours sec et dénué de racines de plantes.**

Des défauts de planéité ou des déformations du support peuvent également avoir des effets négatifs sur l'étanchéité et, le cas échéant, l'endommager. De même, des inégalités dans la surface d'étanchéité (par exemple à l'endroit du chevauchement des lés des membranes bitumineuses, notamment pour les lés soudés de 5 mm d'épaisseur) peuvent causer des creux dans l'isolant. Cela risque de poser problème, en particulier sur des surfaces carrossables revêtues de pavages en béton. **FOAMGLAS® peut être travaillé de manière simple et rationnelle. Les irrégularités du support répercutées sur l'isolation en FOAMGLAS® sont tout simplement rectifiées par abrasion. Cela garantit un support sûr, sans vides et optimal pour l'étanchéité.**

Toiture froide

Cette construction se compose d'une couche inférieure, en général dotée d'une isolation thermique, et d'une couche supérieure pourvue d'une étanchéité servant de protection contre les intempéries. Ces couches sont séparées par un espace de ventilation. Quand l'aération fonctionne, cela permet d'éviter la formation néfaste d'eau de condensation. Comparées aux toitures chaudes traditionnelles, les toitures froides présentent l'avantage de permettre à une

isolation qui se charge en humidité durant la période de construction de sécher.

■ **Les systèmes de toitures utilisant FOAMGLAS® n'ont pas besoin de sous-ventilation car le verre cellulaire est étanche à la vapeur, ce qui évite toute condensation. De plus, le verre cellulaire n'absorbe pas d'humidité. Le risque que l'isolation soit posée en étant mouillée ou humide en raison de la pluie ou du brouillard est donc supprimé.**

De très petites fuites n'ont guère d'incidences du fait de la possibilité de séchage. En cas de défauts d'étanchéité plus importants, cet effet peut être également obtenu après réparation du dommage (sans démolition des couches de la toiture). Toutefois, le repérage des fuites est laborieux en raison de la «migration de l'eau».

■ **La toiture compacte FOAMGLAS® se distingue entre autres par le fait qu'en raison du collage complet des plaques entre elles et avec les couches contiguës, il ne se produit pas d'infiltration d'eau dans la surface de couverture. Le repérage d'une fuite éventuelle est d'autant plus facile.**

Les toitures plates pour lesquelles une exploitation est prévue sont rarement exécutées sous forme de toitures froides, car la charge supplémentaire attendue en complique la construction.

Toiture plate avec pente intégrée

Dans la ligne de pente de la surface, l'étanchéité doit présenter une pente d'au moins 1,5 % dans le sens de l'écoulement. Si la pente est inférieure, il convient de prendre d'autres mesures, par exemple améliorer le drainage en abaissant les naissances d'eau de pluie d'au moins 20 mm en dessous du plan de l'étanchéité. Il est interdit de descendre en dessous de la pente minimale pour les balcons, les toits et terrasses accessibles aux piétons, les toits sans couche de protection, les toits revêtus en asphalte coulé et les constructions en bois non ventilées (cf. SIA 271).

Pour les toitures chaudes, la pente peut être obtenue soit au niveau du support, soit au moyen de plaques d'isolation à pente intégrée.

Une isolation avec pente intégrée n'est pas possible pour les toitures inversées avec du polystyrène extrudé, car des rectifications par abrasion sont de tou-

- 3 Isolation en matière synthétique pénétrée de racines
- 4 Zones saturées d'eau dans l'isolation d'une toiture inversée
- 5 Couche d'isolation thermique imprégnée d'humidité sous le pavage



te façon nécessaires. Or, une peau de mousse intacte est indispensable pour le bon fonctionnement de ce système de toiture. L'abaissement des naissances d'eau de pluie (en cas de pente inférieure à la pente minimale) pose aussi problème ici du fait que l'étanchéité repose sur la dalle de béton armé et qu'il n'est pas simplement possible d'effectuer après coup des renforcements dans un matériau isolant «mou». À cela s'ajoute le fait qu'une contre pente n'est pas autorisée pour les toitures avec une isolation thermique sur l'étanchéité en état d'utilisation. Cela exclut donc par principe (pour des raisons de tolérances constructives) de concevoir des toitures inversées horizontales, contrairement aux toitures chaudes.

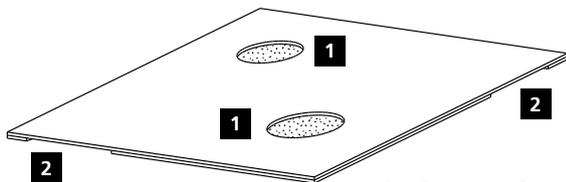
■ **FOAMGLAS® détient la solution avec le système Tapered Roof. Dans ce système d'isolation, la pente est**

intégrée dans l'isolation thermique. La toiture compacte avec pente intégrée est donc conseillée partout où une pente est nécessaire, mais où il ne serait pas adéquat de former la déclivité dans la sous-construction, pour des raisons statiques ou d'écoulement.

Pour éviter une infiltration d'eau dans les toitures inversées et compactes collées avec du verre cellulaire, il faut éviter les chapes de pente séparées, bétonnées par dessus. Autrement, en cas de porosité ou d'inétanchéité de la chape, l'eau peut suinter dans ces couches sur de longues distances lorsque, par exemple, les raccords des bordures de toiture, des seuils de porte ou des gouttières d'écoulement des eaux pluviales n'ont pas été effectués convenablement.

Étanchéité monocouche ou bicouche?

La préférence donnée aux étanchéités bicouche s'explique par leur meilleur comportement aux perforations des couches d'isolation reposant en général sur les étanchéités, mais aussi par leur plus grande fiabilité concernant les points défectueux dans les couches prises individuellement, provenant de la fabrication ou de la mise en œuvre. Alors qu'une membrane d'étanchéité monocouche nécessite impérativement partout une étanchéité absolue, même au niveau des joints par exemple, les endroits défectueux d'un lé individuel ne provoquent pas de fuites dans la toiture quand il s'agit de lés multicouches, collés entre eux.



- 1 Endroits défectueux dans la couche supérieure
- 2 Endroits défectueux dans la couche inférieure

Dans les lés à deux couches collées entre elles, des défauts répartis de façon aléatoire dans les couches individuelles n'entraînent pas d'infiltrations.



1 Stade de Suisse Wankdorf, Bern

Types d'exploitation et de construction

Les toitures compactes sont classées en différents types de toiture, en fonction de leur utilisation: Toiture compacte lestée au gravier, toiture compacte avec protection pour terrasse, toiture compacte végétalisée, toiture compacte carrossable et toiture compacte sans couche d'utilisation ou de protection. La vue d'ensemble ci-dessous présente les différents types d'utilisation ainsi que les caractéristiques constructives correspondantes. Une attention particulière est accordée à la fiabilité, en vue d'éviter d'éventuels dommages.

Toiture compacte lestée au gravier

La toiture compacte lestée au gravier est une toiture plate à laquelle on accède uniquement à des fins d'entretien. L'isolation thermique se compose de plaques FOAMGLAS® T4+, posées en pleine adhérence au bitume chaud, sur lesquelles une étanchéité bicouche en lés bitumineux est soudée ou collée. Par-dessus, une couche de protection, par exemple un voile non tissé en fibres synthétiques, est mise en œuvre pour servir de protection mécanique. Un revêtement de protection final en gravier rond lavé offre une protection contre les actions mécaniques et les UV.

■ **Le principe de construction des différents systèmes de toiture FOAMGLAS® est présenté en page 9.**

Toiture compacte accessible pour terrasse

Il s'agit de surfaces de toit qui, en général, se trouvent à proximité de pièces de séjour, au-dessus d'espaces chauffés et qui sont utilisés comme terrasses accessibles. La construction des couches, y compris l'étanchéité, correspond à celle d'une toiture compacte à praticabilité limitée. Si les exigences en matière d'isolation contre les bruits d'impact sont plus grandes, il est possible de poser des nattes isolantes au lieu de nattes non tissées. Les surfaces utiles sont en général couvertes de dalles de céramique, de béton, de pierre artificielle ou naturelle, plus rarement de revêtements d'asphalte ou de caillebotis en bois. Les revêtements sont soit collés sur des chapes de ciment, soit posés sur une couche de gravier ou sur des plots.

Toiture compacte végétalisée

Une distinction est établie entre végétation extensive et intensive. La végétation extensive est caractérisée par des plantations basses peu gourmandes en eau et en substances nutritives et nécessitant une faible épaisseur de substrat. Cette végétalisation est possible à partir de couches de substrat de 5 à 10 cm d'épaisseur. Le concept est aussi applicable sur des surfaces de toiture inclinées.



- 2 Couche d'isolation pénétrée par les racines
- 3 Déformation du pavage due à un support trop souple ou élastique
- 4 Défectuosité des dalles et soulèvement du seuil en raison du tassement du support isolant

Par végétalisation intensive de toiture on entend des formes traditionnelles de toitures jardins utilisables et entretenues régulièrement qui autorisent quasiment une diversité illimitée de plantes et d'arrangements. Elle se caractérise par des plantations nécessitant des couches de terre végétale de 15 cm à 1,5 m environ d'épaisseur. Selon le type de plantation et les exigences que pose celle-ci, on distingue entre une «végétation intensive simple» (herbes, plantes vivaces, arbustes) et une «végétation intensive» (où l'on trouve aussi des végétaux de taille importante). Une toiture compacte végétalisée présente les couches fonctionnelles suivantes (du haut vers le bas) au-dessus de l'étanchéité:

Couche de substrat / terre végétale: Sert de base de croissance pour les plantes

Couche filtrante: Empêche les fines particules du sol d'obstruer la couche drainante et de la contaminer

Couche drainante: Évacue l'eau en surplus ou la retient

Couche de protection: Évite l'endommagement mécanique et protège la couche antiracines et l'étanchéité contre l'endommagement

Couche antiracines: Protège l'étanchéité contre la pénétration de racines (inutile en cas de mise en œuvre d'une étanchéité ne permettant pas la pénétration des racines)

Pour la végétalisation extensive, une pente d'au moins 1,5 % est conseillée pour l'étanchéité. Pour la végétalisation intensive, une irrigation par retenue sur une étanchéité sans pente intégrée suffit généralement, en raison de large exploitation de l'eau de pluie. La verdure protège certes l'étanchéité du toit des influences thermiques. Mais les sollici-

tations supplémentaires représentent néanmoins un certain «risque de dommage»:

■ **Mise en valeur et travaux de jardinage (risques d'endommagement mécaniques)**

Les travaux de recherche et de réparation de fuites sont, en cas de végétalisation extensive, comparables à ceux de toitures-terrasses avec des dalles sur lit de gravier. En revanche, en cas de végétalisation intensive (couches de substrat épaisses, etc.), les travaux peuvent être extrêmement laborieux.

Étant donné qu'en général l'endroit de pénétration de l'eau et celui de la fuite ne se situent pas directement l'un sous l'autre, il faut donc privilégier les constructions et matériaux qui diminuent ou évitent l'infiltration d'eau dans la couche d'isolation thermique: par exemple les systèmes de toiture compacte FOAMGLAS® où toutes les couches sont collées en plein.

Toiture compacte carrossable

Dans ce contexte, la résistance à la compression nettement supérieur de FOAMGLAS® par rapport à d'autres isolants déploie pleinement ses effets. Et ce, même en cas de charge extrêmement élevée – par exemple pour la circulation de camions. Les contraintes à la compression admissibles peuvent être pleinement exploitées, sans que la couche isolante ne subisse de fluage. Il en résulte des constructions plus sûres et plus minces.

Les toitures-parkings isolées thermiquement et conçues comme toitures compactes sont rendues étanches par des étanchéités sous forme de membranes

au-dessus de l'isolation thermique. Il est nécessaire d'avoir sur cette étanchéité une couche de protection et de répartition des charges. L'épaisseur de la plaque de répartition de pression dépend de la sollicitation et des charges par roue à absorber. Si le choix se porte sur un revêtement carrossable en asphalte coulé, il faut prévoir au-dessous de la double couche d'asphalte coulé une dalle de répartition en béton armé. Celle-ci est tout au moins nécessaire pour la partie non couverte d'une toiture-parking où le réchauffement peut être important et causer le ramollissement de l'asphalte coulé. Par comparaison à une toiture plate non utilisée, les toitures parkings sont confrontées à des sollicitations supplémentaires élevées, par exemple des contraintes à supporter :

- par l'étanchéité en raison du revêtement carrossable et de la charge mobile
- dues au freinage, à l'accélération et à la force centrifuge dans les virages
- par les raccords des plaques de grande taille et par les joints au niveau de la couche de répartition des charges
- par l'étanchéité du fait de déformations de la plaque de béton posée directement dessus (variations de température)
- dues à des tensions au niveau de fissures de la couche de répartition des charges (par exemple joints manquants ou insuffisants).

■ par l'étanchéité du fait de déformations de l'ossature porteuse par les charges mobiles

■ par l'étanchéité pendant la durée du chantier (par exemple travaux de bétonnage ou de pavage)

■ dues à des tensions au niveau des bords du revêtement devant des éléments de construction montants (notamment en cas de structure rigide de la couche d'usage).

Il ressort clairement de ces diverses contraintes que le choix d'une étanchéité et d'une isolation thermique optimales pour la durée de vie d'une toiture-parking est d'une importance essentielle. Et surtout l'étanchéité doit être tout aussi robuste que souple.

Fiabilité des sections transversales de toiture-parking: La recherche de fuite sur les toitures chaudes avec les dalles de béton armé s'avère, le cas échéant, très compliquée généralement du fait des longues voies d'infiltration et les réparations laborieuses. C'est pourquoi, une fois de plus, FOAMGLAS® est conseillé. En effet, une couche d'isolation thermique réalisée avec l'isolant de sécurité en verre cellulaire posé sans vides en pleine adhérence au bitume chaud avec le plus grand soin (avec une étanchéité bitumineuse collée à l'arrosoir sur toute la surface) permet de limiter le risque d'infiltration d'eau.

Toiture compacte nue sans couche d'utilisation ou de protection

Quand la fonctionnalité et le faible poids prévalent, une toiture sans couche de protection et d'usage est alors idéale. La toiture doit néanmoins pouvoir résister à une tempête. Les charges du vent doivent pouvoir être évacuées de façon sûre. Dans une toiture nue avec FOAMGLAS®, cela est obtenu par le collage de toutes les couches. Étant donné que les toitures nues sont utilisées principalement pour les toitures industrielles légères sur bac acier, nous nous attarderons au paragraphe suivant sur ce cas particulier qu'est la toiture nue.

Toiture industrielle légère: Le mode de construction légère est de plus en plus apprécié pour les bâtiments commerciaux et industriels. Par conséquent, on recourt davantage à des systèmes de toiture plate sans couche d'usage et de protection. Quand l'usage fait des locaux requiert une couche d'isolation thermique, il faut dès lors satisfaire à des exigences particulières en termes de statique et de physique du bâtiment. Bien souvent, les concepts classiques d'isolation n'offrent pas, à long terme, les aspects de sécurité que procurent les systèmes FOAMGLAS®. En effet, ces derniers se composent de verre cellulaire hautement résistant, incombustible et présentent des avantages hors pair.



- 5 Formation nette de plis du pare-vapeur. Conséquence: le flux d'air apporte de l'humidité dans la couche d'isolation.
- 6 Dégâts dus à la corrosion sur une toiture métallique légère
- 7 Tôle à ondes trapézoïdales avec perforations vue du dessous. Chacune des fixations de l'isolation forme un pont thermique et constitue le point de départ pour des dégâts dus à la corrosion.
- 8 En raison de la condensation et de la sollicitation au cisaillement, les fixations finissent généralement par être rongées par la rouille.

Collage en pleine adhérence: exigences particulières. Pour les bacs acier de toitures industrielles légères, la tendance actuelle est clairement aux tôles toujours plus fines de plus grande envergure et aux ondes plus écartées. Ceci permet à FOAMGLAS® de mettre à profit l'un de ses points forts d'une manière particulière.

Les panneaux ou plaques sont assemblés solidairement avec la tôle trapézoïdale. Le collage et la résistance élevée à la compression ainsi que la stabilité dimensionnelle prouvée produisent une rigidification nette du système dans son ensemble.

L'incombustibilité et l'étanchéité absolue à la vapeur et à l'eau du verre cellulaire sont d'autres atouts permettant d'éviter d'éventuels dommages, comme nous le verrons ci-après.

Les dégâts et comment les éviter

L'analyse de dommages typiques des toitures plates sur bac acier montre qu'on peut les classer en quatre groupes:

■ **Défectuosité de l'étanchéité de la toiture (action extérieure de l'humidité) – en raison, par exemple, de l'assemblage de matériaux différents, de l'absence de fixation des raccords et fermetures, de défauts dans les joints et les raccords de l'étanchéité**

■ **Erreurs de construction et de fonctionnement – par exemple non-respect de la physique du bâtiment (diffusion de vapeur d'eau et isolation thermique), pose d'isolants humides**

■ **Dégâts causés par la tempête – par exemple manque d'ancrages des débords de toit ou défauts de collage**

■ **Altération des matériaux, défaillance des matériaux: écaillage des couches de finition, fissurations dues au rayonnement UV, membranes bitumineuses inappropriées.**

«Une toiture plate n'est bonne que si ses raccords le sont»: effectivement, outre les dommages relevant de la

physique du bâtiment, ce sont les raccords défectueux qui sont la cause la plus fréquente de dégâts.

Aspects de la physique du bâtiment

Les profilés en acier possèdent, contrairement aux lourdes structures en béton, une faible capacité de stockage thermique et des variations de température influent plus rapidement sur le climat intérieur des pièces. De plus, ils ne peuvent pas absorber d'humidité provenant de l'air des pièces. De ce fait, si l'isolation thermique est insuffisante, il se forme plus vite et plus fréquemment de la condensation sur la face inférieure des profilés pouvant générer des dommages importants.

Il faut donc s'assurer que la couche d'isolation thermique d'une épaisseur suffisante reste durablement sèche même après la pose, tout en tenant compte aussi du transport d'humidité par diffusion de vapeur. Il s'agit aussi d'éviter que de l'air ambiant, chaud et humide, ne se condense dans la section transversale de l'isolant. Concrètement, cela signifie qu'il faut poser des pare-vapeur/pare-air raccordés de façon hermétique à l'air ce qui, bien souvent, ne peut pas être réalisé manuellement.

FOAMGLAS®, avec ses millions de cellules de verre hermétiquement closes, est un isolant hygroscopique, absolument étanche à l'eau et à la vapeur, insensible à l'humidité. En raison de sa structure cellulaire, le pare-vapeur est en fait déjà «incorporé».

Toute détérioration de son efficacité due à l'eau ou à la vapeur d'eau est exclue. Même l'endommagement de la couverture du toit n'altère pas son bon fonctionnement. En outre, le dommage reste local et circonscrit.

Aucun risque de corrosion

Une toiture utilisant des fixations mécaniques pour l'isolation thermique, le pare-vapeur et la sous-construction avec bac acier présente un risque de corrosion notable à long terme. En par-

tant d'une moyenne de 4 fixations par m², il en résulte 20 000 perforations du bac acier pour une surface de toiture de 5000 m². De plus, les fixations sont des ponts thermiques et présentent donc un risque de formation de condensation. Or, ce risque non plus n'existe pas en choisissant une toiture compacte FOAMGLAS® comme solution. En effet, la jonction solidaire par collage entre le bac acier, FOAMGLAS® et l'étanchéité en mode de construction compacte ne nécessite pas de fixations mécaniques problématiques. Et les oscillations et déformations de la tôle d'acier causées par les charges sont, de surcroît, réduites. Les tensions restantes dues aux mouvements peuvent être absorbées sans problème par le système FOAMGLAS®.

Remarque concernant la source: les dégâts présentés et les descriptions des problèmes de physique du bâtiment exposés aux pages 29–34 se fondent sur des publications de l'EMPA.



Tout le monde y gagne

En matière de construction, la perspective à long terme est décisive. Une personne qui construit veut pouvoir utiliser l'objet durant plusieurs décennies et éviter les assainissements. «Une bonne fois pour toutes», telle doit être la devise. Et cela paie: une durée de vie de 50 ans et plus n'est pas rare pour les systèmes de toiture compacte FOAMGLAS®. Qu'il s'agisse de bâtiments d'habitation, commerciaux, industriels ou publics: la qualité du système d'isolation est décisive en matière de longévité et de pérennité de toute la construction. Et partant, en matière de rentabilité!

Économie rime avec bien investi

Des coûts énergétiques à la hausse font que les investissements dans le domaine de l'isolation sont non seulement une nécessité actuelle, mais aussi un impératif pour les décennies à venir. Lorsque les coûts des bâtiments sont bien calculés, la qualité de l'isolation est d'une importance capitale. Le principe qui doit s'appliquer est le suivant: la meilleure solution n'est pas la meilleur marché à court terme, mais la plus économique à long terme. Et cela nécessite donc des matériaux et des systèmes de qualité, dont

- 1 Centre Seebach, Zurich
- 2 Centre de distribution Migros, Neuendorf



les toitures compactes FOAMGLAS® sont emblématiques. Elles offrent une protection extrêmement durable: pour le budget, mais aussi pour la substance bâtie elle-même.

Durabilité incorporée

L'isolation thermique occupe une place toute particulière pour le maintien de la valeur à long terme d'un bâtiment – notamment pour les toitures plates. Ce d'autant plus que l'isolation fait partie des éléments de construction difficilement accessibles et que les assainissements dans ces secteurs coûtent doublement cher. Le plus grand soin est donc impérativement requis, tant dans le choix des matériaux que dans l'exécution. Il est possible de s'engager dès le début sur la bonne voie en optant pour des solutions de très grande qualité, ce que les toitures FOAMGLAS® sont indéniablement.

Une bonne fois pour toutes

Fort de plus de 50 ans d'expérience en matière de toitures plates, le constat suivant est aujourd'hui permis: les toitures compactes FOAMGLAS® constituent des solutions d'une longévité incomparable – doublée d'un risque

minime d'endommagement. Ce fait est d'ailleurs incontesté dans le monde des professionnels. L'orientation qualité basée sur le principe «Une bonne fois pour toutes» s'impose de plus en plus dans la construction. Les motifs sont de nature économique, mais résident aussi dans la nécessité de construire des bâtiments énergiquement efficaces utilisant des matériaux écologiques.

Une protection optimale des investissements

En matière de protection thermique et des parties de construction en général, et plus particulièrement dans les toitures plates, la technologie d'isolation hautement développée de FOAMGLAS® poursuit véritablement une marche victorieuse. L'isolant de sécurité en verre cellulaire présente tous les atouts pour offrir une protection thermique constante à long terme et garantit une sécurité élevée contre les dégâts de construction. Au total, on obtient une somme d'avantages que les concepteurs et les maîtres d'ouvrage clairvoyants apprécient toujours plus et qu'ils mettent à profit.





1 La propagation du feu par la toiture est souvent la cause de dommages catastrophiques

Protection préventive contre les incendies.

Souvent, les incendies déclenchent des discussions «enflammées» sur la question de la responsabilité et de la protection contre le feu. Dans ce contexte, la question des matériaux d'isolation joue généralement 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 absolument incombustible n'émet de surcroît ni fumée, ni gaz toxique.

Dès lors, il est 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 par des cavités et du fait de matériaux combustibles, peut être nettement diminué. FOAMGLAS®, l'isolant de sécurité en verre cellulaire, et le système de toiture compacte sans vides l'ont déjà prouvé dans de nombreux cas.

La prévention commence 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.

Le danger particulier des feux couvants et rampants

Les feux de ce type se propagent principalement à l'intérieur de parties de bâtiment et passent de ce fait longtemps inaperçus. Entre le départ d'incendie 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 verre mousse empêche cela.**

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

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. Or, notamment dans les bâtiments publics avec leurs salles de réunion, dans les complexes de bureaux ainsi que dans les restaurants, 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 de 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 dégagées par des matériaux isolants posant problème qui ont joué un rôle fatal (le polystyrène à Düsseldorf et le polyuréthane dans le cas du Mont-Blanc).

FOAMGLAS® pour sa part ne dégage ni fumée, ni gaz toxiques. Pour ce qui est de la protection-incendie, FOAMGLAS® ne peut être comparé aux autres isolants dits «non inflammables».

Ceci est particulièrement important pour les toitures

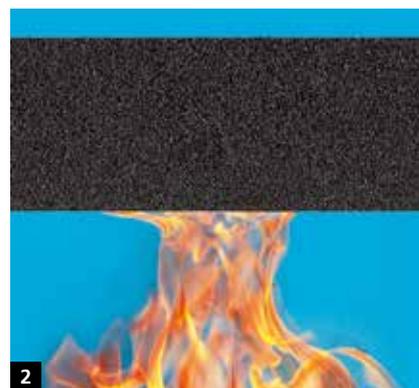
La protection des bâtiments contre les incendies dans les toitures revêt une importance toute particulière, souvent ignorée. La propagation du feu par la toiture est souvent la cause de dommages catastrophiques. Les isolants combustibles avec pare-vapeur apportent sur la toiture une charge d'incendie relativement haute et nourrissent copieusement le feu – le pare-vapeur et l'isolant fondent et brûlent. L'incendie se propage rapidement dans toute la toiture et la destruction totale est difficile à éviter. Rien de tel avec FOAMGLAS®. La toiture compacte FOAMGLAS® empêche la propagation redoutée de l'incendie à toute la toiture et la combustion de celle-ci par le haut. Le ralentissement de l'évolution de l'incendie permet un gain de temps souvent décisif pour combattre le feu, les dégâts matériels s'en trouvent limités et il reste plus de temps pour évacuer les personnes menacées.

Deux précautions valent mieux qu'une

Divers essais de résistance au feu ont également montré que le verre cellulaire dispose d'excellentes propriétés anti-

incendie. Des rapports d'essai correspondants peuvent être demandés auprès de Pittsburgh Corning (Suisse) SA. Compte tenu des nouvelles connaissances sur le plan technique de la protection-incendie, les concepteurs et maîtres d'ouvrage devraient définir leurs directives de sécurité de telle sorte que la structure de la toiture représente un risque minimal.

- 2 Pas de propagation du feu en cas d'incendie. FOAMGLAS® est absolument incombustible.
- 3 La propagation du feu par la toiture et la façade est souvent la cause de dommages catastrophiques



FOAMGLAS® réalise une véritable protection-incendie préventive.

- **Composé de pure mousse de verre, l'isolant de sécurité FOAMGLAS® est absolument incombustible. Comportement au feu: classement EN (norme européenne) A1.**
- **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.**



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 (CO₂) 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.

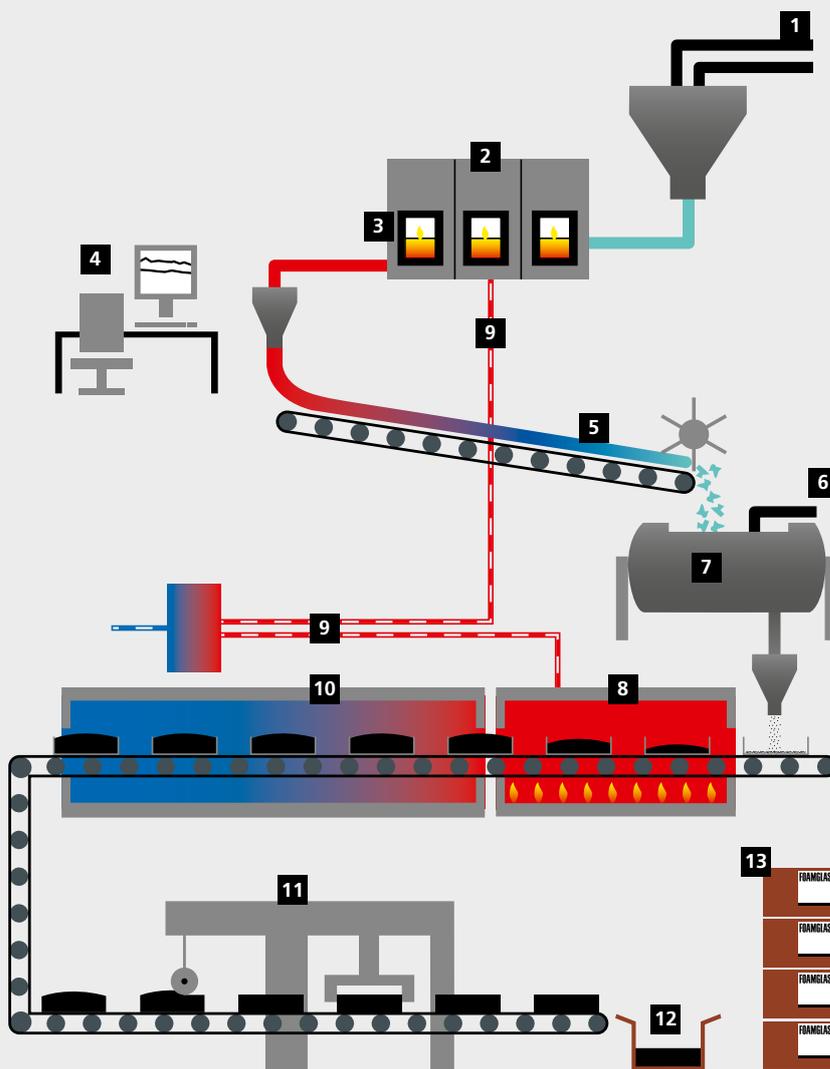
Faible nuisance pour l'environnement

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.

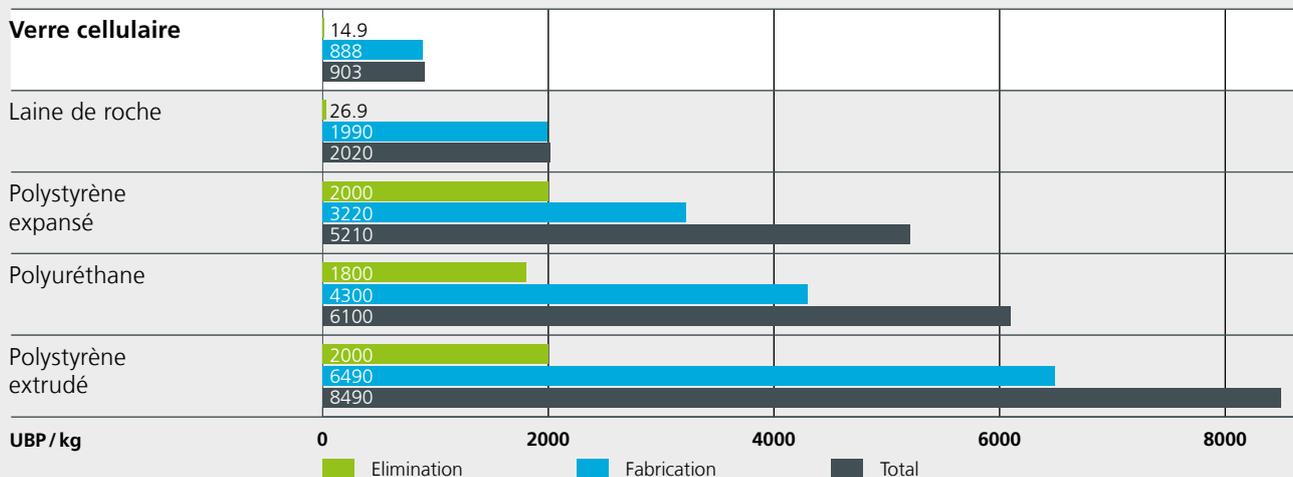
Fabrication de FOAMGLAS® (usine de Tessenderlo, Belgique)



- 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	ρ kg/m³	λ_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.

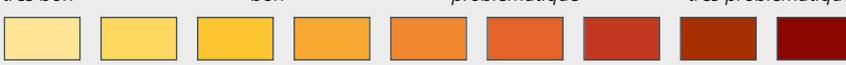
Élimination

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	Rouge	Rouge	Jaune	Orange	Rouge	Orange	Rouge
Polystyrène extrudé	Rouge	Rouge	Orange	Orange	Rouge	Orange	Rouge
Polyuréthane (PUR)	Rouge	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

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

Pittsburgh Corning (Suisse) S.A.

Schöngrund 26, CH-6343 Rotkreuz
Tél 041 798 07 07, Fax 041 798 07 97
direktion@foamglas.ch, 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



maintenant avec environ
60% de verre recyclé

MINERGIE®