

Systemes d'isolation thermique en verre cellulaire pour les toitures-terrasses

www.foamglas.fr

FOAMGLAS®
Building



FOAMGLAS®

Table des matières

La toiture compacte FOAMGLAS® : les raisons du succès	4
Les toitures-terrasses : un gain d'espace	7
Toiture compacte inaccessible et technique	9
Toiture compacte accessible piéton	19
Toiture compacte végétalisée et jardin	21
Toiture compacte accessible véhicule	23
Constructions au dessus des pièces chauffées	25
Types d'exploitation et de construction	29
Longévité, sécurité, rentabilité	33
Protection contre le risque incendie	35
Bilan écologique remarquable	37



La toiture compacte FOAMGLAS® : les raisons du succès.

La toiture-terrasse est un des composants essentiels de nombreux bâtiments. Le souhait qu'elles soient efficaces, durables, est partagé par tous. L'isolation thermique en verre cellulaire FOAMGLAS®, mise en œuvre en technique «toiture compacte», permet d'atteindre cet objectif. Elle bénéficie d'un succès grandissant et ses qualités sont reconnues : longévité, garantie de la résistance thermique, respect de l'environnement. Très fiables et pérennes, les toitures-terrasses isolées en FOAMGLAS® sont pratiques et économiques.

Des décennies d'expérience

Dès le début du 20e siècle en Europe, des architectes d'avant-garde ont développé des usages fonctionnels variés et pratiques de 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-terrasses qui donnent toujours pleinement satisfaction, 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

- 1 UFR de Physique, Université de Lille 1
- 2 Château d'eau, La Madeleine
- 3 Salle omnisports, Angers, architecte Berthelot Foucault
- 4 Mairie de Seynod, architecte Tectum



vieilles toitures compactes l'atteste (cf. l'ouvrage «FOAMGLAS®, 40 ans après») : les performances restent inchangées longtemps après la construction des bâtiments.

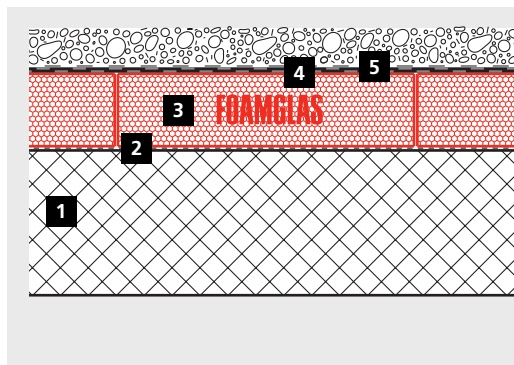
La toiture compacte FOAMGLAS® : une technique d'isolation et d'étanchéité très performante

L'isolant thermique FOAMGLAS® permet la construction de toitures-terrasses constituées de composants tous mis en œuvre en pleine adhérence. L'isolant en verre cellulaire, étanche à l'air et à l'eau, stable dimensionnellement, est collé sur le support. Les plaques FOAMGLAS® sont aussi collées entre elles, chant contre chant : il y a continuité thermique et pare-vapeur sur toute la surface de la toiture. Puis les systèmes d'étanchéité sont mis en œuvre en pleine adhérence. Le pare-vapeur peut être économisé ; ni l'air ni l'humidité ne peuvent circuler dans la toiture compacte FOAMGLAS®. La toiture est parfaitement isolée et étanche, pour très longtemps.

Système aux avantages convaincants

Une isolation thermique de sécurité.

La toiture compacte FOAMGLAS® apporte plusieurs sécurités : une sécurité en cas de sollicitations par des charges permanentes ou intermittentes (terrasses techniques, panneaux solaires, terrasses séjour piéton, parking,...) ; une sécurité face au risque incendie (E.R.P., locaux industriels spécifiques...) ; sécurité vis-à-vis des risques de condensation (piscines, vestiaires, cuisines,...) ; et une sécurité



Construction de la toiture compacte FOAMGLAS®

- 1 Support de la toiture (ex : dalle béton)
- 2 Enduit d'imprégnation à froid
- 3 Isolation thermique FOAMGLAS® (plaques collées au support et collées entre elles)
- 4 Étanchéité bicouche (mise en œuvre en pleine adhérence)
- 5 Couche de protection éventuelle

très appréciée vis-à-vis des problèmes d'infiltration. En cas de perforation de l'étanchéité, l'eau est alors en contact avec FOAMGLAS®, étanche, et ne pourra pas migrer dans la couche isolante. Le bâtiment reste protégé. (fig. A et B page 26).

Une isolation thermique durable.

FOAMGLAS® garde ses propriétés thermiques toute la vie du bâtiment. Sa résistance thermique est garantie 30 ans. Dans le cadre d'une bonne gestion de l'énergie, cette qualité est de plus en plus reconnue et décisive.

Souple d'utilisation.

FOAMGLAS® offre différents formats, plans, à forme de pente intégrée ou en coquille. En plaques planes, il est sans limite en fortes épaisseurs, étant incompressible. Il est aussi possible de façonner des plaques à forme de pente intégrée (FOAMGLAS® TAPERED) avec des gradients variés : 1,1%, 1,7%, 2,2%,... De façon pratique et sans surcharge, elles créent une pente sur le support en neuf ou en rénovation. Pour les toitures complexes, FOAMGLAS® en petit format ou préformé épouse les courbures les plus complexes au service de la cinquième façade.

Pour tout support. Sur dalle béton, sur bac plein ou bac acoustique, sur platelage bois, FOAMGLAS® s'adapte parfaitement. La stabilité et le très faible coefficient de dilatation du FOAMGLAS® permettent la réalisation de la technique compacte FOAMGLAS® sur ces différents supports, avec une grande liberté architecturale.

Pour tout type de revêtement d'étanchéité.

Les membranes bitumineuses, les membranes synthétiques, les complexes asphaltes ou avec enrobé, tous sont compatibles avec FOAMGLAS®. Pour chacune, FOAMGLAS® apporte l'avantage d'un support rigide, stable, et sans tassement dans le temps.

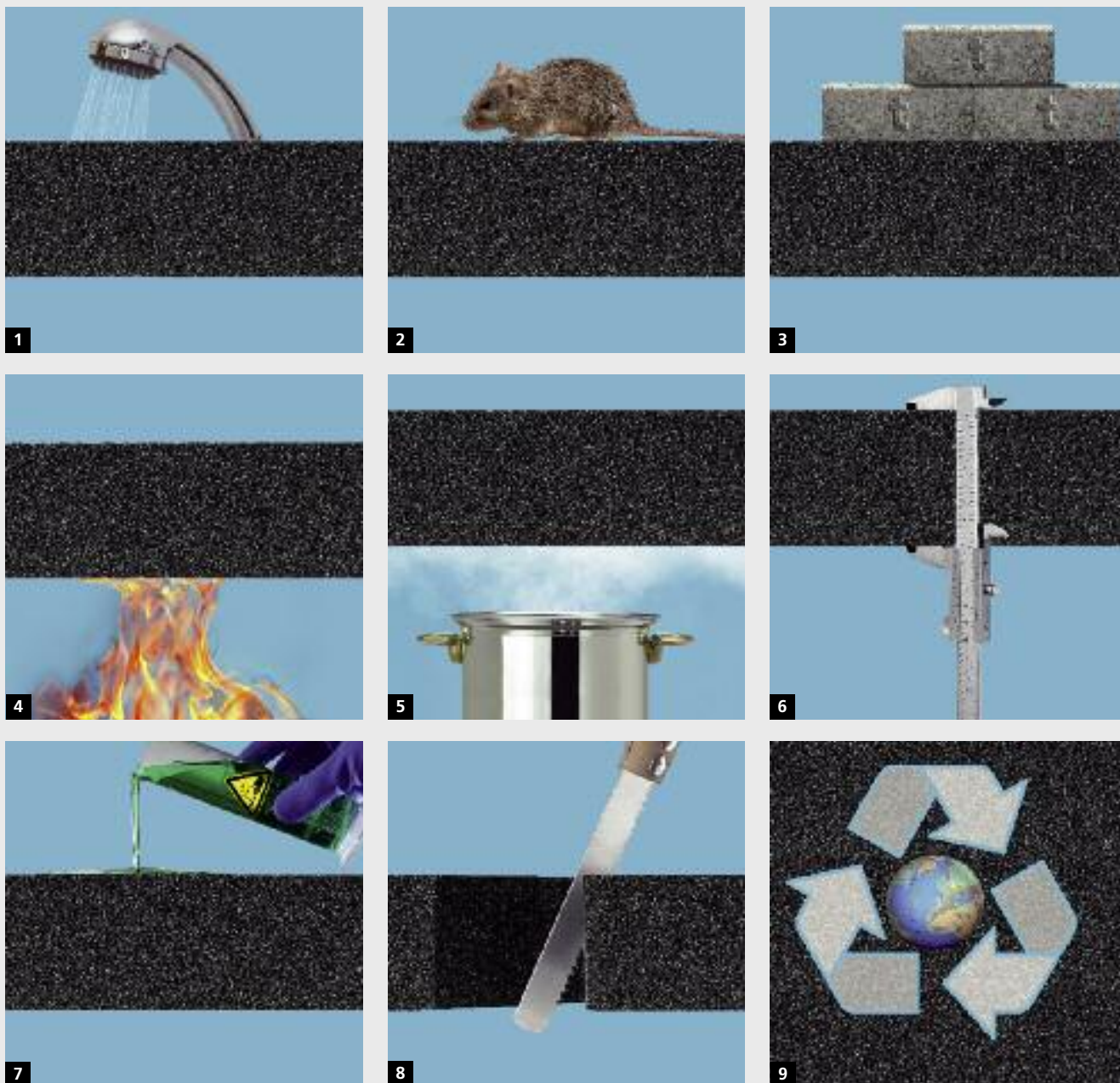
Pour toutes les toitures.

Immeubles de logements, de bureaux, écoles, établissements recevant du public, monuments, usines, maisons individuelles, locaux froids ou humides : FOAMGLAS®, incombustible, étanche à la vapeur, inerte chimiquement et sans tassement, peut isoler toutes les toitures-terrasses.

- 5 Logements collectifs, OPAC 73, Cognin
- 6 Collège Henri Bergson, Garches, architecte Wilmotte et Associés
- 7 Les Papeteries Emin Leydier, Nogent sur Seine



Propriétés de l'isolation thermique en verre cellulaire FOAMGLAS® Intérêts pour les toitures-terrasses



- 1 Étanche à l'eau** FOAMGLAS®, composé de cellules de verre hermétiquement closes, est étanche à l'eau. **Avantage** : les plaques FOAMGLAS® étant collées entre elles, l'eau ne peut pas circuler dans la couche isolante.
- 2 Résistant aux rongeurs** FOAMGLAS® est un produit 100% verrier. **Avantage** : pas de détérioration de l'isolation par les insectes et les rongeurs.
- 3 Résistant à la compression** FOAMGLAS® présente une grande résistance à la compression, sans tassement ni fluage. **Avantage** : utilisation sans risque pour les toitures-terrasses exposées aux charges, intermittentes ou permanentes.
- 4 Incombustible** FOAMGLAS® est incombustible. Classement au feu optimum : A1 (Euroclasse). **Avantage** : recommandé notamment pour les toitures des Etablissements Recevant du Public (écoles, gymnases, commerces...).
- 5 Imperméable à la vapeur** FOAMGLAS® est étanche à l'air et à l'humidité. **Avantage** : permet d'éviter sur le long terme les phénomènes de condensation et les migrations d'humidité.
- 6 Indéformable** FOAMGLAS® est dimensionnellement stable. Le verre cellulaire a un coefficient de dilatation très faible. **Avantage** : pas de cintrage, de gonflement, ni de rétrécissement ; permet la technique «toiture compacte FOAMGLAS®».
- 7 Résistant aux acides** FOAMGLAS® résiste aux solvants organiques et aux acides. **Avantage** : les agents agressifs et les atmosphères corrosives ne détériorent pas l'isolation thermique.
- 8 Facile à travailler** FOAMGLAS®, composé de cellules de verre très fines, se façonne facilement. **Avantage** : l'isolation se découpe aisément à la dimension requise à l'aide d'outils faciles d'emploi.
- 9 Écologique** Produit stable fabriqué à l'aide de verre recyclé et recyclable en fin de vie. Excellent bilan écologique. **Avantage** : résistance thermique égale dans le temps ; toitures-terrasses respectant l'environnement.



Les toitures-terrasses : un gain d'espace

Aujourd'hui, le paysage des toitures ne saurait plus se passer des toitures-terrasses en raison de leur diversité conceptuelle et de leurs types d'accessibilité très variées. Les toitures compactes FOAMGLAS® s'adaptent à tous les domaines d'utilisation. Qu'il s'agisse d'une toiture inaccessible, jardin ou accessible aux piétons, d'une dalle parking ou d'une toiture légère avec support bac acier, FOAMGLAS® participe à l'optimisation des espaces avec une sécurité maximale.

Optimisation de l'espace

Parmi les « cinq points d'une nouvelle architecture », Le Corbusier prônait par exemple la création de jardins avec une végétation luxuriante sur les toitures-terrasses pour instaurer dans les cités des espaces libres et améliorer le climat d'habitation.

Il considérait un jardin en terrasse ou en toiture comme le « lieu privilégié ». Espaces de repos, ou espaces dédiés à l'activité (parking, terrains de sports, terrasses techniques, ...), les toitures-terrasses ont effectivement un charme particulier et beaucoup de potentialités. Leur situation en hauteur leur confère bien souvent des avantages spécifiques. Cependant 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.

- 1 Centre commercial, Amancy
- 2 Institut Sainte Marie, Antony
- 3 Banque Populaire, Sausheim, architecte Jean Marc Lesage



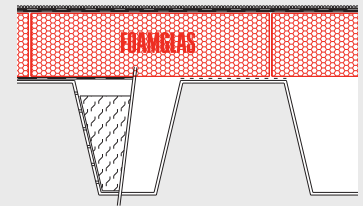
Les principaux types de toiture



Toiture compacte inaccessible avec étanchéité autoprotégée

page 9

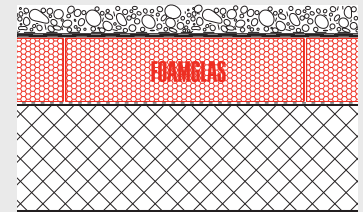
Sur support dalle béton, bac acier, bac acier acoustique ou platelage bois, la toiture inaccessible est une toiture à laquelle on accède uniquement à des fins d'entretien. Les étanchéités autoprotégées mises en œuvre en pleine adhérence sur FOAMGLAS® sont fiables et économiques.



Toiture compacte inaccessible avec protection gravillonnée

page 15

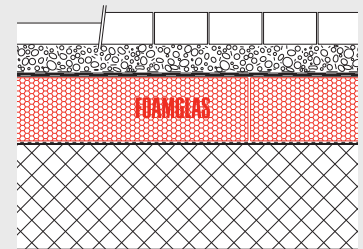
Une protection avec gravillons offre une protection complémentaire aux étanchéités et améliore l'inertie thermique de la toiture. Les gravillons ont aussi un intérêt esthétique.



Toiture compacte accessible aux piétons

page 19

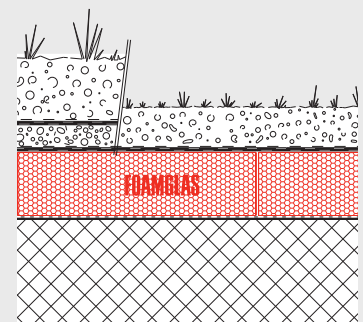
Les toitures-terrasses sont souvent utilisées comme élargissement de l'espace d'habitation (terrasse) ou comme espace de circulation. Les exigences esthétiques et les types de revêtements de sol et d'usure sont nombreux et divers. Il est intéressant de fiabiliser ces toitures avec une isolation apte à recevoir tous les revêtements et de sécuriser l'étanchéité.



Toiture compacte végétalisée/jardin.

page 21

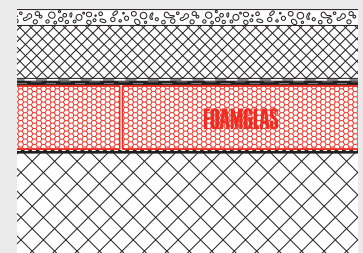
Les toitures jardins ou végétalisées ont plusieurs avantages (apport thermique, rétention d'eau,...) et agrémentent les lieux de vie. La toiture compacte FOAMGLAS®, fiabilise ces toitures et leur confère une durée de vie plus élevée, d'autant plus intéressante que les recherches de fuites sont difficiles et qu'elles sont onéreuses à rénover.



Toiture compacte accessible aux véhicules

page 23

De plus en plus de toitures-terrasses sont conçues en parking pour faire face à la demande de stationnement. L'isolation de ces toitures est devenue obligatoire afin de protéger les supports en béton des chocs thermiques. Grâce à la grande résistance à la compression du FOAMGLAS® il est possible d'isoler efficacement les parkings et de recourir à des revêtements carrossables en béton dur, en asphalte ou en enrobés.





**Toiture
compacte
inaccessible,
étanchéité
autoprotégée**

Le Rabio – Biocoop, Martinvast (50)

Architecte Besuelle-Salley (50)

Maître d'ouvrage Biocoop

Entreprise C.2.L. (50)

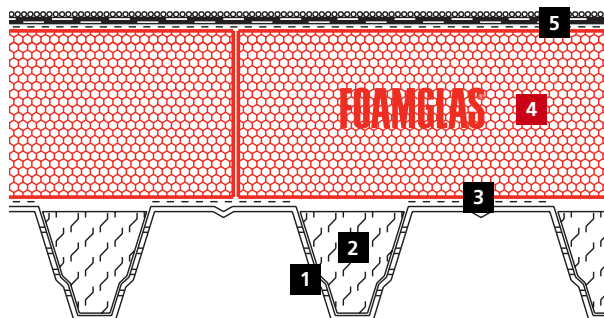
Année 2010

Biocoop, premier réseau 'bio' en France, rassemble plus de 300 magasins autour d'un objectif commun : le développement de l'agriculture biologique dans un esprit d'équité et de coopération. A Martinvast, la toiture du magasin Le Rabio allie efficacité, confort, sécurité, économie et écologie. Le procédé HAL-RAQUATIC-FOAMGLAS® permet de réaliser, avec un support métallique, à la fois l'étanchéité du bâtiment, l'isolation

thermique et le confort acoustique. L'ensemble de la couche isolante est étanche à la vapeur et à l'humidité. Permettant de maîtriser les phénomènes de condensation, FOAMGLAS® protège les bacs acier en même temps qu'il pérennise l'étanchéité. Vis-à-vis du risque incendie, le FOAMGLAS®, incombustible et étanche à l'air, sécurise aussi l'ouvrage, Etablissement Recevant du Public.

**FOAMGLAS®,
l'isolation pleinement
en phase avec
le développement
durable.**

www.foamglas.fr



Système

- 1 Bac acier perforé dans les nervures
- 2 Absorbant acoustique
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® T4+, ép. 14 cm
- 5 Etanchéité bicouche autoprotégée





**Toiture
compacte
inaccessible,
étanchéité
synthétique**

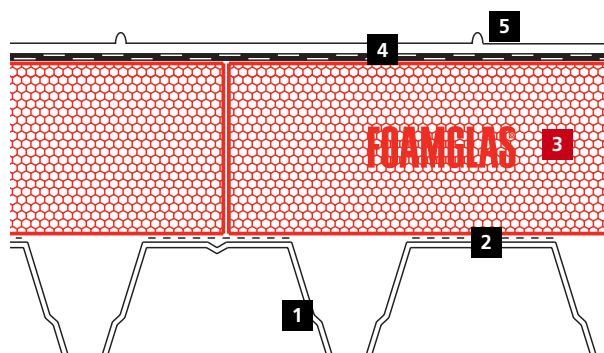
Résidence Convention, Lille (59)

Maître d'ouvrage Lille Métropole Habitat
Bureau d'étude IPH (02)
Entreprise BATEI (59)
Année 2010 (rénovation)

Afin de conserver la même esthétique que la toiture d'origine en zinc, la maîtrise d'œuvre a opté pour une solution avec une membrane synthétique comprenant un profil à joint debout. FOAMGLAS® a été retenu afin de répondre aux différentes sollicitations, et pour son efficacité face aux risques d'infiltrations.

Le support isolant FOAMGLAS® est collé en pleine adhérence sur les bacs acier nervurés, puis un lé bitumineux et la membrane synthétique sont mis en œuvre en pleine adhérence, sans fixation mécanique. La rigidité de l'ensemble du complexe sécurise l'étanchéité lors des visites d'entretien.

**FOAMGLAS®,
l'isolation thermique
qui fiabilise
les interventions
techniques en toiture.**
www.foamglas.fr



Système

- 1 Bac acier
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® T4+, ép. 11 cm
- 4 Etanchéité synthétique sur lé bitumineux
- 5 Profil en PVC





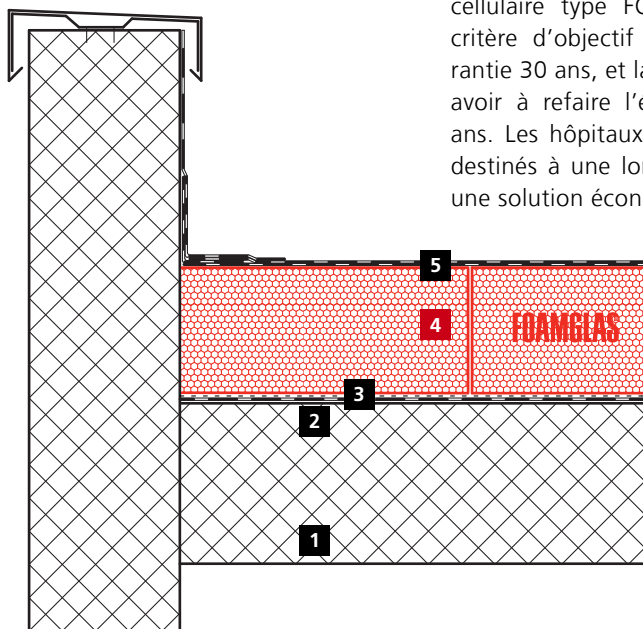
Toiture compacte inaccessible, étanchéité autoprotégée

Centre hospitalier de Beaune (21)

Maître d'ouvrage Centre hospitalier de Beaune
Entreprises Smac Acieroid et Sopréma (21)
Année 2010 (rénovation)

FOAMGLAS® concerne le monde de la santé pour de nombreuses applications dans le bâtiment (toitures, murs intérieurs, sols,...). En effet, l'humidité, les moisissures, les insectes ne peuvent pas prospérer dans la couche isolante ; de plus FOAMGLAS® ne contient aucune substance cancérigène et

son taux de COV est extrêmement faible (étude AFSSET 2009). De nombreux locaux étant sensibles, il est aussi intéressant de les sécuriser vis-à-vis des risques d'infiltration avec une couche isolante dans laquelle l'eau ne peut pas migrer. A Beaune, le Centre hospitalier rénove depuis plus de 15 ans ses toitures-terrasses avec du verre cellulaire type FOAMGLAS®, avec le critère d'objectif d'une isolation garantie 30 ans, et la prévision de ne pas avoir à refaire l'étanchéité avant 40 ans. Les hôpitaux étant des ouvrages destinés à une longue vie, c'est aussi une solution économique.



FOAMGLAS®, une isolation saine et sans prise d'humidité pour le milieu hospitalier.
www.foamglas.fr

Système

- 1 Dalle béton
- 2 Pare-vapeur existant
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® T4+, ép. 14 cm
- 5 Etanchéité bicouche autoprotégée





Toiture compacte inaccessible, étanchéité autoprotégée

Lycée Robert Schuman, Haguenau (67)

Architecte Weber Keiling (67)

Maître d'ouvrage Conseil Régional d'Alsace

Entreprise Couvrest (67)

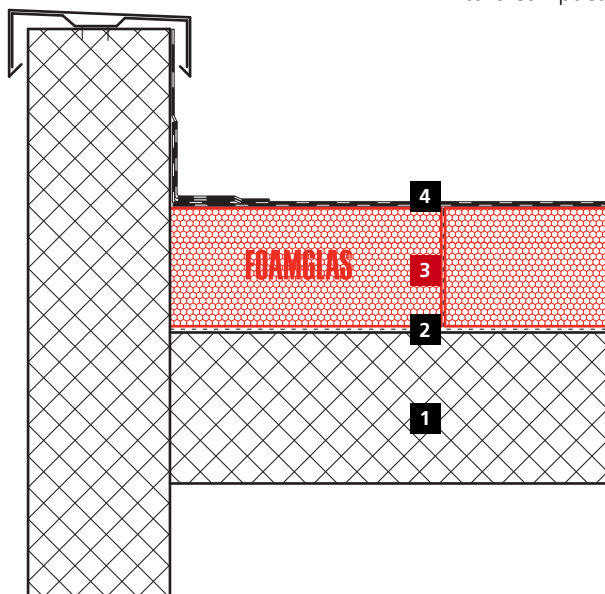
Année 2006

Comme de nombreux lycées neufs, le lycée Robert Schuman déploie de nombreuses toitures plates sur une surface totale de 6700 m². Plusieurs d'entre elles ont été réalisées avec une technique efficace et utilisant peu de matériaux, la

toiture compacte avec étanchéité autoprotégée (sans pare-vapeur ni gravillons). Les travaux d'entretien courant sont rapides et l'étanchéité est sécurisée vis à vis de l'intervention d'autres corps d'état (sécurité face aux risques d'infiltration grâce à la technique "toiture compacte FOAMGLAS®").

FOAMGLAS®, l'isolation thermique pour les grandes toitures terrasses, sécurisant les étanchéités.

www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® T4+
- 4 Etanchéité bicouche autoprotégée





**Toiture
compacte
inaccessible,
étanchéité
synthétique**

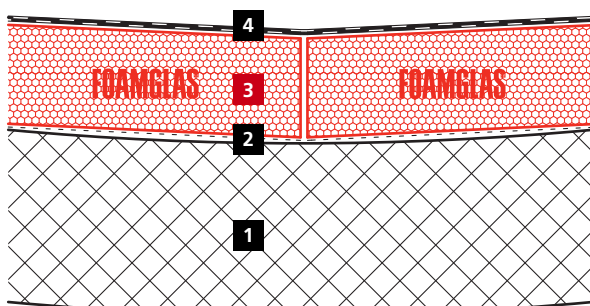
CNIT, Paris (75)

Maître d'ouvrage Unibail – Rodamco
B.E.T. SECC (94)
Entreprises SNA (94) et Batecmo (78)
Année 2011 (rénovation)

La voûte du CNIT fut réalisée en 1958, conçue et mise au point par l'architecte Bernard Zehruss et l'ingénieur Nicolas Esquillan. Plus grande voûte autoportante du monde, haute de plus de 50 mètres en sa partie centrale, elle repose sur trois culées situées aux sommets d'un triangle équilatéral de 218 mètres de côté. La solution retenue pour rénover cette voûte comporte des

plaques FOAMGLAS® T4+ et S3, de format 45 cm x 60 cm et 22,5 cm x 60 cm, afin d'épouser les fuseaux d'arcs accolés existants, et une étanchéité synthétique RAL 9010, mise en œuvre en pleine adhérence. L'isolation thermique des parties verticales est composée de panneaux FOAMGLAS® READY BOARD collés à froid.

**FOAMGLAS®,
l'isolation thermique
qui s'adapte aux
formes particulières et
à tous les supports.**
www.foamglas.fr



Système

- 1 Support béton
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® S3, format 22,5 x 60 cm, ép. 6 cm
- 4 Etanchéité synthétique sur lé bitumineux





Toiture compacte inaccessible, système photovoltaïque intégré

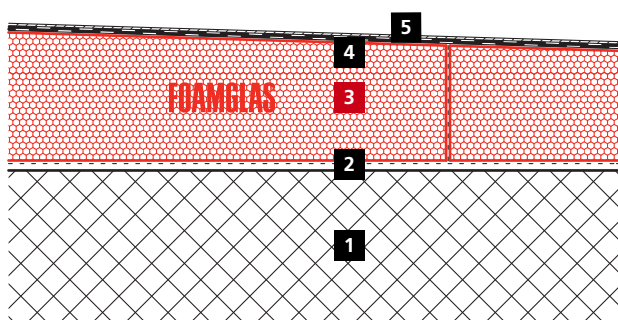
Pôle Macif, Niort (79)

Architecte Architectes Associés (79)
Maître d'ouvrage SEIM / Macif Siège Social
Entreprise Sopréma (86)
Année 2010

La Macif est une société d'assurance dotée d'une très forte culture d'entreprise. Concilier la qualité et le prix de ses prestations, mais aussi l'efficacité économique de l'entreprise et son utilité sociale, fait partie de ses objectifs permanents. Pour les toitures du nouveau pôle Macif de Niort, le cabinet d'architecture Architectes Associés a prévu des toitures-terrasses avec systèmes

photovoltaïques intégrés. FOAMGLAS® TAPERED 2,2% permet de fiabiliser l'ensemble et de créer une forme de pente rigide, sans la surcharge qu'aurait représentée une forme de pente béton. FOAMGLAS® TAPERED (stable et incombustible) et systèmes photovoltaïques forment un duo moderne, sécurisé et durable.

FOAMGLAS®, l'isolation thermique parfaite pour une durée de vie prolongée des toitures photovoltaïques.
www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® TAPERED T4+, gradient 2.2%
- 4 Etanchéité bicouche
- 5 Système photovoltaïque SOPRASOLAR®





**Toiture
compacte
inaccessible,
protection
gravillonnée**

Résidence La Trinque d'Isnard, Manosque (04)

Maître d'ouvrage H2P, Manosque

Entreprise SGF (13)

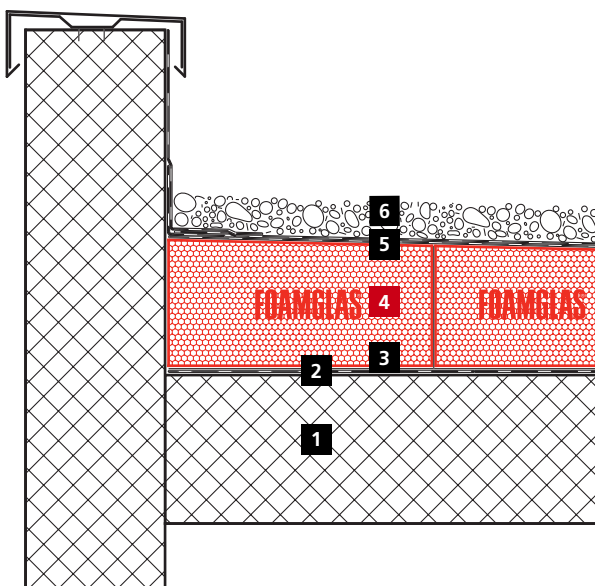
Année 2000 (rénovation)

Habitations de Haute-Provence gère 4500 logements répartis sur 63 communes. Les toitures de la résidence La Trinque d'Isnard ont été rénovées par la maîtrise d'ouvrage avec le souci de supprimer les rétentions d'eau en toiture-terrasse. Le système FOAMGLAS®

TAPERED constitué de plaques isolantes ayant une forme de pente intégrée, ici avec un gradient de 1,1%, permet de donner pleine satisfaction dans ce cas de figure. La Tour Saint-Lazare, autre ouvrage de H2P, a également été rénovée, en 2006, avec ce même système.

FOAMGLAS® TAPERED, l'isolation thermique qui supprime les rétentions d'eau en toiture.

www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Pare-vapeur existant
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® TAPERED T4+, gradient 1,1%
- 5 Etanchéité bicouche
- 6 Protection par gravillons





Toiture compacte inaccessible, protection gravillonnée

Résidence Pierre Sémard, Saint Denis (93)

Maître d'ouvrage Plaine Commune Habitat

B.E.T. SAS Duval (91)

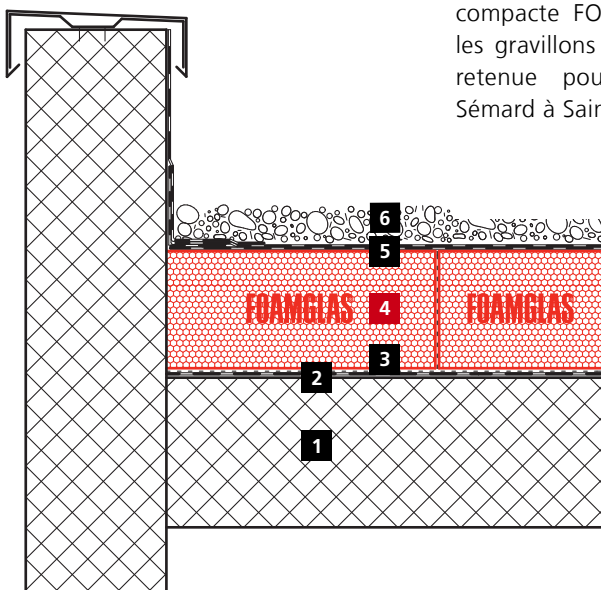
Entreprise Sopréma (93)

Année 2009 (rénovation)

Plaine Commune Habitat gère plus de 17000 logements dans la communauté d'agglomération de Plaine Commune, et mène une politique d'investissement dont l'objectif est de concilier économie et développement durable, auprès de tous ses prestataires. La garantie de

30 ans de la résistance thermique du FOAMGLAS® a été prépondérante dans le choix du maître d'ouvrage, qui a fait l'objet d'une étude économique comparative pour l'ensemble du complexe 'isolation + étanchéité + protection'. Des gravillons étant présents sur l'ancienne étanchéité, la toiture compacte FOAMGLAS® protégée par les gravillons existants fut la solution retenue pour la résidence Pierre Sémard à Saint-Denis.

FOAMGLAS®, l'isolation en verre cellulaire dont la résistance thermique ne diminue pas dans le temps.
www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Pare-vapeur existant
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® T4+, ép. 11 cm
- 5 Etanchéité bicouche
- 6 Protection par gravillons





Toiture compacte inaccessible, protection gravillonnée

Bureaux de la Poste et de France Télécom, Lyon (69)

Maîtres d'ouvrage La Poste et France Télécom

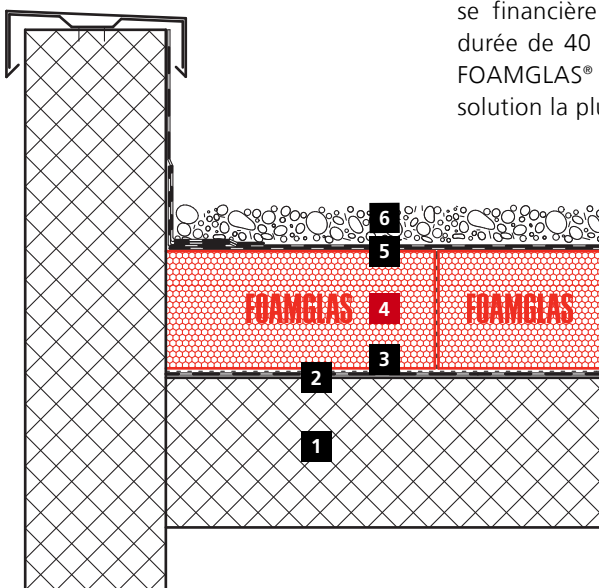
Bureau d'étude Siradex (69)

Entreprise Sare Etanchéité (69)

Année 2010 (rénovation)

La Poste et France Télécom réalisent des rénovations de toiture avec l'isolation FOAMGLAS® depuis plus de trente ans, sur tout type de support, en utilisant des plaques planes et à forme de pente intégrée. L'intérêt d'une isolation incombustible, durable thermi-

quement et écologique, est reconnu par ce maître d'ouvrage de référence. Quai Gailleton à Lyon, les toitures de la Poste Centrale et des bureaux de France Télécom sont inaccessibles, avec des zones de cheminement parfaitement délimitées. Les choix techniques ont été déterminés par une analyse financière en coût global sur une durée de 40 ans. La toiture compacte FOAMGLAS® a été reconnue comme la solution la plus économique.



FOAMGLAS®, l'isolation thermique pour les toitures économiques en coût global.

www.foamglas.fr

Système

- 1 Dalle béton
- 2 Pare-vapeur existant
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® T4+, ép. 11 cm
- 5 Etanchéité bicouche
- 6 Protection par gravillons





**Toiture
compacte
inaccessible,
sur-couverture**

Parlement européen, Strasbourg (67)

Architecte AS Architecture-Studio (75), architecte associé G. Valente (67)

Maître d'ouvrage S.E.R.S.

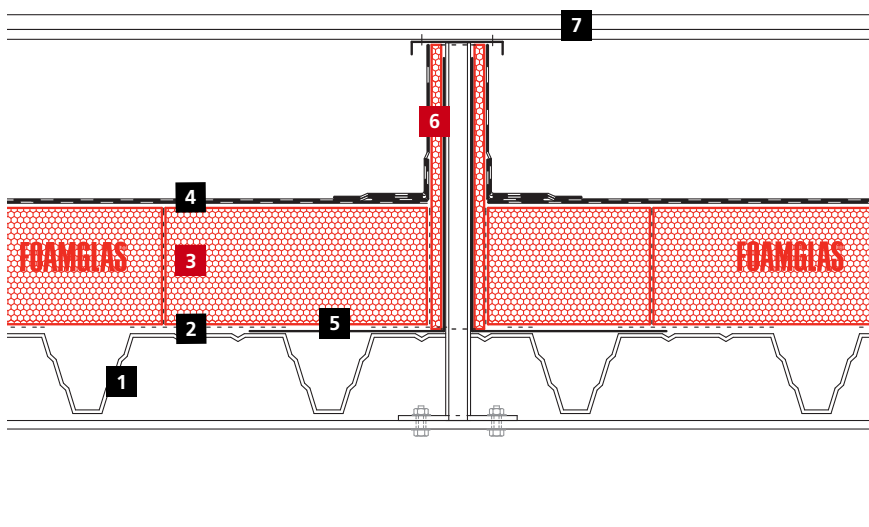
Entreprise Smac Acieroid (67)

Année 1999

Le Parlement Européen comprend notamment un hémicycle de 750 places, plus de 1100 bureaux, et 18 salles de commissions de 50 à 350 places. Son architecture incarne l'idée d'un pouvoir délibératif, porteur de paix et de liberté. Tous les intervenants de ce projet, dont le Bureau d'Etude OTE, ont été confrontés à de hautes exigences techniques et des objectifs de durabilité. FOAMGLAS® a été retenu en toiture-

re-terrasse, pour sa contribution à la longévité du bâtiment. Sa parfaite stabilité dimensionnelle et son insensibilité à l'eau confèrent aux 15000 m² de toitures une protection maximale. Sa qualité d'être à la fois un produit recyclé issu du verre, et recyclable, apporte aussi une dimension écologique d'avenir à la toiture de cet ouvrage exceptionnel.

**FOAMGLAS®,
l'isolation thermique
pour protéger
aussi les bâtiments
exceptionnels.**
www.foamglas.fr



Systeme

- 1 Bac acier
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® T4+, ép. 10 cm
- 4 Etanchéité bicouche
- 5 Platine de sortie de toiture
- 6 FOAMGLAS® T4+
- 7 Sur-couverture





Toiture compacte accessible, multi-fonctions

Villa, Saint-Cyr sur Mer (83)

Architecte Julien Montford MOA (13)

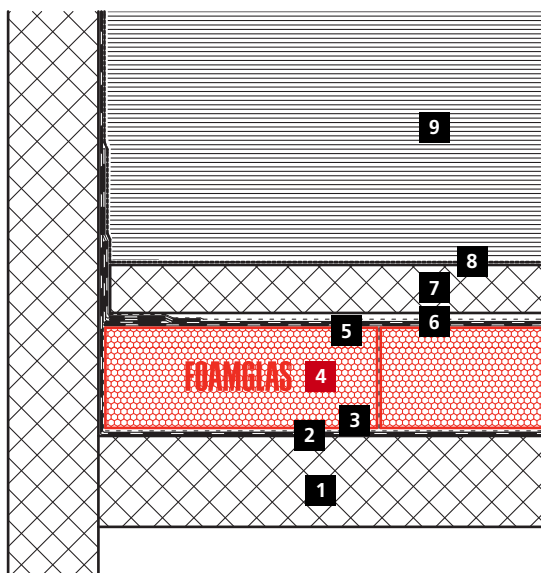
Entreprise SGF (13)

Année 2009 (rénovation)

Réaliser correctement, et pour longtemps sans fuite, une toiture-terrace privative aménagée est une préoccupation de beaucoup de propriétaires. La toiture compacte FOAMGLAS® est la solution, grâce à ses vertus de double étanchéité dans la masse du complexe 'isolant + étanchéité'. En outre, sa grande résistance aux charges assure le maître

d'ouvrage de la bonne tenue de l'ensemble. Quand de plus une piscine est construite sur la toiture... choisir la seule isolation thermique bénéficiant d'une garantie de 30 ans du fabricant, tant pour sa résistance thermique que pour sa résistance à la compression, est une heureuse exigence, gage de sérénité.

FOAMGLAS®, l'isolation thermique qui apporte fiabilité et sérénité.
www.foamglas.fr



Systeme

- 1 Dalle béton
- 2 Etanchéité
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® T4+, ép. 8 cm
- 5 Etanchéité bicouche
- 6 Couche d'indépendance
- 7 Chape béton
- 8 Revêtement liner armé
- 9 Eau de la piscine





**Toiture
compacte
accessible aux
piétons**

Triple halle de sport de l'École cantonale, Frauenfeld

Architecte Stutz & Bolt, cabinet d'architecture, Winterthur, Suisse

Maître d'ouvrage Canton de Frauenfeld

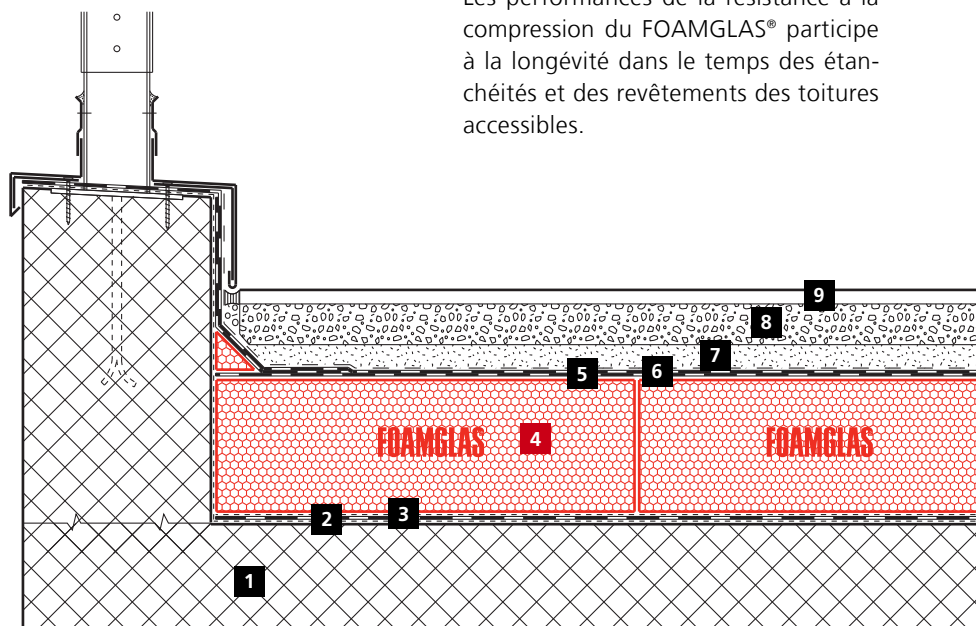
Entreprise Müller Dach AG, 8586 Riedt, Suisse

Année 2002

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

tions. Son toit sert de terrain de sport extérieur, clôturé et muni d'un revêtement de sol à usage sportif. Le choix de l'isolation thermique s'est porté sur FOAMGLAS® afin d'assurer, grâce à sa stabilité, la meilleure assise pour le revêtement de sol et sa sous-couche. Les performances de la résistance à la compression du FOAMGLAS® participe à la longévité dans le temps des étanchéités et des revêtements des toitures accessibles.

FOAMGLAS®, l'isolation économique, participant à la longévité du complexe de toiture
www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Etanchéité provisoire
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® T4+, ép. 14 cm
- 5 Etanchéité bicouche
- 6 Désolidarisation
- 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
accessible
aux piétons et
végétalisée**

Hôtel du Département, Bordeaux

Architecte Mandataire Art'ur (33)

Architecte Co-traitant ARTOTEC (33)

Maître d'ouvrage Conseil Général de la Gironde

Entreprise Sopréma (33)

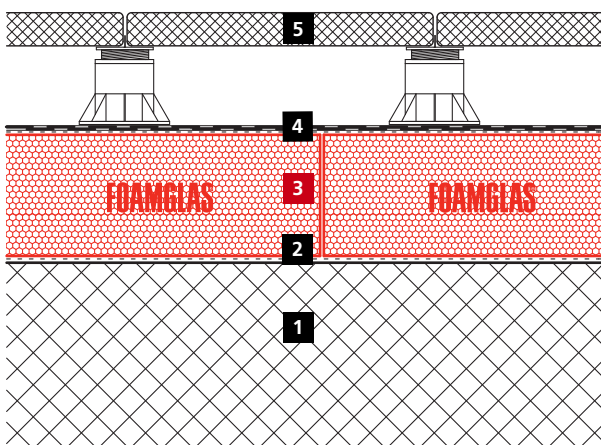
Année 2007 et 2010

En Gironde, les toitures de nombreux collèges sont réalisées ou rénovées en verre cellulaire. Ce même choix a été fait pour les toitures du nouvel Hôtel du Département. La politique d'investissement du Conseil Général a été de mettre en œuvre des systèmes permettant de s'affranchir au maximum de problématiques en termes d'entretien des bâtiments (par exemple ne pas multiplier les points singuliers sources d'éventuels soucis), et de retenir des

techniques durables et environnementales, notamment en termes énergétiques. Le verre cellulaire répond à cette demande grâce à la grande sécurité qu'il apporte face aux risques d'infiltration en toiture ; d'autre part, FOAMGLAS® satisfait à l'objectif de réaliser durablement des bâtiments moins consommateurs d'énergie, grâce à la garantie de 30 ans de la résistance thermique de ses plaques isolantes.

**FOAMGLAS®,
l'isolation thermique
garantie 30 ans.**

www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® T4+, ép. 15 cm
- 4 Etanchéité bicouche
- 5 Dalles sur plots





**Toiture
compacte
végétalisée**

L'Historial de la Vendée

Architecte Mandataire Plan 01 (75)

Architecte d'Opération Michel Joyau (85)

Maître d'ouvrage Conseil Général de la Vendée

Entreprise Bergeret (85)

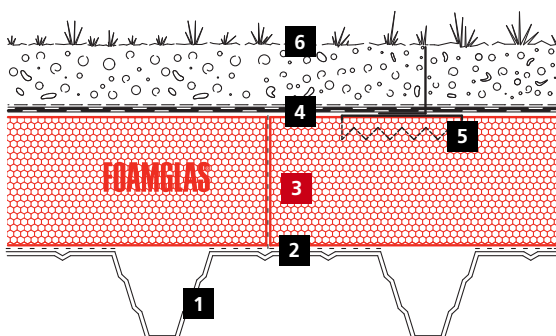
Année 2004

L'Historial de la Vendée est un musée en mouvement, pour observer, rencontrer, rêver, toucher, comprendre et partager. Les toitures constituant un ensemble de plus de 7000 m² sont discrètes et harmonieuses. La végétalisation épouse le paysage et son sup-

port isolant, FOAMGLAS®, incombustible, étanche à l'humidité, rigide, fiabilise l'ouvrage. Ses qualités face au risque incendie (incombustible, étanche à l'air, ne produisant pas de fumée toxique) sont aussi appréciées pour un tel ouvrage recevant du public.

**FOAMGLAS®,
l'isolation thermique
pour fiabiliser les
toitures légères
végétalisées.**

www.foamglas.fr



Système

- 1 Bac acier
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS®, ép. 12 cm
- 4 Etanchéité bicouche
- 5 Plaquette crantée FOAMGLAS® et dispositif pour forte pente
- 6 Végétalisation Sopranature®





Toiture compacte accessible aux véhicules

Centre de secours de Morzine (74)

Architecte Richard Plottier (74)

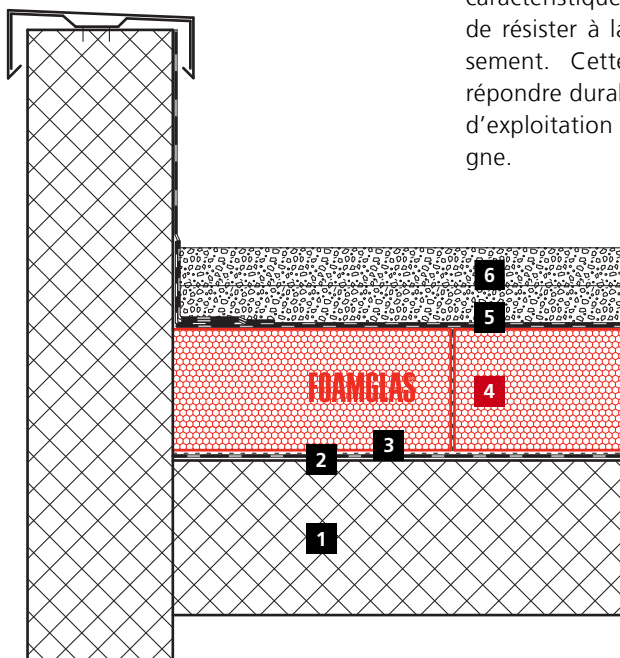
Maître d'ouvrage SDIS de Haute-Savoie

Entreprise Favario Etanchéité (73)

Année 2008

Les zones constructibles sont de plus en plus rares, en particulier en montagne. Réaliser une toiture-terrasse parking est un moyen d'optimiser l'utilisation des surfaces utiles. Le SDIS de Haute-Savoie a retenu cette solution pour réaliser au centre de secours de

Morzine un lieu de stationnement destiné aux véhicules du personnel et des visiteurs. La toiture compacte FOAMGLAS® est ici recouverte directement par une protection carrossable constituée de deux couches d'enrobé de 5 cm chacune. FOAMGLAS® a la caractéristique unique pour un isolant de résister à la compression sans tassement. Cette solution permet de répondre durablement aux contraintes d'exploitation d'un parking en montagne.



FOAMGLAS®, l'isolation thermique qui résiste à la compression sans tassement.
www.foamglas.fr

Système

- 1 Dalle béton
- 2 Chape bitumineuse
- 3 Collage
- 4 FOAMGLAS® F, ép. 10 cm
- 5 Etanchéité bicouche Système SOPRALENE® ANTIROCK® sur FOAMGLAS®
- 6 Enrobé bicouche 2 x 5 cm





**Toiture
compacte
accessible
aux véhicules**

Chateau d'Yquem, Sauternes (33)

Architecte Atelier d'Architecture A3A (33)

Maître d'ouvrage Château d'Yquem

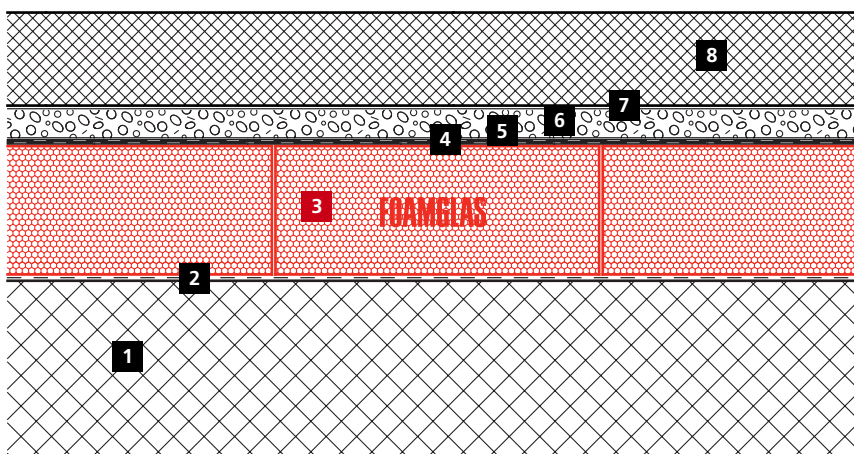
Entreprise Sarec (33)

Année 2010

«A l'âge où l'on lit à peine, j'épelai, goutte à goutte..., d'éblouissants Yquem», Prisons et Paradis, Colette. Les qualités des vins Château d'Yquem sont un mystère, cultivé par une passion familiale transmise sur douze générations, et poursuivi par le groupe LVMH actionnaire majoritaire du domaine depuis 1999. Toujours plus célèbre, le

Domaine a emménagé à proximité du Château un parking véhicule lourd afin d'optimiser sa logistique. Des plaques FOAMGLAS® S3, d'épaisseur 18 cm, isolent et protègent l'ouvrage situé en dessous, grâce à leur qualité thermique et à la longévité de leur résistance à la compression.

**FOAMGLAS®,
l'isolation thermique
des parkings PL.**
www.foamglas.fr



Système

- 1 Dalle béton
- 2 Collage
- 3 FOAMGLAS® S3 ép. 18 cm
- 4 Etanchéité bicouche PREFLEX GRAVIFLEX
- 5 Désolidarisation
- 6 Gravillons
- 7 Désolidarisation
- 8 Dalle de roulement, finition gravillons lavés





Construction au-dessus des pièces chauffées

Pour la construction d'une toiture-terrasse avec isolation thermique, trois techniques sont possibles : la toiture chaude (support, isolation, étanchéité), la toiture avec isolation inversée (support, étanchéité, isolation, lestage) et la toiture froide (isolation, espace ventilé, support, étanchéité). Pour bien isoler thermiquement, la première technique est conseillée.

1. La toiture chaude (fig. a)

Les toitures-terrasses les plus courantes sont réalisées suivant le principe de la toiture chaude : support (béton, bac acier ou bois), pare-vapeur (inutile avec FOAMGLAS®), isolation thermique, étanchéité, protection suivant la destination de la toiture. Dans ce principe, l'isolation est située entre le support et l'étanchéité.

En toiture chaude, FOAMGLAS® offre des avantages constructifs majeurs par rapport aux autres systèmes d'isolation : stabilité dimensionnelle, collage des panneaux entre eux, mise en œuvre en toiture compacte. L'ensemble de ces qualités font que FOAMGLAS® sollicite très peu l'étanchéité lors des variations de température et d'hygrométrie.

D'autres systèmes isolants sollicitent beaucoup plus les étanchéités en raison de leur coefficient de dilatation plus élevé que celui du béton ou de l'acier ; lors de fortes variations de la température extérieure, ils fatiguent l'étanchéité par leur dilatation ou leur rétractation (fig. d1, page 28). Ces phénomènes entraînent une diminution de la durée de vie du complexe d'étanchéité et génèrent, l'hiver, des ponts thermiques linéaires (fig. d2). Un autre type de variation dimensionnelle est le tassement des isolants dans le temps, parfois accéléré par la présence de charges ponctuelles ou permanentes, et qui provoque une perte d'efficacité thermique : un isolant d'épaisseur 15 cm qui se tasse de 3 cm perdra près de 20% de son pouvoir isolant (fig. d3). Les intrusions d'humidité dans les complexes isolants peuvent

également altérer leur qualité isolante et leur stabilité dimensionnelle ; d'où l'importance d'une isolation qui n'absorbe pas l'humidité en provenance accidentelle de l'extérieur ou de l'intérieur du bâtiment (fig. A, page 26). Sur support bac acier et platelage bois, la tenue des isolants par des fixations mécaniques traversantes expose l'étanchéité à des risques de perforation et engendre de nombreux ponts thermiques. De ce fait, les étanchéités fatiguent souvent plus vite que prévu, nécessitant des rénovations de toitures trop rapides et onéreuses. Tous ces risques sont évités avec FOAMGLAS®, et illustre l'un des intérêts économiques du FOAMGLAS®.

- 1 Logements collectifs, Auvergne Habitat, Clermont-Ferrand
- 2 Télécabine de la Kédeuse, Arâches, architecte Axe et Courbes



FOAMGLAS® est stable dimensionnellement (fig. D, page 28). Cette stabilité explique la possibilité, unique, du collage des plaques isolantes entre elles. L'étanchéité est ainsi mise en oeuvre sur une couche isolante continue. De plus, le verre cellulaire résiste à la compression sans tassement, même sous charge de longue durée. Les systèmes d'étanchéité mis en oeuvre sur FOAMGLAS® durent très longtemps.

Au-delà de la longévité des étanchéités, le grand avantage du FOAMGLAS® est une sécurité inégalée face aux risques d'infiltration en toiture (fig. B). En cas de faiblesse de l'étanchéité, avec les autres systèmes isolants, il y a infiltration et migration de l'eau dans la toiture. Le repérage des fuites est alors laborieux (notamment pour les toitures-terrasses ouvragées, type jardin, accessible piétons, véhicules...). D'autre part, d'un point de vue thermique, l'humidification des isolants est très dommageable à l'efficacité énergétique des bâtiments.

Avec FOAMGLAS®, en cas de faiblesse de l'étanchéité, l'eau est bloquée par les cellules de verre et ne peut pas se répandre dans la couche isolante, il n'y a pas d'infiltration dans la toiture. Tous les composants du système sont collés entre eux de manière compacte, les éventuels endroits endommagés peuvent être facilement localisés et réparés. Le bâtiment est protégé et les performances thermiques de la toiture restent inchangées.

Toiture chaude avec pente intégrée dans l'isolant

Les formes de pente en toiture-terrasse favorisent l'écoulement des eaux et sont obligatoires pour certaines d'entre elles. Le système de forme de pente FOAMGLAS® TAPERED offre une solution légère (115 kg/m³), rapide et facile à installer, comparé par exemple à la mise en oeuvre d'une forme béton. Les plaques sont façonnées précisément en usine, sont toutes numérotées, et livrées avec un plan de calepinage détaillé (fig. C).

Trois techniques de toiture plate

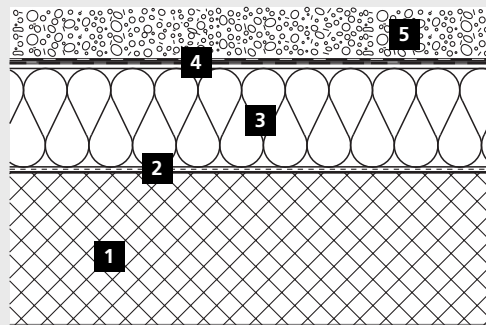


fig. a

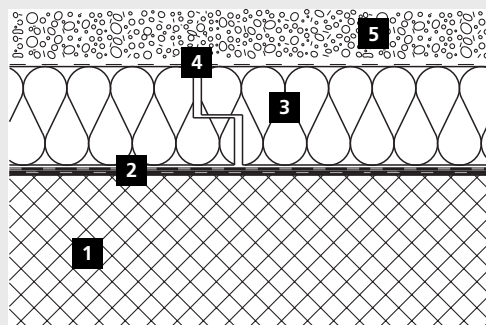


fig. b

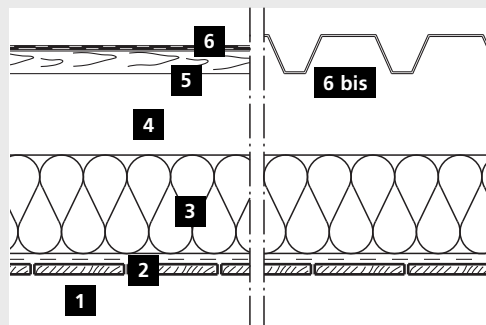


fig. c

Toiture chaude

- 1 Élément porteur (béton, bac acier, bois)
- 2 Pare-vapeur (sauf si isolation FOAMGLAS®)
- 3 Isolation thermique
- 4 Etanchéité
- 5 Protection éventuelle

Toiture avec isolation inversée

- 1 Élément porteur (béton)
- 2 Etanchéité
- 3 Isolation thermique
- 4 Voile filtrant
- 5 Dispositif de lestage obligatoire

Toiture froide

- 1 Faux-plafond, platelage bois, ...
- 2 Dispositif pare-vapeur
- 3 Isolation thermique
- 4 Espace de ventilation
- 5 Support bois
- 6 Etanchéité
- 6 bis. Bac sec

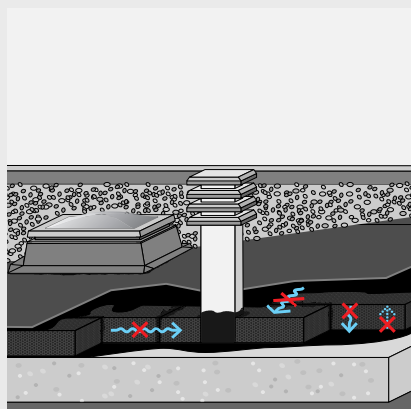


fig. A

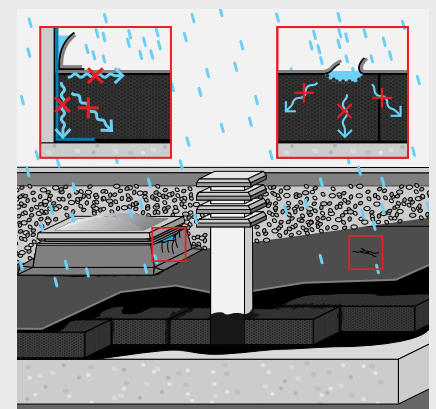


fig. B

Avec la toiture compacte FOAMGLAS,

- il n'y a pas de migration d'humidité ni d'air dans la toiture
- la sécurité face au risque d'infiltration est maximum

En rénovation, ce système permet de créer des pentes et de reprendre des contrepentes existantes, à l'aide de différents gradients (1,1%, 1,7%, 2,2%, ...).

La toiture compacte FOAMGLAS® TAPERED est une solution en neuf lorsque le support, pour des raisons diverses de structure, n'est pas adéquat pour former la déclivité souhaitée. En rénovation, ce système permet de supprimer des contrepentes et de créer un écoulement naturel des eaux vers les évacuations pluviales.

2. Toiture avec isolation inversée (fig. b)

Utilisée parfois sur support béton, la toiture inversée consiste à positionner l'étanchéité directement sur le support, et l'isolation sur l'étanchéité. Un lestage est alors obligatoire pour que l'isolant reste en place. Dans ce principe, l'isolant n'est pas protégé des intempéries. En toiture inversée, lorsqu'il pleut, l'eau est en contact avec l'étanchéité (fig. b'), qui a été mise en œuvre directement sur le support béton. Celui-ci, notamment l'hiver, subit alors une différence de température considérable. La courbe de température dans la toiture est grandement modifiée et des déperditions énergétiques se produisent par effet «pompe à chaleur» (l'énergie migre de l'intérieur du bâtiment chauffé vers l'eau froide de la toiture). De plus, le support béton s'expose à des



fig. C

Courbes de température par temps froid et humide

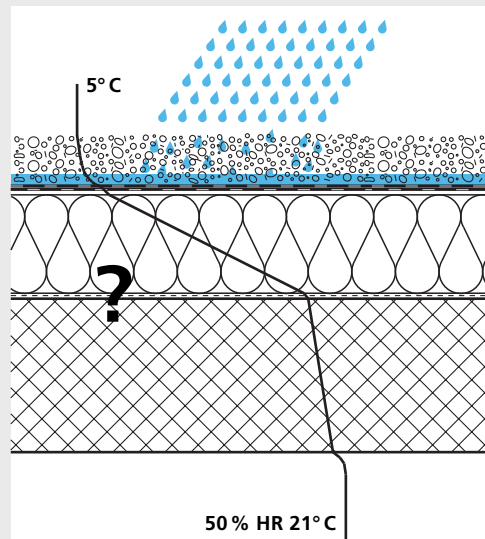


fig. a'

Toiture chaude

Le résultat est satisfaisant, s'il n'y a pas de circulation d'air ni d'humidité dans la couche isolante.

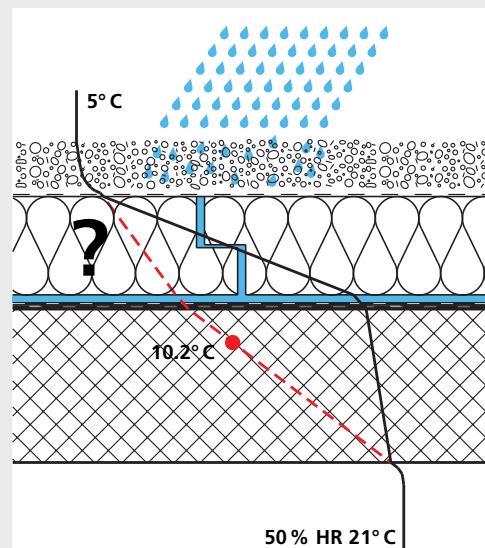


fig. b'

Toiture avec isolation inversée

- L'isolant est en contact avec l'eau froide, et de l'eau est en contact avec l'étanchéité.
- La résistance thermique de la toiture est altérée pendant la présence de l'eau. La dalle béton supporte une forte différence de température.
- Des condensations risquent de se former dans la dalle béton (cf. diagramme de Mollier, page 28).

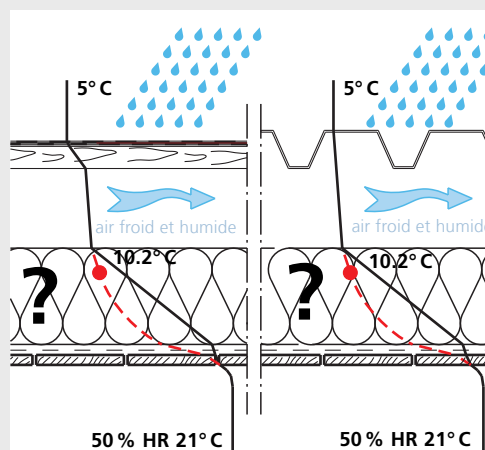


fig. c'

Toiture froide

- L'air froid et humide passe sous l'étanchéité et est en contact avec le système isolant.
- La résistance thermique de la toiture peut être fortement altérée en fonction de la perméabilité de l'isolation.
- Des condensations risquent de se former dans la toiture (cf. diagramme de Mollier, page 28).

Importance des caractéristiques physiques des isolants. Exemples.

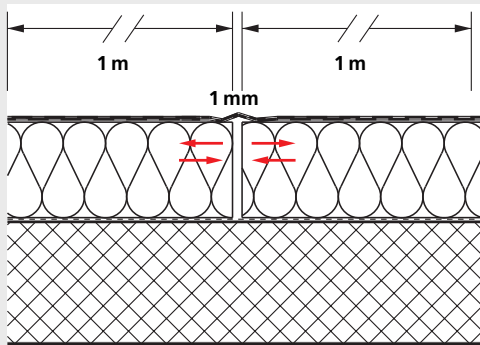


fig. d1

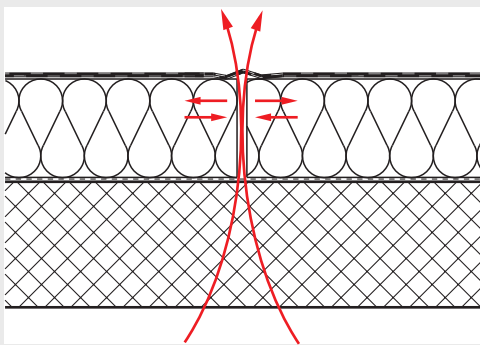


fig. d2

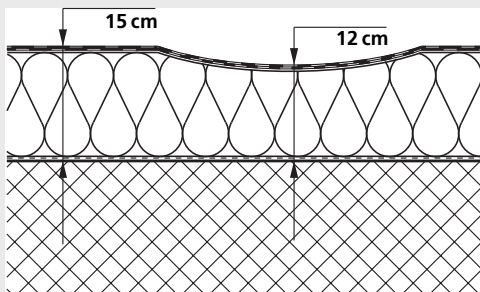


fig. d3

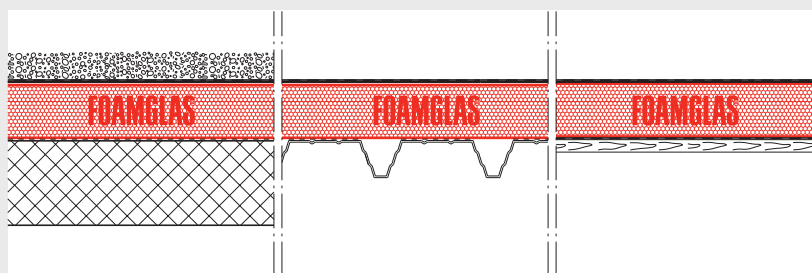


fig. D

- Pour un coefficient de dilatation de l'isolant de $50 \cdot 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$,
- Pour 2 mètres considérés, et pour une chute de température de 20°C en toiture*, La rétractation de l'isolant sera de 1 mm au droit des joints de panneaux.

* Pour une chute de température de 40°C , et une longueur de toiture de 30 mètres entre JD, les rétractations cumulées seront de 6 cm.

- Lorsque les isolants ont des coefficients de dilatation importants,
- Par température extérieure froide, Il y a des ponts thermiques linéaires au droit des joints de panneaux isolants.

Conséquence du manque de tenue en compression des isolants :
Si un isolant de 15 cm d'épaisseur se tasse en 12 cm, la résistance de la toiture diminuera d'environ 20 % en cet endroit.

- Avec la technique "toiture compacte FOAMGLAS®", Les joints de panneaux isolants sont collés, et FOAMGLAS® résiste à la compression sans tassement :
- Il y a continuité thermique et étanchéité à l'air.
 - Même par température extérieure froide, il n'y a pas de ponts thermiques.

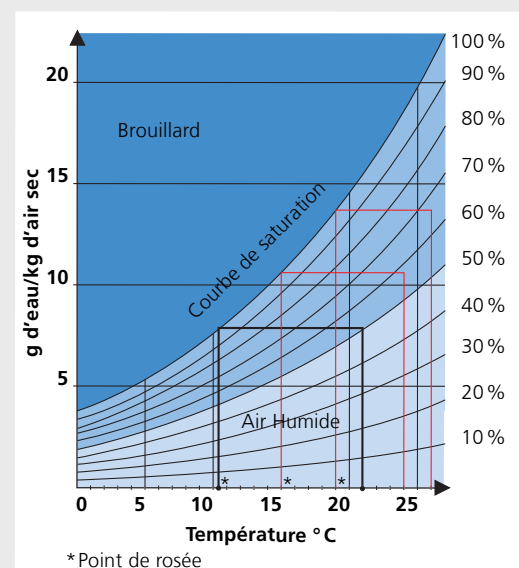
risques de condensation, en sous-face (traces d'humidité), ou dans la dalle (risque de corrosion des aciers).

3. Toiture froide (fig. c)

Dans le concept «toiture froide», la toiture est ventilée en sous-face par de l'air extérieur. L'isolation thermique est positionnée sous l'espace de ventilation. Celui-ci est destiné à évacuer l'humidité provenant de l'intérieur du bâtiment et d'éventuelles condensations pouvant se former dans la toiture. En toiture froide, un des problèmes est la circulation de l'air dans l'espace de ventilation. Cet air peut pénétrer les couches isolantes perméables et altérer le pouvoir isolant de la toiture lorsque l'air est froid ou chaud. L'été, l'air chaud ventilant la toiture est souvent négligé, cependant il pose parfois des problèmes en engendrant des températures intérieures trop élevées. L'hiver, en locaux chauffés, ce type de toiture est moyennement performant d'un point de vue hygrothermique (fig. c') et les risques de condensation doivent être étudiés précisément. En France ce type de toiture est interdit en locaux à forte et très forte hygrométrie.

Des trois principes de conception de toiture-terrasse, la toiture chaude est largement la plus utilisée car elle est reconnue comme associant le plus grand nombre d'intérêts.

Diagramme de Mollier





1

- 1 Maison du département, Bourgoin Jaillieu, architecte Charon Rampillon. Isolation FOAMGLAS® en toitures-terrasses inaccessibles, accessibles et végétalisées.

Types d'exploitation et de construction

Les toitures-terrasses ont l'avantage de permettre des utilisations multiples. Les toitures compactes sont classées en fonction de leur type de destination (cf. page 8). La vue d'ensemble ci-dessous présente ces différentes toitures et des spécificités constructives. Une attention particulière est accordée à la fiabilité, afin d'obtenir une toiture durable et économique. Le sujet particulier des locaux à forte hygrométrie est abordé en deuxième partie.

Toiture compacte avec étanchéité autoprotégée.

Les plaques FOAMGLAS® T4+ sont collées en pleine adhérence au bitume chaud ou froid sur le support. Puis le système d'étanchéité autoprotégée est mis en œuvre par collage ou soudage. Les qualités de la toiture compacte FOAMGLAS® confèrent une grande longévité à ces systèmes légers d'étanchéité (cf. l'ouvrage «FOAMGLAS® 40 ans après»). Ils ont aussi l'intérêt écologique d'économiser les gravillons.

1. Les différents types de toiture compacte FOAMGLAS

Toiture compacte inaccessible

Cette toiture est par définition inaccessible, sauf pour l'entretien courant de l'étanchéité.



2



3

Toiture compacte avec étanchéité protégée par gravillons.

La toiture compacte lestée au gravier est aussi utilisée en toiture inaccessible. La couche complémentaire de gravillons offre notamment une protection de l'étanchéité contre les actions mécaniques et les UV. Elle constitue aussi un volant thermique non négligeable. Elle peut avoir un rôle esthétique, mais aussi quelques inconvénients en termes d'entretien, par exemple si l'environnement comprend beaucoup d'arbres.

- 2 Logements collectifs, Les Cités Cherbourgeoises, Cherbourg
3 Caserne Sénépart, Lille, Génie Militaire



4



5



6



7



8

- 4 Sea Club, Monaco
- 5 Immeuble de Bureaux, SILIC Nanterre, Mayla Architecture
- 6 Parking Mac Donald's, Bussy Saint-Georges
- 7 Lycée Sylvia Montfort, Luisant, architecte Gilbert Autret
- 8 Lycée Alfred Kastler, La Roche sur Yon, architecte Arts'Cad

Toiture compacte technique

Les toitures-terrasses techniques sont l'objet d'un passage fréquent pour l'entretien d'équipements situés en toiture (VMC, chemin de nacelles, locaux de machinerie, capteurs solaires, ...). Elles font alors l'objet d'une protection spécifique, par exemple sous la forme de dalles préfabriquées sur couche de désolidarisation, d'une membrane d'étanchéité complémentaire sous avis technique, ...

En terrasses inaccessibles, les chemins d'accès vers les terrasses techniques sont considérés comme zones techniques et doivent également être protégés. Ces toitures sont parfois très sollicitées et la résistance à la compression sans tassement du FOAMGLAS® est appréciée.

Toiture compacte accessible piéton

Il s'agit de toitures-terrasses destinées à la circulation ou au séjour des piétons. Situé sur locaux chauffés, le complexe d'étanchéité correspond, dans son principe, à celui d'une toiture-terrasse inaccessible. Les revêtements de protection et esthétiques sont divers : dalles (en pierre, en bois) sur plots,

chape béton recouverte de dalles de céramique, de pierres artificielles ou naturelles, d'enrobé, d'asphalte, de caillebotis, etc...

Toiture compacte végétalisée et jardin

Les toitures vertes embellissent la ville et valorisent les bâtiments et l'environnement. Pour les réaliser, au-dessus de la toiture compacte classique sont mis en œuvre des systèmes de végétalisation ou jardin de constitution spécifique suivant les fabricants.

Une distinction est établie entre végétation extensive (végétalisation) et intensive (jardin). La végétation extensive est caractérisée par des plantations basses peu gourmandes en eau et en substances nutritives, 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 en toiture inclinée.

Par végétation intensive de toiture, on entend des formes traditionnelles de toitures jardins utilisables et entretenues régulièrement qui autorisent une diversité illimitée de plantes. Elle se

caractérise par des plantations nécessitant des couches de terre végétale de 15 cm à 1,5 m environ d'épaisseur.

Ces toitures apportent un complément thermique et un ralentissement de l'écoulement des eaux en cas de fortes pluies.

Prendre le risque de rénover de telles toitures après 15 ou 20 ans est-elle une bonne option économique et écologique compte tenu de ses coûts et des déchets importants alors générés ? L'emploi de la toiture compacte FOAMGLAS®, forte de ses preuves en termes de longévité et de sécurité face aux risques d'infiltration, est d'autant plus recommandé. (cf. fig. A et B page 26).

Toiture compacte accessible véhicule léger et véhicule lourd

Pour les toitures-terrasses accessibles aux véhicules, la résistance à la compression nettement supérieure du FOAMGLAS® par rapport aux autres isolants est intéressante pour sécuriser les ouvrages. De plus, même sous des charges lourdes statiques ou dynamiques, FOAMGLAS® résiste à la compression sans tassement,

participant ainsi à la fiabilité de l'ensemble et de l'étanchéité en particulier. Il en résulte des constructions plus sûres et plus minces.

La toiture compacte utilise alors du FOAMGLAS® S3 ou F, et au-dessus de l'étanchéité est mise en œuvre après désolidarisation une couche de répartition, en béton ou en enrobé, dont l'épaisseur dépend des contraintes de charges et des calculs utilisant les caractéristiques techniques remarquables du verre cellulaire. Des solutions existent en double couches d'enrobé pour les parkings véhicule léger, ou avec dalle béton pour les parkings véhicule léger et lourd, avec ou sans revêtement esthétique. **La gamme de FOAMGLAS® S3 et F, ayant notamment des résistances à la compression à la rupture de 900 et 1600 kPa, sans tassement, offre des caractéristiques techniques qui permettent d'optimiser les solutions.**

La toiture compacte accessible véhicule apporte la qualité appréciée de la sécurité face aux risques d'infiltration. Les économies en termes de coûts différés sont très importantes car les rénovations des toitures parking sont particulièrement onéreuses.

Toiture compacte légère sur support bac acier : trois qualités spécifiques

Le mode de construction légère avec des supports bacs acier est apprécié pour de nombreux bâtiments. Les étanchéités utilisées sont alors souvent autoprotégées. Cependant il y a une évolution vers la conception de toitures légères, avec des zones techniques, avec végétalisation ou avec des installations photovoltaïques.

FOAMGLAS® est mis en œuvre par collage sur les plages d'onde, en technique à chaud ou à froid, joints de plaques collés, sans l'addition de fixations mécaniques traversantes. L'étanchéité à l'air et à l'humidité de la couche isolante en verre cellulaire est d'autant plus intéressante qu'elle est en contact avec l'air intérieur (il n'y a pas d'étanchéité à l'air aux recouvre-

Risques de condensation – Exemples

(Cf. diagramme de Mollier page 28)

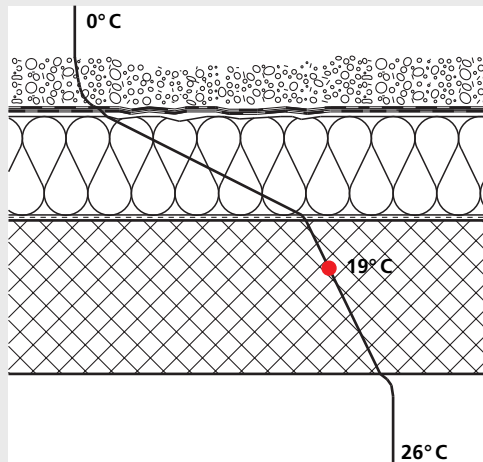


fig. e1

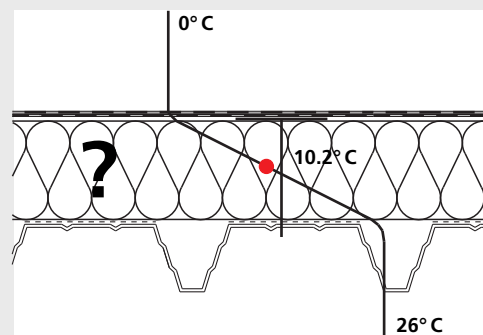


fig. e2

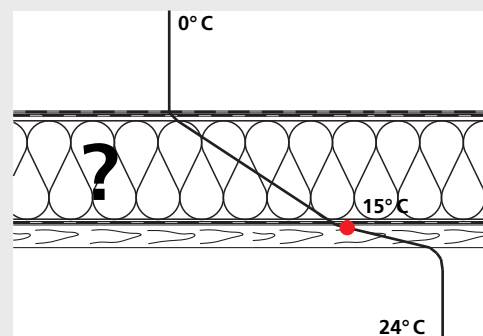


fig. e3

Exemple 1 : Piscine

Élément porteur :
dalle béton.
T=26°C, H.R.=65%
Température du point
de rosée : 19°C
Si l'isolant est dégradé...

Exemple 2 : Salle de classe

Élément porteur : bacs acier.
T=21°C, H.R.=50%
Température du point
de rosée : 10.2°C
Si la vapeur peut entrer
dans l'isolant...

Exemple 3 : Vestiaires

Élément porteur : platelage bois.
T=24°C, H.R.=58%
Température du point
de rosée : 15°C
Si l'isolant est humide...

ments des bacs acier : l'air dans les nervures est en contact avec l'air intérieur du bâtiment). L'absence de fixation élimine les ponts thermiques en partie courante. Le deuxième point fort est la sécurité vis-à-vis du risque incendie. Classé A1 (Euroclasse, classement optimum), FOAMGLAS® sécurise les toitures légères (fig. D, page 28).

Troisième point fort, les tôles d'acier nervurées étant de plus en plus minces et légères, FOAMGLAS® apporte à la toiture une qualité particulière : rigides et sans fixation mécanique, les plaques isolantes collées entre elles génèrent un effet collaborant aux bacs et apportent plus de sûreté aux accessibles techniques.

Avec FOAMGLAS®, la toiture est protégée des risques de condensation.

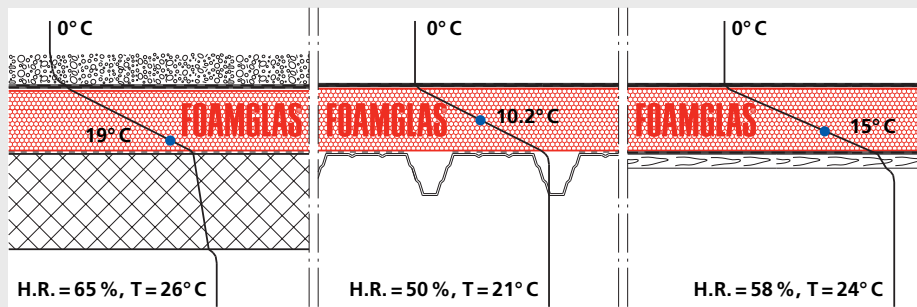


fig. E

Avec la technique "toiture compacte FOAMGLAS®" :

- La résistance thermique ne diminue pas dans le temps,
- L'humidité ne peut pas entrer dans la couche isolante,
- La localisation de la température de rosée n'est pas atteinte par la vapeur.

Les panneaux ou plaques FOAMGLAS® apportent spécifiquement trois qualités aux toitures légères : fiabilité thermique, sécurité vis-à-vis du risque incendie, résistance des toitures en cas d'accessibilité technique.

2. Aspects hygrothermiques

Incidence sur les toitures

Les caractéristiques hygrothermiques de l'air intérieur (température, hygrométrie) influent sur le comportement des toitures. Les locaux, en fonction de leur destination, sont plus ou moins humides. S'il fait froid à l'extérieur (alors il y a peu d'humidité en quantité absolue à l'extérieur), l'humidité intérieure (la vapeur) tendra à sortir du bâtiment et va exercer une pression de vapeur sur les parois. La température et le taux d'humidité de l'air intérieur peuvent ainsi entraîner des phénomènes de condensation en fonction des températures rencontrées par cette vapeur migrant dans les toitures. La température à laquelle il y a condensation est la température de point de rosée. En fonction des conditions hygrothermiques intérieures, cette température peut être très vite rencontrée (cf. diagramme de Mollier, page 28). Les schémas e1, e2 et e3 illustrent les risques. Lorsque des condensations se forment trop souvent, les dangers peuvent être notamment la corrosion des aciers dans les dalles en béton, une détérioration parfois rapide des supports en bois et bac acier. En toiture avec isolation inversée et en toiture froide, (cf. page 27), les

conséquences sont bien plus grandes, pouvant entraîner une altération importante de la performance thermique, l'humidification des faux-plafonds, des corrosions importantes de la structure,...

Pour éviter les condensations dans les toitures, la solution efficace dans le temps est de choisir FOAMGLAS® et de bien dimensionner son épaisseur en fonction des conditions hygrothermiques. FOAMGLAS® Building réalise gratuitement des études hygrothermiques pour conseiller les maîtres d'oeuvre et les entreprises dans le choix des épaisseurs de verre cellulaire nécessaires, en fonction des conditions hygrothermiques considérées.

Fiabilité des toitures avec FOAMGLAS®, même en milieu à forte hygrométrie.

FOAMGLAS® est l'assurance d'une absence de dégradation des supports et de la performance thermique des toitures, en milieu à forte et très forte hygrométrie (fig. E). Avec ses fines cellules de verre hermétiquement closes et étanches, le dispositif pare-vapeur est déjà "incorporé" dans la couche isolante. FOAMGLAS® permet d'éviter le pare-vapeur, qui est difficile à mettre en oeuvre parfaitement (la moindre erreur de pose ponctuelle d'un pare vapeur entraîne la migration de l'humidité intérieure dans les isolants perméables). FOAMGLAS® permet aussi d'éviter des ponts thermiques (mise en oeuvre par collage, sans fixation méca-

nique). Il ne peut pas y avoir de prise d'humidité par l'isolation ni migration d'humidité par capillarité, avec chutes de performance thermique alors induites, ni de circulation d'air. La couche isolante FOAMGLAS® garde ses propriétés thermiques. Les phénomènes de condensation ne peuvent pas se produire, la localisation des températures de rosée, située dans la FOAMGLAS®, n'étant pas accessible à la vapeur d'eau contenue dans l'air intérieur.

Seule la toiture compacte permet de réaliser une telle sécurité : continuité pare-vapeur et de l'étanchéité à l'air de la couche isolante, garantie thermique dans le temps, garantie d'une absence de condensation dans le support, après 5, 10, 15, ... ou 40 ans. Cette qualité explique aussi la grande longévité des systèmes d'étanchéité sur FOAMGLAS®.

Pour toutes les toitures-terrasses, quelques soient leurs contraintes techniques, et pour tout type d'hygrométrie (de l'usine sensible à la piscine sans oublier les ouvrages complexes comme les établissements scolaires), l'isolation FOAMGLAS® est reconnue pour la fiabilité qu'elle apporte aux ouvrages. Aussi est-elle, grâce à sa longévité, également reconnue comme une solution économique.



Longévité, sécurité, rentabilité

La qualité de l'isolation thermique est prépondérante pour la rentabilité d'une toiture. Elle est décisive en matière de maîtrise des dépenses d'énergie et de longévité de nombreux composants de la construction, telle l'étanchéité des toitures. Dans ce cadre, la toiture compacte FOAMGLAS® répond parfaitement à la demande. L'isolant FOAMGLAS®, garanti 30 ans, est mis en œuvre pour la vie du bâtiment. Des travaux d'entretien courant suffisent et l'étanchéité durera plus de 40 ans.

Économie rime avec bien investi

Des coûts énergétiques à la hausse font que les investissements dans le domaine de l'isolation sont une nécessité pour les décennies à venir. Pour optimiser la gestion thermique des bâtiments, le choix des matériaux isolants est primordial. En fonction de leur nature et de leur utilisation, les matériaux s'altèrent plus ou moins vite en vieillissant. Un ouvrage thermiquement durable nécessite des matériaux et des techniques d'assemblage de qualité, dont les toitures compactes FOAMGLAS® sont emblématiques. Elles offrent une protection thermique inaltérable et une longévité inégalée.

Durable et économique

L'isolation thermique en toiture plate occupe une place toute particulière pour le maintien de la valeur à long terme d'un bâtiment. Elle protège le bâti des variations thermiques, concourt au confort hygrothermique et participe au bon comportement de l'étanchéité. De plus, l'isolation fait partie des éléments de construction difficilement accessibles, et les rénovations sont coûteuses. Le plus grand soin est donc requis, tant dans le choix des matériaux, des techniques d'assemblages, que lors de la mise en œuvre. La toiture-terrasse compacte FOAMGLAS® propose une solution crédible : FOAMGLAS® reste stable et

- 1 Esplanade de la mairie de Dinan
- 2 Capitainerie de Boulogne sur Mer



performant toute la vie du bâtiment, et permet de planifier la rénovation des étanchéités après plus de quarante ans d'usage. Alors une simple reprise de l'étanchéité suffira, sans dépose de l'isolation.

Déperdition énergétique maîtrisée. Sécurité des investissements

De plus en plus d'entreprises conseillent et proposent le FOAMGLAS® auprès de leurs clients, pour des raisons de longévité de l'étanchéité, et de plus en plus aussi pour des raisons de garantie de résultats en terme d'économie d'énergie.

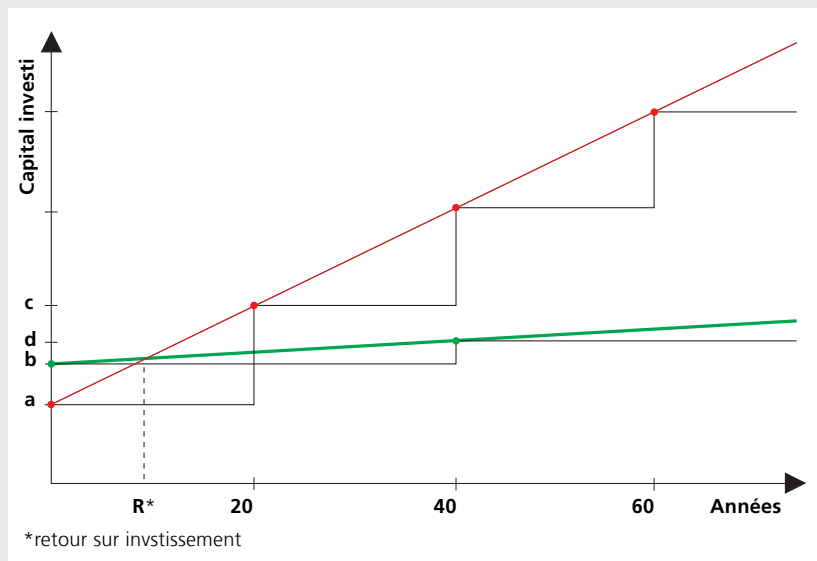
L'isolant de sécurité FOAMGLAS® présente tous les atouts pour offrir une protection thermique constante à long terme et garantir une sécurité élevée de l'investissement. Au total, il apporte une somme d'avantages que les concepteurs et les maîtres d'ouvrage clairvoyants apprécient toujours plus.

Economique et écologique

Aujourd'hui un investissement responsable est de plus en plus étudié sous l'angle économique du développement durable. L'objectif est dorénavant de

Coût de l'investissement et des rénovations des toitures-terrasses

Exemple de comparatif entre une solution X (rouge) et une solution toiture compacte FOAMGLAS® (vert)



a coût d'une solution X (à rénover tous les 20 ans)

b coût d'une solution FOAMGLAS®, $b = 1,5 a$

c-a coût** de la rénovation de la solution X, $c-a = 1,2 a$

d-b coût*** de la rénovation de la solution FOAMGLAS®, $d-b = 0,2 b$

** avec dépose et nouvelle pose d'un complexe 'isolant+étanchéité'.

*** avec conservation de FOAMGLAS® existant et nouvelle étanchéité.

construire des bâtiments énergétiquement efficaces, utilisant des matériaux écologiques, afin d'économiser le plus possible les ressources naturelles et d'en-

gendrer le moins possible de déchets. A ce titre le choix du FOAMGLAS® est déterminant.

3 Collège Germaine Tillion, Lardy, architecte Gering



3



1

1 Lors des incendies, la qualité de l'isolation intervient.

Protection contre le risque incendie

Le sujet de la sécurité incendie est prioritaire. Les isolants thermiques, présents en volume de plus en plus important dans les constructions, ont un rôle crucial. Les études scientifiques et l'expérience le montrent clairement : FOAMGLAS® peut contribuer de manière décisive à la prévention des incendies. En effet, isolant de sécurité, il est absolument incombustible, il n'émet pas de gaz toxiques et il bloque les mouvements d'air.

Importance des matériaux isolants dans le cadre de la sécurité incendie

La propagation du feu par la toiture est un risque avéré. Les épaisseurs d'isolants sont de plus en plus importantes avec les nouvelles réglementations thermiques. FOAMGLAS® apporte au titre de la protection contre l'incendie une sécurité accrue. La toiture compacte FOAMGLAS® ralentit et parfois stoppe la propagation redoutée de l'incendie. L'impact du FOAMGLAS® sur l'évolution des incendies permet un gain de temps précieux pour combattre le feu.

FOAMGLAS®, isolant thermique incombustible et résistant au feu.

Constitué de verre, sans liant ni résine, le matériau d'isolation FOAMGLAS® est parfaitement incombustible, classé A1 (Euroclasse). Il conserve toutes ses performances jusqu'à 430°C. Le point de ramollissement du verre n'est atteint qu'à 750°C. En aucun cas il ne peut constituer un aliment pour le feu ni participer à l'extension d'un foyer d'incendie car l'air ne circule pas dans la couche isolante.

Toiture compacte FOAMGLAS®

La couche isolante est étanche à l'air, car le FOAMGLAS® est lui-même étanche et les joints sont collés entre eux. L'absence de circulation d'air et donc d'oxygène dans la couche isolante entraîne une alimentation quasiment nulle de l'incendie. Cela entraîne une vitesse de propagation de l'incendie en toiture bien plus faible qu'avec d'autres isolants.

Dans les établissements recevant du public (ERP), la protection contre l'incendie est un sujet crucial.

Les plaques FOAMGLAS® sont incombustibles et sont particulièrement recommandées pour l'isolation de ces bâtiments. Le comportement du FOAMGLAS® est tel qu'il est apte à réaliser un écran thermique sur les toitures avec support bac acier, au titre de l'article AM 8 du règlement de sécurité dans les ERP.

La toiture compacte FOAMGLAS® bénéficie de l'approbation de la société d'assurance Factory Mutual.

FOAMGLAS® : aucun gaz toxique en cas d'incendie

FOAMGLAS® est fabriqué à partir de verre recyclé et de matières premières 100% minérales. Il ne dégage aucun gaz toxique en cas d'incendie. Dans le cas des bâtiments recevant du public, cette qualité est particulièrement appréciée.

Prévention possible

Le choix d'un type de matériau isolant participe au travail de prévention contre le risque incendie. Choisir FOAMGLAS®, c'est choisir un isolant de sécurité. Le système de toiture compacte FOAMGLAS® l'a démontré dans plusieurs cas d'incendies, suscitant de nombreux témoignages.

FOAMGLAS® réalise une véritable protection contre l'incendie.

- Minéral à 100%, l'isolant de sécurité FOAMGLAS® est incombustible. (Classement au feu optimum : A1)
- FOAMGLAS® ne produit pas de gaz toxique.
- FOAMGLAS® est apte à réaliser un écran thermique (Règlement de sécurité des ERP, article AM8)

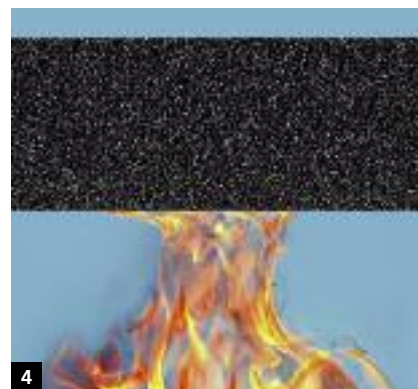
Incendie réel. Des témoignages qui confirment l'intérêt du FOAMGLAS®

En 1988, un incendie spectaculaire a généré d'importants dégâts sur l'usine de Schweinfurt (Allemagne) de l'entreprise suédoise SKF, spécialiste des roulements à bille.

Le rapport d'expertise établi par la Compagnie d'Assurance a conclu que c'est grâce à l'isolation thermique en verre cellulaire, incombustible et étanche à l'air, que l'incendie ne s'est pas propagé via les toitures à l'ensemble du bâtiment de 23000 m² (témoignage détaillé dans l'ouvrage «FOAMGLAS®, 40 ans après»).

En 1987, le laboratoire de chimie des Fonderies Magotteaux à Vaux-sous-Chèvremont en Belgique est l'objet d'un incendie. Le foyer surgit d'une hotte d'extraction débouchant en toiture. «Malgré la combustion de la couverture en roofing, l'isolation en verre cellulaire FOAMGLAS® a parfaitement résisté au feu» – témoignage de M. G. Dumez, ingénieur Chef de Service de la firme Magotteaux.

- 4 FOAMGLAS® est incombustible et étanche à l'air
- 5 Garderie La Jacobelle, Jacob Bellecombette, architecte Pierre Duchateau
- 6 Maison de retraite, Zuydcoote, architecte Bruno Roussel





- 1 Des sources d'énergie renouvelable ; l'économie des ressources naturelles.
- 2 FOAMGLAS®, composé de petites cellules de verre hermétiquement closes.

Bilan écologique remarquable

Fabriqué à base de verre recyclé, mis en œuvre pour durer la vie du bâtiment, recyclable en fin de vie, très bien placé en terme d'utilisation des ressources de la nature et d'émission de pollutions, FOAMGLAS® est parfaitement en phase avec le développement durable et les cibles de la Haute Qualité Environnementale.

FOAMGLAS® est produit à base de verre recyclé. Les matières premières utilisées pour la fabrication du FOAMGLAS® sont de nature exclusivement minérale et inoffensive pour l'environnement. La matière première principalement utilisée se compose principalement de verre recyclé (60% au minimum). Il provient de vitres de voiture ou de vitrages de fenêtres défectueuses. D'autres matières 100% minérales sont également utilisées (cf. le principe de fabrication présenté ci-dessous).

Faibles nuisances. L'optimisation des processus de fabrication, le recours à l'énergie d'origine hydraulique et éolienne, ont permis ces dernières années d'apporter des améliorations significatives pour tous les indicateurs écologiques déterminants : consommation énergétique (pour FOAMGLAS® T4+, énergie de fabrication non renou-

velable : 15,26 MJ/kg), émissions dans l'atmosphère, gaz à effet de serre, consommation en ressources naturelles...

Matières premières largement disponibles. Le verre recyclé fournit aujourd'hui la principale matière première du FOAMGLAS®. Elle est largement disponible, en provenance du bâtiment et de l'industrie automobile. Les matières minérales complémentaires, notamment le feldspath, sont également abondantes.

Economie de matériaux et longévité des performances. En toiture plate, FOAMGLAS® économise des matériaux et donc de l'énergie : pare-vapeur non utile, protection meuble facultative. De plus il économise des rénovations, chères et dispendieuses en déchets, en consommation de nouveaux matériaux et en énergie. La longévité de la toiture compacte FOAMGLAS® et sa résistance

thermique garantie 30 ans sont à la fois intéressantes d'un point de vue économique et d'un point de vue écologique.

Recyclage. Un recyclage judicieux du verre cellulaire consiste à le réutiliser comme sous-couche pour les routes et autoroutes, ou en matière de remplissage pour les écrans antibruit. Dimensionnellement stable, neutre pour l'environnement, inorganique, imputrescible et sans risque pour la nappe phréatique, FOAMGLAS® convient parfaitement à ce type d'usage. Il peut aussi être réutilisé comme isolation en vrac, en conservant certaines de ses qualités (incombustible, imputrescible, durable,...).



Energie grise et impacts environnementaux.

En Europe, plusieurs études indépendantes approfondies attestent du faible impact énergétique et environnemental du FOAMGLAS®. L'une des plus détaillées est l'étude de KBOB_eco-bau_IPB, qui classe de nombreux matériaux à l'aide d'Ecopoints. Les Ecopoints UBP quantifient les charges environnementales résultants de l'utilisation des ressources énergétiques, de la terre et de l'eau douce, des émissions dans l'air, l'eau et le sol, et de l'élimination des déchets. Parmi tous les isolants utilisés en toiture-terrasse, FOAMGLAS® arrive en première position. (rapport disponible sur le site www.foamglas.fr, chapitre écologie).

FOAMGLAS® est parfaitement en phase avec les 14 cibles de la Haute Qualité Environnementale.

Les 14 cibles HQE permettent une analyse spécifique des qualités des matériaux. Parmi ces 14 cibles, deux concernent particulièrement l'isolation thermique.

Gestion de l'énergie (cible n° 4).

Eviter les déperditions énergétiques par les parois est le rôle premier d'un isolant, correspondant pleinement à cette cible. **Or, réalité peu connue, les fabricants d'isolant ne sont pas obligés de garantir dans le temps la résistance thermique de leurs produits une fois ceux-ci mis en œuvre conformément à leurs spécifications.**

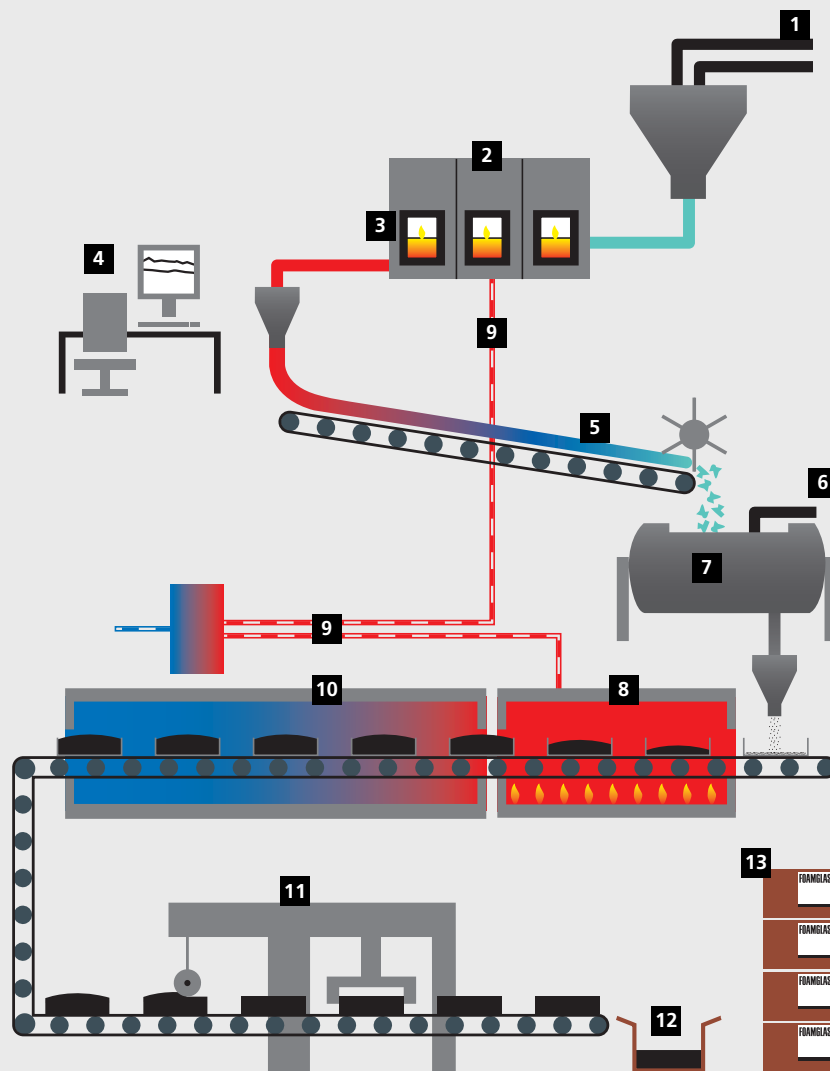
Cette absence de garantie est la source de nombreux malentendus entre les intervenants de l'acte de construire.

L'entreprise d'étanchéité qui met en œuvre l'isolation en toiture-terrasse délivre une garantie de 10 ans sur l'étanchéité. Mais elle ne délivre pas de garantie sur la résistance thermique de l'isolation réalisée. De son côté, le bureau d'étude thermique fait des calculs théoriques à l'aide des valeurs certifiées des produits en sortie d'usine, mais sans engagement dans le temps des résultats de ses calculs.

A ce jour, il manque un maillon à la chaîne des garanties pour le maître d'ouvrage. C'est une raison supplé-

Fabrication de FOAMGLAS®

(usine de Tessenderlo, Belgique)



1 Apport et dosage des matières premières : verre recyclé, feldspath, sable, fer etc.

2 La fusion s'effectue à une température constante de 1250° C.

3 Le verre fondu quitte le four.

4 Salle de contrôle pour la surveillance de la production.

5 Le verre est refroidi sur un tapis roulant et aboutit dans un broyeur.

6 Le verre recyclé (verre d'automobiles et de vitres) est réduit en poudre dans le broyeur, puis versé de manière bien dosée dans des moules en acier inoxydable.

7 Apport du carbone.

8 Le mélange poudre de verre et carbone, dans un moule spécifique, est chauffé dans un premier four. Une réaction d'oxydation transforme la poudre de verre en mousse de verre.

9 Récupérateur de la chaleur

10 Le verre moussé, formé de cellules de verre hermétiquement closes, passe dans un four de refroidissement contrôlé afin d'obtenir un produit très stable.

11 Les panneaux isolants en verre cellulaire sont taillés et contrôlés. Les chutes de verre sont réintégrées dans le processus de fabrication.

12 Les plaques de FOAMGLAS® sont emballées par paquet et palettisées.

13 Les produits FOAMGLAS® prêts au transport sont stockés dans l'entrepôt en attente de la livraison.

mentaire d'être exigeant vis à vis du complexe «isolant + étanchéité» en toiture-terrasse, notamment dans le cadre de la cible «gestion de l'énergie».

Avec FOAMGLAS®, il n'y a pas de mauvaises surprises avec les années qui passent : la résistance thermique reste inchangée. Demander à l'isolant de la toiture un critère d'objectif de maintien pendant 10 ans de sa résistance thermique, dès lors qu'il a été mis en oeuvre conformément aux spécifications requises, entre pleinement dans le cadre de cette cible.

Gestion de l'entretien et de la maintenance (cible n°7).

En toiture-terrasse, l'intérêt du FOAMGLAS® est majeur, car l'entretien est minimum et la maintenance lourde est statistiquement très faible lorsque le choix du verre cellulaire a été fait : le FOAMGLAS® est mis en oeuvre en toiture-terrasse pour la vie du bâtiment et les étanchéités durent plus de 40 ans.

A ce titre, en étude de coût global, le FOAMGLAS® est dorénavant souvent considéré comme un isolant économique, sans même intégrer la gestion du risque.

En gestion du risque, l'apport du FOAMGLAS® en toiture est décisif : en cas de perforation de l'étanchéité en partie courante, ou en cas de décollement des relevés d'étanchéité en périphérie ou au droit des émergences, l'eau sera en contact avec FOAMGLAS® : l'eau ne pourra pas migrer dans la toiture, l'accident sera localisé et réparable facilement (fig. B, page 26). Le bâtiment est protégé. **FOAMGLAS® apporte en entretien et en maintenance une sérénité et une sécurité inégalées.**

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

- FOAMGLAS® est fabriqué à base de verre recyclé, et est recyclable.
- FOAMGLAS® dure la vie du bâtiment. Son exceptionnelle longévité et ses performances thermiques, égales dans le temps, sont des avantages écologiques majeurs.
- Les qualités du FOAMGLAS® augmentent la longévité des étanchéités, et la toiture compacte sécurise les toitures entraînant peu de rénovation et peu de déchets. FOAMGLAS® économise les matériaux.
- FOAMGLAS® bénéficie de FDES vérifiées (Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire publiées sur le site www.inies.fr).
- En Europe, l'étude environnementale et indépendante de KBOB_ eco-bau_IPB de juin 2009 classe FOAMGLAS® premier comme isolant dédié aux toitures-terrasses.



- 1 La part de verre recyclé du produit FOAMGLAS® s'élève aujourd'hui déjà à plus de 60%
- 2 Matériau de remblayage constitué de FOAMGLAS® concassé
- 3 Salle omnisports, Stiring Wendel, architecte Charles Sommermatter
- 4 Pochemo Industries, Forest sur Marque
- 5 Fondation Pauliani, Nice, architecte Sallet Guérin



Les produits FOAMGLAS® T4+, S3, F, W+F ont été certifiés éco-produit par l'association natureplus. Déclaration de Uwe Welteke-Fabricsius, Président de l'association natureplus e.V. lors de la remise du certificat : «Une isolation en verre cellulaire de Pittsburgh Corning Europe SA réunit idéalement toutes les performances qu'on demande aux matériaux de construction durables», «Produits sur base de verre recyclé, les matériaux d'isolation FOAMGLAS® résistent au vieillissement pour des décennies et ne contiennent ni gaz de moussage, ni produits retardateur de flammes présentant un risque pour l'environnement. Des substances mutagènes ou carcinogènes n'interviennent pas dans la production.»

www.foamglas.com

FOAMGLAS®
Building

Pittsburgh Corning France

5 rue Saarinen – B.P. 40125
F-94523 Rungis Cedex
Tél 01 56 34 70 00, Fax 01 56 34 70 01
info@foamglas.fr, www.foamglas.fr

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

Headquarter Europe, Middle East and Africa (EMEA)
Albertkade 1, B-3980 Tessenderlo
Téléphone +32 13 661721, Fax +32 13 667854
www.foamglas.com



Institut Bauen
und Umwelt e.V.

État juin 2011. Pittsburgh Corning se réserve expressément le droit de modifier à tout moment les spécifications techniques des produits. Les valeurs valides actuelles figurent sur notre site Internet :
www.foamglas.fr → applications
www.foamglas.fr → produits → données techniques
www.foamglas.fr → produits → écologie