PLEXIGLAS®
THE ORIGINAL BY RÖHM

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

Déclaration environnementale de produit selon la norme ISO 14021

RÖHM

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

1 Récapitulatif

Déclarant
Röhm GmbH
Riedbahnstraße 70
64331 Weiterstadt
Allemagne

Date de publication
Août 2013

Date de fin de validité
indéterminée

Produits examinés
Plaques alvéolaires PLEXIGLAS®

Domaine de validité
Cette déclaration environnementale de produit s'applique aux plaques alvéolaires en PLEXIGLAS®

- PLEXIGLAS® Resist SDP 16/32
- PLEXIGLAS® Alltop SDP 16/64

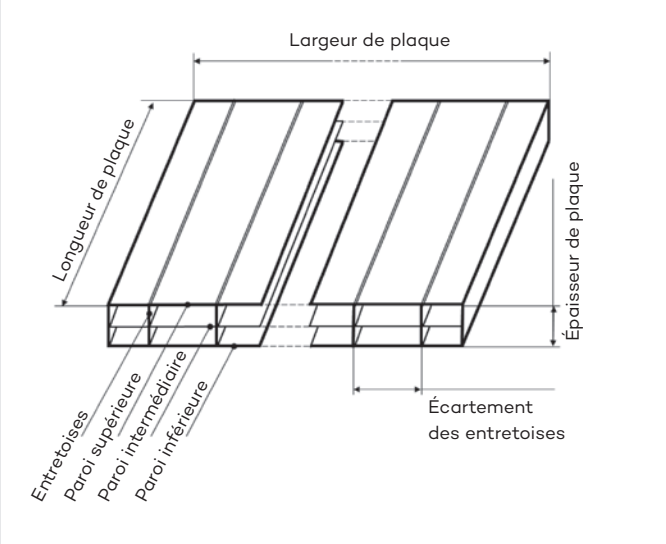
Unité examinée
1 m^2 Plaque alvéolaire PLEXIGLAS®

2 Produit

2.1 Description du produit

Les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® sont des profilés creux plats extrudés en polyméthacrylate de méthyle (PMMA ou verre acrylique) de la société Röhm GmbH (marque PLEXIGLAS® déposée) constituées de deux parois extérieures parallèles reliées entre elles par des entretoises verticales. Outre les deux parois extérieures, elles peuvent aussi comporter une ou plusieurs parois intérieures (parois intermédiaires). Les écartements des parois et entretoises peuvent varier.

Le nombre de parois intermédiaires et la disposition des entretoises verticales permet de différencier les plaques alvéolaires à double paroi (SDP), les plaques alvéolaires à triple paroi (S3P), les plaques alvéolaires à quadruple paroi (S4P), les plaques alvéolaires à quintuple paroi (S5P) etc.



Plaques alvéolaires PLEXIGLAS®, nomenclature

Les plaques alvéolaires sont fabriquées conformément à la norme EN ISO 12017.

Les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 et PLEXIGLAS® Resist SDP 16 examinées dans cette déclaration environnementale de produit présentent le profil caractéristique du PLEXIGLAS®.

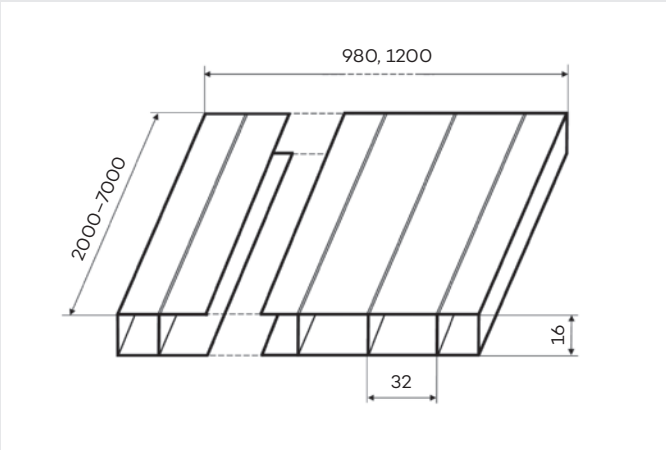
Elles présentent entre autres :

- l'aspect transparent du verre
- une transmission de la lumière élevée
- une résistance exceptionnelle aux intempéries et aux UV

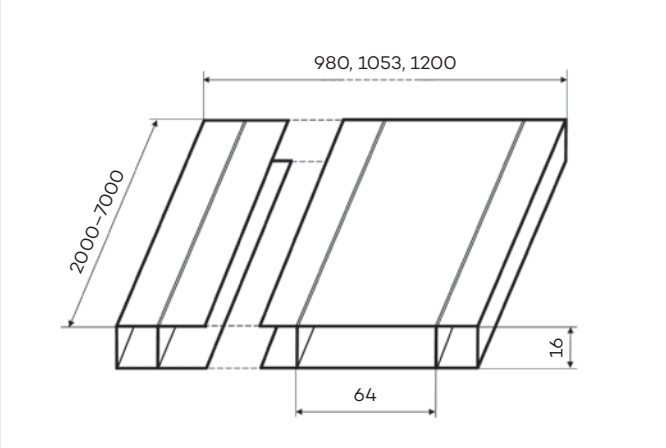
Ensuite, elles se distinguent par des caractéristiques particulières.

Les plaques **PLEXIGLAS® Resist SDP 16** ont des entretoises espacées de 32 mm, sont résistantes aux chocs et sont pourvues en général d'un revêtement hydrofuge et anti-algues unilatéral.

Les plaques **PLEXIGLAS® Alltop SDP 16** ont des entretoises espacées de 64mm, sont perméables au rayonnement solaire et sont pourvues sur l'ensemble de leur surface, y compris à l'intérieur des alvéoles, d'un revêtement hydrofuge qui atténue nettement la perte de luminosité due à la buée ou à la condensation.



PLEXIGLAS® Resist SDP 16/32



PLEXIGLAS® Alltop SDP 16/64

2.2 Application

Les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® Resist et PLEXIGLAS® Alltop sont utilisées aussi bien dans le secteur Business to Business (B to B) que dans le secteur Business to Consumer (B to C).

Les particuliers (B to C) utilisent les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® par ex. comme abri de terrasse, toit pour carports, jardins d'hiver, vérandas, comme vitrage pour les serres no professionnelles, etc.

Les clients professionnels (B to B) utilisent les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® à l'extérieur par ex. comme vitrage pour les serres de culture et parcs zoologiques, pour les verrières, façades, etc.

Cette résistance aux intempéries implique que les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® Resist et Alltop ne jaunissent pas et leur transparence élevée reste pratiquement intacte, même sur des périodes très longues (30 ans de garantie contre le jaunissement). Les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® peuvent donc être utilisées très longtemps en extérieur, souvent sans nécessité de les remplacer sur toute la période d'utilisation.

En général, les plaques alvéolaires, surtout les plaques PLEXIGLAS® Resist, sont imperméables aux rayons UV et, sur une toiture, elles peuvent donc constituer une protection contre les dommages pour la santé occasionnés par une trop forte irradiation des UV.

Pour les applications dans la construction de serres de culture, parcs zoologiques, etc. la possibilité de transparence à la lumière UV des plaques alvéolaires PLEXIGLAS® est également un critère souvent décisif. Ainsi, les plantes et animaux séjournant sous des toitures constituées de plaques alvéolaires PLEXIGLAS® bénéficient de conditions proches de celles du milieu ouvert.

Ces propriétés des plaques alvéolaires PLEXIGLAS® se combinent souvent à des coefficients d'isolation thermique variés, à une résistance aux chocs et à des traitements fonctionnels, comme les revêtements hydrofuges anti-gouttes ou ceux empêchant la prolifération des algues, à la fois neutres biologiquement et non toxiques.

2.3 Données techniques

	PLEXIGLAS® Alltop SDP 16	PLEXIGLAS® Resist SDP 16
Photo du produit		
Densité PMMA (ISO 1183) [g/cm³]	1,19	1,19
Coloris	Incolore	Incolore, blanc, gris
Transmission de la lumière UV	Oui	sur demande
Coefficient de transmission de la lumière TD65 (DIN 5036) [%]	jusqu'à 91	jusqu'à 86
Facteur total de transmission de l'énergie g (DIN EN 410) [%]	jusqu'à 82	jusqu'à 82
Coefficient de transmission thermique k [W/m²K]	2,5	2,5
Coefficient de dilatation linéaire α [mm/mK]	0,07	0,09
Dilatation possible sous l'influence de la chaleur et de l'humidité [mm/m]	env. 5	env. 6
Température max. d'utilisation [°C]	70	70
Indice d'affaiblissement acoustique [dB]	env. 22	env. 24

2.4 Mise sur le marché / règles d'application

Les plaques alvéolaires sont fabriquées conformément à la norme EN ISO 12017.
Les exigences en matière de protection incendie dépendent du domaine d'utilisation des plaques alvéolaires.

2.5 État à la livraison

	PLEXIGLAS® Alltop SDP 16	PLEXIGLAS® Resist SDP 16
Épaisseur [mm]	16	16
Largeur [mm]	980, 1053, 1200	980, 1200
Écartement des entretoises [mm]	64	32
Longueurs livrables [mm]	2000-7000, Autres longueurs possibles	2000-7000, Autres longueurs possibles

2.6 Matières premières/Additifs

Les types de PLEXIGLAS® décrits ici sont composés de polyméthacrylate de méthyle, pouvant contenir jusqu'à env. 20% d'autres composants polymérisés (par ex. des composés d'acrylate et de méthacrylate). Dans sa structure chimique fondamentale, le PLEXIGLAS® ne contient aucune substance montrant une forte toxicité, cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction et dans ce sens ne porte pas atteinte à l'environnement ou à la santé.

2.7 Fabrication

Les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® sont obtenues par un procédé d'extrusion. Pour ce faire, le granulat de PLEXIGLAS® est fondu dans un cylindre d'acier chauffé et est pressé par une vis en rotation à l'intérieur du cylindre à travers un outil de mise en forme.

Les plaques alvéolaires de PLEXIGLAS® obtiennent leur forme définitive après calibrage. Après calibrage, elles sont découpées aux dimensions puis empilées en palettes.

2.8 Environnement et santé pendant la production

Les émissions (vapeurs) produites durant la fabrication (extrusion) sont aspirées et nettoyées à travers un filtre biologique. Normalement, la production ne produit ni eaux usées ni déchets. Les déchets issus de la production sont réintégrés au processus de production lorsque cela est possible.

La production des plaques alvéolaires est conforme aux normes DIN ISO 14001 ainsi qu'aux normes de sécurité au travail OHSAS 18001.

2.9 Mise en œuvre/installation du produit

En général, les plaques alvéolaires sont installées sur une structure porteuse statique en tenant compte des charges dues à la neige et à l'action du vent. Pour ce faire, les bords des plaques sont insérés de manière flottante dans les profilés de pose adaptés. Lors de l'installation, les règlementations techniques correspondantes ainsi que les indications du constructeur pour les opérations de transformation et le montage s'appliquent.

2.10 Conditionnement

La livraison des plaques alvéolaires est effectuée par le fabricant sur palettes de bois. En fonction du format des plaques et de leur épaisseur,la composition des palettes varie entre 25 et 45 unités de plaques alvéolaires par palette. Ensuite, les plaques sont préparées en fonction des commandes par les revendeurs et les transformateurs. Les plaques alvéolaires sont protégées sur chacune de leurs faces par un film de protection appliqué en usine. Pour les protéger des intempéries, les palettes sont recouvertes d'une housse de protection en usine.

2.11 État d'utilisation

En raison de leur composition chimique, les plaques alvéolaires en PLEXIGLAS® sont extraordinairement résistantes aux intempéries. C'est pourquoi les revêtements de protection anti-UV sont inutiles.

2.12 Environnement et santé pendant l'utilisation

Les produits en PLEXIGLAS® décrits permettent une utilisation en tant que groupe de matière synthétique dans les secteurs d'utilisation exigés par le marché, avec, du point de vue de Röhm, des impacts sur l'environnement et la santé ne dépassant pas les seuils critiques. Conformément à leur processus de fabrication, les produits ne contiennent pas de plastifiants ou de sel de métaux lourds ni d'halogènes, en particulier pas de présence de chlore. De plus, ils possèdent une structure chimique fondamentale exempte de composés azotés ou de composants aromatiques comme le bisphénol A. Le cas échéant, les additifs sont utilisés uniquement en quantités très limitées.
En raison de sa structure chimique fondamentale, le PLEXIGLAS® ne libère généralement pas de substance active toxique ou cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction ou indésirable, même au-delà de la température de ramollissement (autour de 100° Celsius).

2.13 Durée d'utilisation de référence

La durée d'utilisation des plaques alvéolaires en PLEXIGLAS® dépend de leur utilisation. Pour les abris de terrasse par ex., la durée d'utilisation peut atteindre 35 ans et reflète les valeurs empiriques de l'emploi de plaques alvéolaires. Pour les serres, la durée d'utilisation de 30 années est déterminée par la durée de vie de la technique utilisée dans la serre (voir aussi le point 3.1).

2.14 Impacts exceptionnels

Incendie
Les feux se propagent souvent rapidement et s'étendent aux autres matériaux inflammables. Ceux-ci produisent souvent beaucoup de fumée de sorte qu'au bout de seulement quelques minutes la visibilité est déjà très limitée. Rapidement, les panneaux d'issues de secours ne sont plus identifiables. De nombreuses substances émettent à ce stade des gaz très toxiques. Ces deux aspects font que cette situation est extrêmement dangereuse et qu'elle peut entrainer la mort en un temps très court. Différentes publications spécialisées indiquent qu'environ 80% des victimes d'incendies ne meurent pas à cause des flammes mais en raison des gaz de fumée. On ne peut exclure toute éventualité d'incendie mais on peut influer sur son évolution en utilisant des matériaux de construction adaptés.

Conformément à la norme DIN 4102, le PLEXIGLAS® brûle pratiquement sans produire de fumée. Le manque de visibilité dû aux fumées peut ainsi être atténué. Les gaz de fumée du PLEXIGLAS® ne sont pas très toxiques et sont sans danger selon la norme DIN 53436. Ainsi, le risque d'intoxication dû aux gaz de fumée peut être atténué. Les gaz de fumée du PLEXIGLAS® ne sont pas corrosifs conformément à la norme DIN VDE 0482-267. Ainsi, le risque de pertes financières provoquées par des gaz de fumée peut être réduit. L'incendie de PLEXIGLAS® est facile à éteindre, en général de l'eau suffit.

Les surfaces vitrées en PLEXIGLAS® sur les toits peuvent fondre en cas d'incendie et permettre l'évacuation des fumées et de la chaleur. Concernant son comportement au feu, le PLEXIGLAS® est appartient à la classe E selon la norme DIN EN 13501. En Allemagne, le PLEXIGLAS® répond aux exigences de la classe de matériau de construction B2 : normalement inflammable, pas de gouttelettes enflammées.

Eau
En raison de sa composition chimique, le PLEXIGLAS® ne provoque pas de réaction avec l'eau.

Destruction mécanique
En raison de leur composition chimique et de leur construction géométrique, les plaques alvéolaires en PLEXIGLAS® sont très résistantes aux influences mécaniques courantes lors du montage et pendant l'utilisation.

En cas de contraintes exceptionnellement fortes, par ex. lors d'une forte chute de grêle (énergie de la grêle > 1 Joule) les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® peuvent néanmoins être endommagées.

Du fait de la construction à double paroi des plaques alvéolaires PLEXIGLAS®, généralement seule la paroi extérieure est trouée, ce n'est qu'en cas de chute particulièrement forte que la plaque est susceptible d'être entièrement transpercée. Mais les dommages se limitent aux endroits de l'impact et se traduisent par de petits fragments sans danger qui ne peuvent représenter un risque pour les personnes ou les objets situés au-dessous de la toiture. Ainsi les cultures et le sol des serres de culture ne sont pas détruits ni contaminés par de dangereux débris de verre. Les plaques restent généralement dans leur système de fixation et en fonction de l'étendue des dégâts elles peuvent être soit réparées, soit colmatées ou remplacées.

Même après une forte chute de grêle, les serres construites avec les plaques alvéolaires PLEXIGLAS® restent généralement opérationnelles.

2.5 Phase de post-utilisation

Les plaques alvéolaires en PLEXIGLAS® peuvent être entièrement recyclées. Contrairement à la plupart des autres polymères, le PMMA peut être dépolymérisé en MMA et être à nouveau transformé et utilisé pour de nouveaux produits en PLEXIGLAS®. Il faut noter qu'il n'existe actuellement aucun système de collecte de grande envergure pour le PLEXIGLAS®. Des installations de recyclage existent pourtant et il est donc pertinent aujourd'hui de recycler, notamment quand il s'agit de gros volumes. En cas de revalorisation thermique, aucune émission toxique n'est à signaler.

2.16 Traitement des déchets

La mise au rebut est effectuée soit par une entreprise de traitement nationale, soit avec les déchets ménagers, les plaques alvéolaires en PLEXIGLAS® n'étant pas considérées comme des déchets spéciaux

2.17 Informations complémentaires

Vous trouverez d'autres informations complémentaires concernant les plaques alvéolaires en PLEXIGLAS® sur www.plexiglas.de.

3 Analyse du cycle de vie : Règles de calcul

Les bilans écologiques sur lesquels se basent les données évoquées ici, ont été établis selon les prescriptions des normes DIN EN ISO 14040 et 14044. Ceci permet de garantir la conformité des méthodes, des bases de données et des calculs dans toutes les catégories d'impact. Conformément aux normes, les rapports d'analyse du cycle de vie [Hegger 2010] [Evonik 2012] ont été certifiés par des experts externes (revue critique).

Conformément à la norme ISO 14044, les éléments suivants de l'étude ont été examinés :

- conformité avec les normes ISO 14040 et ISO 14044
- évaluation des méthodes utilisées sur le plan scientifique et technique
- évaluation des données utilisées
- évaluation de l'appréciation et de l'interprétation des résultats en tenant compte des
- objectifs de l'étude et des limites connues
- rapport

Dans les revues critiques, cela signifie, entre autres :

- « Les modifications apportées liées à l'actualisation correspondent à l'état des connaissances et de la technique et sont expliquées de façon transparente et critique. »
- « Les données utilisées, qu'elles appartiennent au système de premier plan ou d'arrière-plan, sont consistantes et de grande qualité. »
- « Les résultats finaux de toutes les catégories d'impact sont plausibles et cohérents. »

Les modèles utilisés pour les bilans écologiques des deux sites de production de la société Röhm GmbH ont été réunis pour l'établissement de cette déclaration et actualisés avec la nouvelle version datant de juillet 2013 du logiciel utilisé par PE-International (GaBi 6).

3.1 Unité déclarée

Deux scénarios d'utilisation des plaques alvéolaires PLEXIGLAS® ont été retenus ci-après. Deux unités fonctionnelles ont donc été définies ici qui se différencient notamment au stade d'utilisation.

L'unité fonctionnelle déclarée pour la présente étude est 1 m² de PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32 d'une épaisseur de 16 mm, comme revêtement de toit d'un abri de terrasse. 1 m² de PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32 (ép. = 16 mm) pèse 4,3 kg. Sur la base des valeurs empiriques observées dans le secteur de la construction, la durée d'utilisation est estimée à 35 ans.

Du PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64 d'une épaisseur de 16mm installé comme revêtement de toiture sur une serre est choisi comme unité fonctionnelle. La quantité de référence est 1 m² de PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64 pesant 5 kg. La durée d'utilisation est estimée ici à 30 ans. La durée de la phase d'utilisation n'est pas déterminée ici par la durée de vie du PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64, mais par celle de la technique utilisée dans la serre. Celle-ci est si vétuste au-delà de 30 ans env. que les serres sont démontées par les exploitants et remplacées par de nouvelles.

3.2 Limites du système

La limite du système étudié ici est la démarche Cradle-to-Gate. Pour évaluer le bilan écologique ont été pris en considération les modules A1 (Mise à disposition des précurseurs), A2 (Transport des précurseurs jusqu'à l'usine), A3 (Production, y compris emballage, mise à disposition de l'énergie et des process de production), A4 (Transport jusqu'au lieu de montage), A5 (Montage), B6 (Énergie nécessaire à l'exploitation), C2 (Transport pour la mise au rebut) ainsi que D (Recyclage). Tous les autres modules ne sont pas pertinents pour les applications étudiées ici.

Les matières premières sont prises en compte jusqu'aux flux élémentaires. La construction des sites de production, ainsi que l'infrastructure nécessaire au transport ne sont pas prises en compte. De même, le coût de développement du produit ainsi que les flux de gestion entrants et sortants ne sont pas pris en compte. Pour la collecte des données de production, les données réelles de l'installation, par ex. celles fournies par le système de comptabilité central, ont servi de référence.

3.3 Estimations et hypothèses

Aucune hypothèse sur des émissions non contrôlées lors de la production n'est disponible et cette hypothèse n'a pas été prise en compte. Pour le transport jusqu'au lieu d'installation, l'hypothèse d'une distance de transport

moyenne de 500 km a été retenue. Lors du montage, les emballages sont considérés comme des déchets. Ils font l'objet d'une revalorisation thermique. Le transport des matières premières et des précurseurs jusqu'aux sites de production reflète les transports réalisés.

Généralement, au stade d'utilisation des plaques alvéolaires PLEXIGLAS®, le nettoyage ne nécessite pratiquement aucun matériel ni énergie. C'est pourquoi les émissions durant la phase d'utilisation sont négligeables.

3.4 Règles de troncature

Quelques-uns des additifs utilisés dans la production du précurseur MMA ont été négligés pour la modélisation en raison des très faibles quantités utilisées (au total < 0,5 % de la masse).

3.5 Données de base

Les données de base concernant l'alimentation électrique, les matières premières, les transports et l'élimination des déchets proviennent principalement de la base de données GaBi 6 de PE International et sont disponibles sous la forme de données génériques.

L'évaluation des résultats d'inventaire du cycle de vie a été réalisée selon la méthodologie reconnue définie par l'Institut des Sciences Environnementales néerlandais de Leiden (CML) avec des facteurs de caractérisation datant de novembre 2010.

3.6 Qualité des données

Lorsqu'elles n'étaient pas disponibles, les données de production ont été déterminées à partir des années de référence. Les données relatives aux matières premières et quantités de (sous-)produits sont tirées du système SAP du site et présentent donc une grande précision. Les rendements de matières premières sont toutefois susceptibles de varier en situation réelle du fait des fluctuations de charge. Quelques incertitudes résultent d'installations interconnectées et de matières premières approvisionnées en externe. Les valeurs utilisées ici peuvent néanmoins être qualifiées de fiables.

Concernant les critères d'écrêtage des données de base, on se réfère à la documentation des bases de données [GaBi 6 2013].

3.7 Période étudiée

Les données se basent sur les données de production des années 2007 et 2011 avec des mises à jour de 2012. Les données de base ont été mises à jour avec la version la plus récente disponible au moment de la modélisation (GaBi 6, Servicepack 22, version : Juillet 2013).

3.8 Affectation

Lors de la production du précurseur méthacrylate de méthyle est produit un sous-produit qui n'est pas utile pour la suite de la production mais est utilisé dans d'autres applications. Il a été procédé à une affectation de valeur à ce sujet. Pour les autres sous-produits employés, une affectation de masse a été utilisée. Pour le PLEXIGLAS® recyclé, on suppose que les émissions dues à la production d'un PMMA neuf sont évitées du fait de l'étape de recyclage.

3.9 Hypothèses de hiérarchisation des résultats

Les descriptions suivantes d'autres produits courants du marché avec les mêmes applications de toiture pour serre ou d'abri de terrasse se basent sur les bilans écologiques certifiés par PE International selon les normes DIN EN ISO 14040 et 14044 [Hegger 2010] [Evonik 2012] et la mise à jour sur la version de logiciel la plus récente (GaBi°6, Servicepack 22, version : Juillet 2013).

Les données de la phase d'utilisation par m² de PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64 installé dans une serre font référence à des données effectives de mesure. Il s'agit d'une serre servant à la culture d'orchidées en pot aux Pays-Bas dont la toiture est en PLEXIGLAS®. Si on la compare à des toitures en verre (6 W/m²K), les déperditions de chaleur sont nettement plus faibles (2,5 W/m²K). Ainsi, la consommation de gaz naturel au cours de la phase d'utilisation pour maintenir une température ambiante constante de 27°C a chuté de 55 m³/ m²a à env. 30 m³/m²a. Dans l'analyse du cycle de vie de la toiture antérieure réalisée, l'unité fonctionnelle est constituée d'un mètre carré de vitrage simple avec une épaisseur de 4 mm et un grammage de 9,96 kg/m². Pour la fabrication du vitrage plat, les valeurs d'émission pour du verre plat d'origine allemande disponibles dans la base de données GaBi 6 ont servi de référence. Là aussi, la durée d'utilisation est limitée par la technique utilisée dans la serre et est également définie à 30 ans. Pour les autres modules (transport, fin de vie), les hypothèses retenues correspondent à celles du PLEXIGLAS®. Toutefois, ici la partie

non recyclée est éliminée en déchetterie, car elle ne peut pas être revalorisée thermiquement.

La hiérarchisation des résultats pour les applications d'abri de terrasse avec du PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32 se base sur les garanties publiées par le fabricant du polycarbonate (PC) pour une application identique sous la forme d'une plaque alvéolaire avec un grammage typique de 2,8 kg/m². Les plaques alvéolaires en PC bénéficient généralement d'une garantie de 10 ans, parfois aussi de 15 ans. Pour une durée d'utilisation supposée de 15 ans et une longévité espérée de la toiture de 35 ans, la plaque doit être remplacée deux fois. Pour la fabrication de la plaque de polycarbonate, les valeurs d'émission pour du granulat de PC d'origine allemande disponibles dans la base de données GaBi 6 ont servi de référence. Pour les autres modules (transport, fin de vie), les hypothèses retenues correspondent à celles du PLEXIGLAS®.

4 Analyse du cycle de vie : scénarios et informations techniques supplémentaires

Dans les scénarios présentés ici, les plaques de PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32 démontées sont en partie recyclées (10%) et en grande partie (90%) revalorisées thermiquement. À l'inverse, pour les applications à grande échelle du PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64, comme pour la toiture d'une serre, on suppose que 90% sont recyclées et 10% revalorisées thermiquement. Comme dans les toitures de serre une grande quantité de PLEXIGLAS® est utilisée dans une construction d'un seul tenant, facile à démonter et que l'entreprise de recyclage rémunère le retour de matériaux usagés au prix du marché, on peut supposer que l'intégralité du PLEXIGLAS® employé est envoyé au recyclage. Seuls les restes de vitres isolées qui ont été détruites au cours du cycle de vie seront probablement revalorisées thermiquement.

La revalorisation thermique résulte en un solde créditeur pour l'électricité (Deutscher Mix, 2013) et l'énergie thermique issue du mix d'approvisionnement allemand en gaz naturel.

Pour les éléments de construction qui ne peuvent pas être utilisés pour le recyclage, la présente étude retient l'hypothèse d'une revalorisation thermique dans une centrale de valorisation énergétique des déchets à proximité du site d'utilisation (distance de 50 km).

Dans le module A5 (Montage) est pris en compte la revalorisation thermique de l'emballage/conteneurs de transport, ce qui permet de générer des crédits.

5 Analyse du cycle de vie : résultats

Informations relatives aux limites du système (X = présent dans le bilan écologique ; MND = Module non déclaré)

Stade de production			Stade de construction de l'ouvrage		Stade d'utilisation							Stade de mise au rebut				Crédits du stade de mise au rebut
Approvisionnement en matières premières	Transport	Fabrication	Transport jusqu'au site d'utilisation	Montage dans le bâtiment	Utilisation/Application	Entretien	Réparation	Remplacement[1)]	Rénovation[1)]	Énergie nécessaire à l'exploitation du bâtiment	Eau nécessaire à l'exploitation du bâtiment	Démontage/Démolition	Transport	ATraitement des déchets et Recyclage	Élimination	Crédit venant de C3 : Traitement des déchets et Recyclage
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	X	MND	MND	X	MND	MND	X

[1)] Les stades Remplacement (B4) et Rénovation (B5) sont au niveau du produit généralement non pertinents car ils se rapportent aux dépenses ultérieures dans le cycle de vie du bâtiment. Pour plus de clarté, ces deux stades ont été supprimés des tableaux suivants.

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

Résultats du bilan écologique en termes 1 m²

			PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32: Abri de terrasse (1 m² = 4,3 kg)								PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64: Revêtement de toiture pour serre (1 m² = 5 kg)							
			Production	Montage		Fonctionnement	Traitement des déchets		Crédit	Total	Production	Montage		Fonctionnement	Traitement des déchets		Crédit	Total
Paramètres		**Unité**	**A1-A3**	**A4**	**A5**	**B6**	**C2**	**C3**	**D**	**/m² (/kg)**	**A1-A3**	**A4**	**A5**	**B6**	**C2**	**C3**	**D**	**/m² (/kg)**
GWP		[kg CO_2-éq.]	18,13	0,13	0,13	0	0,01	8,53	-5,76	21,29 (4,95)	21,05	0,15	0,15	2020,96	0,01	2,40	-17,38	2027,4 (405,5)
ODP		[kg CFC11-éq.]	5,42E-9	0,00E-9	-1,28E-9	0	0,00E-9	0,09E-9	-1,45E-9	2,78 (0,62) E-9	7,91E-9	0,00E-9	-2,12E-9	8,63E-9	0,00E-9	0,49E-9	-2,20E-9	12,70 (2,54) E-09
AP		[kg SO_2-éq.]	44,6E-3	0,56E-3	-0,28E-3	0	0,05E-3	0,79E-3	-9,82E-3	36,1 (8,40) E-03	51,73E-3	0,65E-3	-0,34E-3	1041E-3	0,06E-3	2,01E-3	-42,93E-3	1052 (210) E-03
EP		[kg PO_4^{3-}-éq.]	3,96E-3	0,14E-3	-0,03E-3	0	0,01E-3	0,15E-3	-1,00E-3	3,24 (0,75) E-03	4,63E-3	0,16E-3	-0,03E-3	225E-3	0,02E-3	0,23E-3	-3,75E-3	226,3 (45,3) E-03
POCP		[kg éthène éq.]	4,73E-3	-0,19E-3	-0,02E-3	0	-0,02E-3	0,08E-3	-0,96E-3	3,61 (0,84) E-03	5,48E-3	-0,22E-3	-0,02E-3	122E-3	-0,02E-3	0,17E-3	4,60E-3	122,8 (24,6) E-03
ADPE		[kg Sb éq.]	2,85E-6	0,01E-6	-0,03E-6	0	0,00E-6	0,08E-6	-0,69E-6	2,22 (0,52) E-06	3,33E-6	0,01E-6	-0,03E-6	41,82E-6	0,00E-6	0,16E-6	-3,21E-6	42,58 (8,52) E-06
ADPF		[MJ]	410,14	1,72	-2,70	0	0,17	3,4	-101,05	311,68 (72,48)	476,00	2,00	-2,86	34459	0,19	19,78	-399,70	34554 (6911)

Légende

GWP = potentiel de réchauffement de la planète; ODP = potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique;
AP = potentiel d'acidification du sol et de l'eau; EP = potentiel d'eutrophisation; POCP potentiel de formation pour l'ozone troposphérique;
ADPE = potentiel de pénurie des ressources abiotiques - ressources non fossiles; ADPF = potentiel de pénurie des ressources abiotiques – combustibles fossiles

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

Résultats du bilan écologique en termes d'utilisation des ressources pour 1 m²

		PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32: Abri de terrasse (1 m² = 4,3 kg)								PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64: Revêtement de toiture pour serre (1 m² = 5 kg)							
		Production	Montage		Fonctionnement	Traitement des déchets		Crédit	Total	Production	Montage		Fonctionnement	Traitement des déchets		Crédit	Total
Paramètres	**Unité**	**A1-A3**	**A4**	**A5**	**B6**	**C2**	**C3**	**D**	**/m² (/kg)**	**A1-A3**	**A4**	**A5**	**B6**	**C2**	**C3**	**D**	**/m² (/kg)**
PERE	[MJ]	7,83	0,10	-0,28	0	0,01	0,36	-6,43	1,60 (0,37)	9,08	0,12	-0,29	19,80	0,01	2,33	-4,85	26,20 (5,24)
PERM	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00 (0,00)
PERT	[MJ]	7,83	0,10	-0,28	0	0,01	0,36	-6,43	1,60 (0,37)	9,08	0,12	-0,29	19,80	0,01	2,33	-4,85	26,20 (5,24)
PENRE	[MJ]	446,00	1,85	-3,08	0	0,18	3,68	-110,00	338,65 (78,76)	517,70	2,15	-3,27	38200	0,21	21,47	-434,9	38303 (7661)
PENRM	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00 (0,00)
PENRT	[MJ]	446,00	1,85	-3,08	0	0,18	3,68	-110,00	338,65 (78,76)	517,70	2,15	-3,27	38200	0,21	21,47	-434,9	38303 (7661)
FW	[MJ]	7,02	0,01	-0,23	0	0,00	0,35	-5,81	1,34 (0,31)	8,16	0,01	-0,24	11,40	0,89 E-3	2,10	-5,40	16,71 (3,34)

Légende

PERE = Énergie primaire renouvelable comme source d'énergie ; PERM = Énergie primaire renouvelable pour l'utilisation des matériaux ;
PERT = Énergie primaire renouvelable totale ; PENRE = Énergie primaire non renouvelable comme source d'énergie ;
PENRM = Énergie primaire non renouvelable pour l'utilisation des matériaux ; PENRT = Énergie primaire totale non renouvelable ;
SM = Utilisation des matériaux secondaires ; RSF = Combustibles secondaires renouvelables ; NRSF = combustibles secondaires non renouvelable ;
FW = Utilisation des ressources en eau douce ; Les énergies sont exprimées en valeur brute

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

Résultats du bilan écologique en termes de flux sortants et de catégories de déchets pour 1 m²

		PLEXIGLAS® Resist SDP 16 – 32: Abri de terrasse (1 m² = 4,3 kg)								PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64: Revêtement de toiture pour serre (1 m² = 5 kg)							
		Production	Montage		Fonctionnement	Traitement des déchets		Crédit	Total	Production	Montage		Fonctionnement	Traitement des déchets		Crédit	Total
Paramètres	**Unité**	**A1-A3**	**A4**	**A5**	**B6**	**C2**	**C3**	**D**	**/m² (/kg)**	**A1-A3**	**A4**	**A5**	**B6**	**C2**	**C3**	**D**	**/m² (/kg)**
HWD	[kg]	2,66 E-3	0,00 E-3	0,35 E-3	0	0,00 E-3	8,40 E-3	0,27 E-3	11,14 (2,59) E-03	3,10 E-3	0,00 E-3	0,35 E-3	0,00 E-3	0,00 E-3	1,09 E-3	-2,76 E-3	1,77 (0,35) E-3
NHWD	[kg]	19,54	0,01	-0,57	0	0,001	0,77	-13,92	5,91 (1,37)	22,74	0,01	-0,61	26,8	0,00 E-3	4,89	-14,33	39,51 (7,90)
MFR	[kg]	0	0	0	0	0	0,43	0	0,43 (0,10)	0	0	0	0	0	4,50	0	4,50 (0,90)
MER	[kg]	*	0	0,13	0	0	3,87	0	4,00 (0,93)	*	0	0,15	0	0	0,5	0	0,65 (0,13)
EE [therm]	[MJ]	*	0	1,31	0	0	30,3	0	31,61 (7,35)	*	0	1,53	0	0	3,92	0	5,45 (1,09)
EE [électr]	[MJ]	*	0	0,55	0	0	12,6	0	13,15 (3,06)	*	0	0,64	0	0	1,63	0	2,27 (0,45)

Légende

HWD = Déchets dangereux mis en décharge ; NHWD = Déchets non dangereux mis en décharge ; RWD = Déchets radioactifs mis en décharge ;
CRU = Composants pour le réemploi ; MFR = Matériaux à recycler ; MER = Matériaux pour la valorisation énergétique ;
EE = Énergie exportée de chaque type; * = L'énergie et les matières premières récupérés lors des processus de fabrication et lors de l'extraction de la matière première ainsi que les composants recyclés ne peuvent pas être expressément comptabilisés, ils sont néanmoins comptabilisés dans le résultat.

6 Analyse du cycle de vie : Interprétation

Le besoin en énergie primaire des produits en PLEXIGLAS®, hormis dans le module B6 de la toiture de serre, se caractérise par un très fort besoin énergétique pendant la durée d'utilisation exigé par la production (modules A1-A3). Il s'agit à env. 98% d'énergie primaire non renouvelable. Dans le cas de la toiture pour terrasse avec du PLEXIGLAS® Resist, env. un quart de l'énergie primaire exigée durant la production peut être recréditée. Dans le cas de la toiture de serre avec du PLEXIGLAS® Alltop, le besoin est même constitué de plus de 80% d'énergie primaire. Il résulte du taux de recyclage supposé.

En matière de déchets, les déchets non dangereux mis en décharge dominent nettement. Dans le cas de la toiture de terrasse, env. 71% des déchets générés durant la production peuvent être recrédités, principalement à travers une revalorisation thermique. Dans le cas d'une serre, une partie des quantités économisés par les crédits est compensée, du fait des déchets générés par les quantités d'énergie électrique exigées durant le processus de recyclage. Pour cette application, les déchets produits durant la phase d'utilisation correspondent plus ou moins à ceux produits durant la fabrication.

L'eau nécessaire à la production résulte principalement de la mise à disposition de l'énergie. Lors d'une revalorisation thermique à 90%, env. 70% de cette eau peut être évité par des crédits d'énergie. En cas de taux de recyclage élevé, elle ne représente que 32% env. Ainsi une revalorisation thermique du produit en PLEXIGLAS® réduit fortement la consommation d'eau sur l'ensemble du cycle de vie.

La plus grande partie (> 50%) des émissions dans les catégories étudiées pour la production des plaques alvéolaires en PLEXIGLAS®, celles pertinentes pour les catégories d'impact comptabilisées, est imputable aux matières premières utilisées. Hormis lors d'une utilisation dans une serre où le besoin en énergie thermique domine nettement durant la phase d'utilisation, ceci est essentiel pour les scénarios étudiés. Les processus de combustion en cours de production constituent un autre facteur déterminant.

Le paramètre ODP pour lequel seulement 20% env. sont imputables aux matières premières du processus de fabrication, constitue une exception ici, car des émissions sont à noter, notamment lors des processus de combustion. Il en résulte, dans cette catégorie, des crédits dans les modules A4 et C3, pour lesquels s'effectue une revalorisation thermique et un crédit pour la chaleur et l'électricité produites.

À l'exception du GWP, des crédits sont générés dans les modules A5 et C3 dans toutes les autres catégories pour les raisons que l'on vient d'évoquer, car la combustion du PMMA génère notamment des émissions de CO_2. Dans toutes les catégories d'impact, les transports jouent un rôle secondaire.

Les différences dans les impacts environnementaux des plaques alvéolaires examinées ici dans les catégories A1 à A3 résultent presque exclusivement des différences de grammage. Les émissions spécifiques des produits de départ sont identiques, car le processus de fabrication jusqu'au PMMA est complètement identique.

Les crédits significatifs dans toutes les catégories d'impact résultent des hypothèses sur les taux de recyclage et les crédits qui en découlent. C'est pourquoi l'Analyse du cycle de vie tenant compte de la Fin de vie est nettement plus avantageuse pour les applications à gros volumes du fait d'un taux de recyclage supposé plus élevé. Les hypothèses différentes sur le taux de recyclage des deux cas étudiés démontrent simultanément les possibles sensibilités des résultats.

La stabilité et la validité des résultats ont été contrôlés par des analyses de sensibilité des paramètres d'influence et affectations importants. Les écarts observés dans la production se situent dans la plage de % à un chiffre.

7 Hiérarchie des résultats

Pour la hiérarchisation des résultats de cette étude, les graphiques suivants montrent à titre d'exemple les résultats possibles sur le potentiel de réchauffement de la planète (GWP) des matériaux alternatifs utilisés actuellement pour les deux applications. Dans les autres catégories environnementales, des résultats similaires ont été observés.

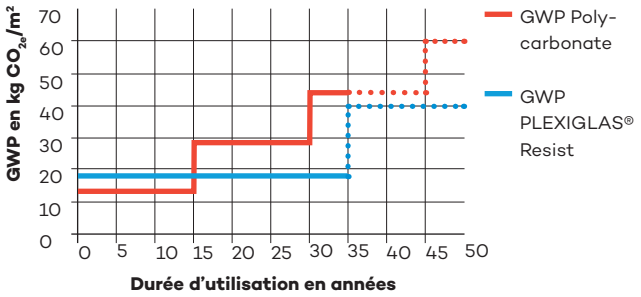


Figure 1 : Représentation du potentiel de réchauffement de la planète (GWP) en kg CO_{2e}/m² au cours de la durée d'utilisation de l'abri de terrasse

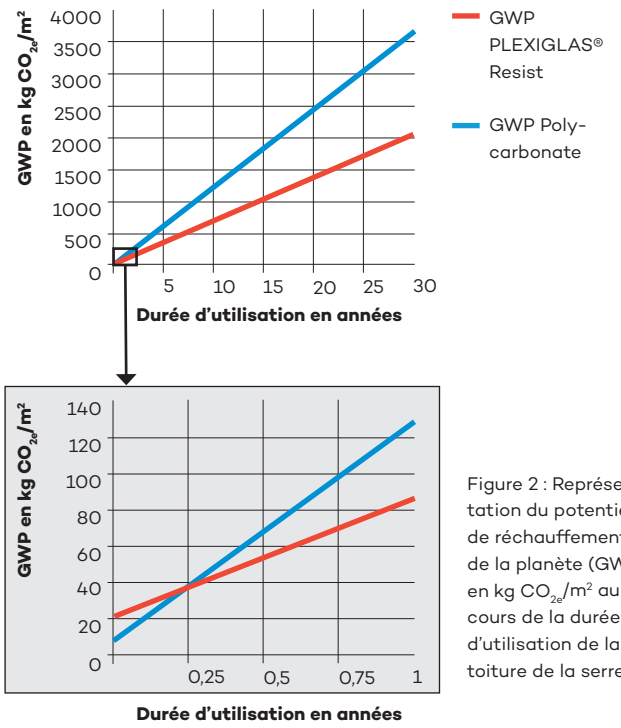


Figure 2 : Représentation du potentiel de réchauffement de la planète (GWP) en kg CO_{2e}/m² au cours de la durée d'utilisation de la toiture de la serre

Si l'on présuppose une durée d'utilisation de la toiture de terrasse de 35 ans et une durée de vie de la plaque de polycarbonate de 15 ans, cette dernière devra être remplacée deux fois au cours de la durée d'utilisation. Lors d'un remplacement, on calcule également la Fin de vie (C3 et D). Le potentiel de réchauffement de la planète (GWP) de la plaque de polycarbonate augmente fortement au cours du cycle de vie étudié, même si au début de la phase de vie de faibles émissions sont générées entre autres en raison du faible grammage.

En raison de son faible coefficient de transmission thermique (valeur U), PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 – 64 a un impact positif sur la consommation d'énergie des serres. Par rapport au verre, la moitié de l'énergie nécessaire en fonctionnement et les émissions qui en résultent peuvent être économisées au cours du cycle de vie. Les émissions élevées nécessaires à la production sont compensées dès la première année.

8 Références bibliographiques

CML 2001
Institute of Environmental Sciences at the University of Leiden URL: http://cml.leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html,
Appel à contribution du 03.09.2012

DIN EN ISO 1183
Plastiques – Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires

DIN 5036
Caractéristiques de rayonnement et de lumière des matériaux

DIN EN 410
Verre dans la construction – Détermination des paramètres photométriques et physiques du rayonnement d'un vitrage

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

EN ISO 12017
Plastiques – Plaques de polyméthacrylate de méthyle à double et triple paroi – Méthodes d'essai

DIN 4102
Comportement au feu des matériaux et éléments composants de construction

DIN 53436
Génération de produits de décomposition thermique des matériaux pour des essais analytiques-toxicologiques

DIN EN 13501
Classement au feu des produits et éléments de construction

DIN EN 14021
Marquage et déclarations environnementaux – Autodéclarations environnementales (Étiquetage de type II)

DIN 14040, 14044
International Organization for Standardization : Normes ISO 14040 et suiv. "Environmental management – Life cycle assessment - Principles and framework"

DIN VDE 0482-267
Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu – Essais sur les gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble

Evonik 2012
Evonik Industries AG, F. Böss, B. H. Schlüter, Ökobilanz der Methylmethacrylat-Herstellung am Evonik Standort Wesseling, September 2012 und „Aktualisierung des LCI-Modells zur Herstellung von MMA im Evonik-Werk Worms Ergänzungen zur „Ökobilanzierung PLEXIGLAS® Ökobilanzierung verschiedener PLEXIGLAS® Produkte Abschlussbericht (April 2010)""

GaBi 6 2013
GaBi 6 : Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Université de Stuttgart et PE International, 2013

Hegger 2010
Prof. M. Hegger, J. Hartwig, Spécialité Efficacité énergétique dans la construction, Spécialité Architecture, Université Technique de Darmstadt "Bilan écologique du PLEXIGLAS® – Bilan écologique de différents produits PLEXIGLAS® Rapport d'évaluation final 2010"

FprEN 15804
FprEN 15804:2011-04, Contribution des ouvrages de construction au développement durable – Déclarations environnementales sur les produits – Règles régissant les catégories de produits de construction

Institut Bauen und Umwelt 2011
Institut Bauen und Umwelt e.V., Königswinter (Editeur) : Die Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPD); Allgemeine Grundsätze für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2011-06 (www.bau-umwelt.de)

Ökobau.dat 2010
Ökobau.dat. Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung (BMVBS).
URL : http://www.nachhaltiges- bauen.de/baustoff-und-gebaeudedaten/oekobaudat.html

PCR 2011, Part A
Institut Bauen und Umwelt e.V., Königswinter (Editeur) : Produktkategorienregeln für Bauprodukte aus dem Programm für Umwelt-Produktdeklarationen des Instituts Bauen und Umwelt (IBU) Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2011-07

PCR 2011, Teil B Tafeln und Platten aus Kunststoff (Partie B Panneaux et feuilles de plastique)
Institut Bauen und Umwelt e.V., Königswinter (Editeur) : Produktkategorienregeln für Bauprodukte aus dem Programm für Umwelt-Produktdeklarationen des Instituts Bauen und Umwelt (IBU) Teil A: Anforderungen an die EPD für Tafeln und Platten aus Kunststoff. 2011-10 (www.bau-umwelt.de)

PLEXIGLAS®
Plaque alvéolaire

Röhm GmbH
Acrylic Products

Riedbahnstraße 70
64331 Weiterstadt
Allemagne

www.plexiglas.de
www.roehm.com

® = marque déposée
PLEXIGLAS est une marque déposée de Röhm GmbH, Darmstadt, Allemagne.
Certifié selon DIN EN ISO 9001 (qualité) et DIN EN ISO 14001 (environnement)

Ces informations ainsi que toute recommendation y afférent reflètent l'état des développements, connaissances et expérience actuels dans le domaine visé. Toutefois, cela n'entraîne en aucun cas une quelconque reconnaissance de responsabilité de notre part et ce, y compris concernant tous droits de tiers en matière de propriété intellectuelle. Nous nous réservons le droit d'apporter tout changement utile justifié par le progrès technologique ou un perfectionnement interne à l'entreprise. Le client n'est pas dispensé de procéder à tous les contrôles et tests utiles au produit. Il devra en particulier s'assurer de la conformité du produit livré et des caractéristiques et qualités intrinsèques de ce dernier. Tout test et/ou contrôle devra être effectué par un professionnel averti ayant compétence en la matière et ce sous l'entière responsabilité du client. Toute référence à une dénomination ou à une marque commerciale utilisée par une autre société n'est qu'une indication et ne sous-entend en aucun cas que des produits similaires ne peuvent également être utilisés.