
SOLARCOLOR

Directives pour l'évaluation visuelle
des modules BIPV

solarcolor.ch



SOLARCOLOR - Rendre le caractère tangible

Surface du verre, couleur, intensité : le système de couleurs SOLARCOLOR permet de déterminer toutes les exigences optiques des modules solaires et de les consigner clairement. SOLARCOLOR permet un devis standardisé et une collaboration transparente entre l'architecte, le maître d'ouvrage, l'installateur et le fabricant. L'expression créative du module solaire peut être transmise et vérifiée sur place grâce à des panneaux d'échantillons. SOLARCOLOR comble une lacune entre les systèmes de couleurs conventionnels et les descriptions exclusivement techniques des modules solaires.

Description du produit Modules BIPV

En principe, les modules BIPV se composent des éléments suivants :

Verre avant, verre arrière, films composites, cellules solaires, connecteurs transversaux, boîtes de jonction avec câbles et connecteurs et autres éléments techniques de production. Ces éléments sont transformés en module BIPV par un processus de lamination et d'autres étapes de fabrication.

Directives

Les directives pour l'évaluation visuelle des modules BIPV déterminent les tolérances visuelles des modules BIPV résultant de leurs composants. Elles se basent sur les normes EN actuelles. Les normes existantes pour le verre dans la construction ne sont souvent pas suffisantes dans la pratique et ne peuvent pas être appliquées telles quelles aux modules BIPV. C'est pourquoi le manuel complète ou adapte les applications qui ne sont pas décrites avec certitude ou pas du tout dans les normes.

Les "Directives pour l'évaluation visuelle des modules BIPV" servent de directives de livraison et de vente aux fabricants de matériaux de construction solaires qui produisent selon SOLARCOLOR.

Note d'utilisation :

Le document est organisé par étapes de traitement ou par produits, qui sont décrits au sein d'un chapitre. Le produit final, le module BIPV, est constitué des éléments qui le composent et est donc évalué de manière commutée.

Tolérances standard :

Sont considérées comme tolérances standard les tolérances qui peuvent être garanties sans mesures supplémentaires dans le cadre du déroulement normal de la production.

Tolérances spéciales :

Des tolérances spéciales peuvent être réalisées grâce à des mesures supplémentaires dans le processus de production. Celles-ci doivent être déterminées et convenues au cas par cas et ne sont valables que si elles ont été confirmées par l'entrepreneur. Par exemple, des échantillons limites peuvent être créés pour délimiter précisément la tolérance de couleur des modules BIPV.

Tolérances du verre - base et découpe

| V24.09 |

En référence aux normes DIN EN 572, DIN EN 1249

Toleranzen zu Nennmass Rohglasstärke

Mountain Lake A

Épaisseur nominale	Tolérance
2 - 6mm	± 0.5mm
8 - 10 mm	± 1mm
12 - 15 mm	± 1.5mm
>15mm	ind. Accord

Frost B, Fjord C & Crystal D

Épaisseur nominale	Tolérance
2 - 6mm	±0.5mm
8 - 10mm	±1.0mm
>10mm	ind. Accord

Weitere Strukturgläser

Épaisseur nominale	Tolérance
2 - 6mm	±0.8mm
7 - 10mm	±1.5 mm
>10mm	ind. Accord

A Tolérances des dimensions extérieures de tous les verres après la découpe

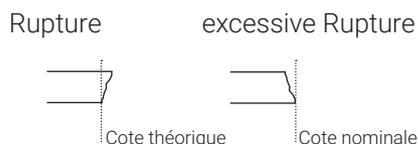
Tolérance générale de longueur 1mm / mètre linéaire d'arête.

Arêtes Rupture et interruption

Il faut tenir compte de ce que l'on appelle le bris oblique. Ainsi, la dimension du verre peut varier du double de la valeur de la cassure oblique.

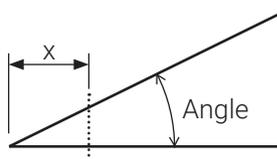
Valeurs de rupture oblique

Épaisseur du verre	Valeur maximale
2mm - 8mm	±2mm
10mm - 12mm	±3mm
> 12mm	ind. Accord



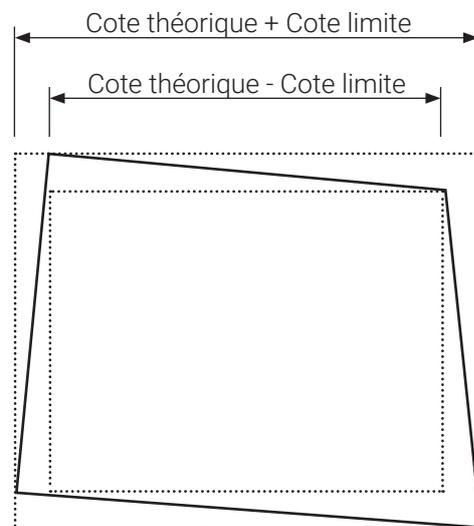
Démolition possible angles pointus

Angle	Cote "x"
< 12.5°	- 30mm
< 20°	- 18mm
< 35°	- 12mm
< 45°	- 8mm



Perpendicularité

La vitre doit être dans le cadre du rectangle avec les dimensions limites supérieures superposé au rectangle avec les dimensions limites inférieures, les rectangles étant parallèles et ayant le même centre. L'écart limite standard est de ± 5 mm.



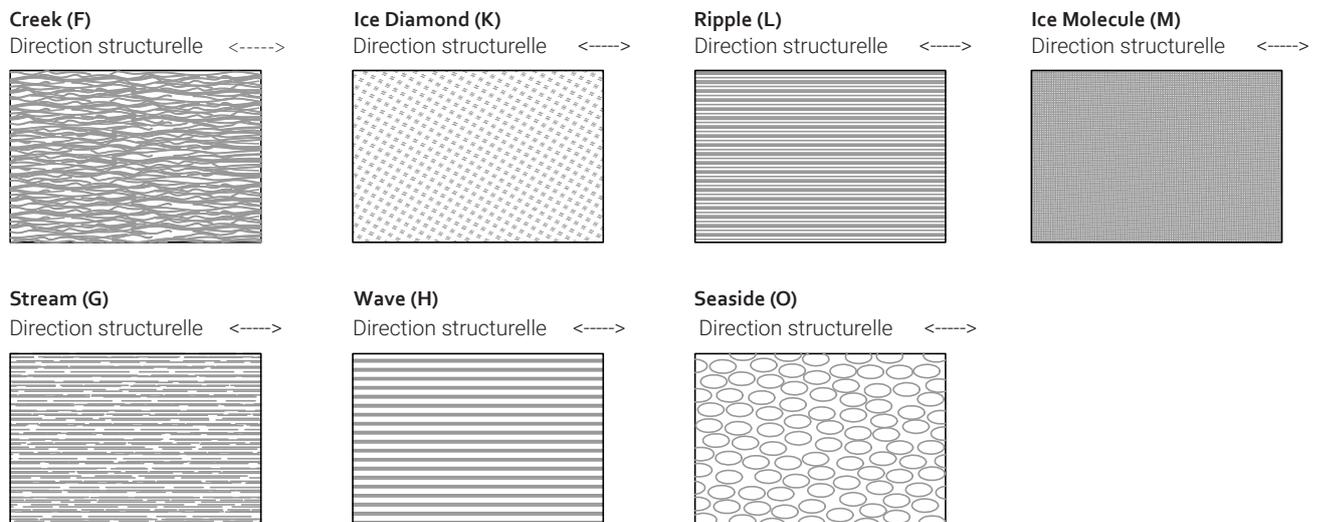
Tolérances du verre - base et découpe

| V24.09 |

En référence aux normes DIN EN 572, DIN EN 1249

Structure

Mountain Lake A, Frost B, Fjord C, Crystal D et Glacier E ne présentent pas de direction de structure clairement identifiable. Pour les verres présentant une direction de structure, celle-ci doit être déterminée avant la découpe. Les verres sont toujours découpés parallèlement à un bord de verre brut. Pour Creek F, Stream G, Wave H, Ice-Diamond K, Ripple L, Ice Molecule M et Seaside O, les directions de la structure sont déterminées. Si un verre non mentionné ici est traité avec une direction de structure, celle-ci doit être déterminée au préalable. Sinon, la direction de la structure est réalisée par défaut parallèlement à la hauteur. Certains verres structurés peuvent présenter une répétition optique ou le sens de la structure n'est pas exactement parallèle au bord du verre brut. Cela ne constitue pas un motif de réclamation.



Défauts visuels verre brut

Pour l'évaluation, le verre brut découpé est placé à 3 m devant une surface gris mat et observé à une distance de 1,5 m perpendiculairement à la surface du verre. Les défauts optiques visibles sont pris en compte dans l'évaluation. Les défauts ne doivent pas être marqués au préalable.

Mountain Lake A, Frost B, Fjord C et Crystal D

Défauts du noyau (inclusions)	Les inclusions visibles ne sont pas autorisées
Bulles sphériques	Diamètre < 2mm autorisé, diamètre > 2mm non autorisé
Bulles allongées	Largeur > 0.8mm non autorisée, longueur > 10mm non autorisée
Gratte-cheveux	Autorisé jusqu'à une longueur totale de 150 mm par m ²

autres verres structurés

Défauts du noyau (inclusions)	Les inclusions visibles ne sont pas autorisées
Bulles sphériques	Diamètre < 5mm autorisé, diamètre > 5mm non autorisé
Bulles allongées	Largeur > 2mm non autorisée, longueur > 25mm non autorisée
Gratte-cheveux	Autorisé jusqu'à une longueur totale de 150mm par m ²

Remarques sur les verres satinés

Une surface de verre satinée est plus délicate que les verres traditionnels. Le verre peut se rayer plus facilement et des "traînées" nuageuses ou des salissures peuvent apparaître. De tels effets sont une caractéristique du produit des surfaces en verre satiné et ne peuvent pas être évités techniquement, c'est pourquoi ils ne constituent pas un motif de réclamation et sont exclus des tolérances susmentionnées.

Tolérances verre - usinage

| V24.09 |

En référence aux normes DIN EN 1249, EN12150, EN1863

Traitement des chants

Bords: Bords cassés, ébarbures autorisées, surface de coupe visible

Chant poncé / rodé sur mesure (standard) : Les zones dénudées et les ébarbures sont autorisées

finement rodé / poncé : mat sans ébarbures, surface de coupe non visible

poli : brillant sans coquillage, surface de coupe non visible

L'exécution dans une finition de chants de qualité supérieure est laissée à l'appréciation du fabricant.

Tolérances des dimensions extérieures après le traitement standard des chants

<u>Épaisseur nominale</u>	<u>Longueur / largeur</u>	<u>Tolérance pour les formes rectangulaires</u>	<u>Tolérance pour les formes spéciales</u>
2 - 12mm	< 1m	± 2mm	± 3mm
	< 2m	± 2.5mm	± 4mm
	< 3m	± 3mm	± 5mm
	< 4m	± 3.5mm	± 6mm
	> 4m	ind. Vereinbarung	ind. Vereinbarung
> 12mm	< 1m	± 2.5mm	± 4mm
	< 2m	± 3mm	± 5mm
	< 3m	± 3.5mm	± 6mm
	< 4m	± 4.5mm	± 7mm
	> 4m	ind. Vereinbarung	ind. Vereinbarung

Tolérances pour les découpes d'angle, de bord et intérieures

±5mm sur la position et les dimensions

Perçages

<u>Diamètre</u>	<u>Tolérance</u>
< 20mm	± 2mm
> 20mm	ind. Accord

Emplacement des trous

Distance au point fixe 90° coin en bas à gauche. Pour les formes spéciales, le point fixe peut varier et doit être défini le cas échéant.

<u>Distance au point fixe</u>	<u>Tolérance</u>
< 3m	± 3mm
< 4m	± 5mm
> 4m	ind. Accord

Tolérances verre - processus de trempe

| V24.09 |

En référence aux normes DIN EN 12150, EN 1863

Gauchissement admissible pour les formes rectangulaires

	<u>Faille générale</u>	<u>Faille locale</u>
Mountain Lake A, Frost B, Fjord C, Crystal D	3mm/m	0.5mm/300mm
autres verres structurés	4mm/m	0.5mm/300mm

Les découpes, les forages, les formes très étroites ou spéciales peuvent avoir une influence négative sur le gauchissement, c'est pourquoi des gauchissements plus importants sont autorisés.

Tolérances sur les dimensions extérieures

<u>Épaisseur nominale</u>	<u>Longueur ou largeur</u>	<u>Tolérance</u>
2 - 12mm	< 2m	±3mm
	< 3m	± 3.5mm
	< 4m	± 4.5mm
	> 4m	ind. Accord
> 12mm	< 2m	± 3.5mm
	< 3m	± 4.5mm
	< 4m	± 5.5mm
	> 4m	ind. Accord

Défauts visuels après le processus de durcissement

Le processus de durcissement ne permet pas d'exclure une modification chimique et mécanique de l'état de surface sous la forme d'empreintes de rouleaux, de voile et de pointillés, qui est autorisée.

Verre avec SOLARCOLOR Classic

Lors de ce processus de coloration, SOLARCOLOR Classic est appliqué sur le vitrage, puis cuit au cours du processus de durcissement.

Verre avec SOLARCOLOR Morpho

Lors de ce processus de coloration, SOLARCOLOR Morpho est appliqué sur le vitrage, puis suit le processus de durcissement.

Méthodes d'essai pour l'évaluation visuelle

Pour l'évaluation, le verre revêtu (SC Classic ou SC Morpho) et trempé est placé avec la face revêtue directement (en appui) devant une surface noire mate et observé perpendiculairement à la surface du verre à une distance de 5m. Les défauts optiques visibles sont pris en compte dans l'évaluation. Les défauts ne doivent pas être marqués au préalable et la personne chargée de l'examen ne doit pas être informée au préalable d'éventuels défauts visuels et ne pas avoir déjà observé le verre de près. Le temps d'observation maximal par m² est de 3 secondes.

Erreurs visuelles

Taches / rayures Ø > 5mm	Autorisé jusqu'à 90mm ² / m ² au total
Taches / rayures Ø < 5mm	Autorisé sans restriction
Corps étranger	Autorisé (mais est jugé comme une tache)
bord du verre non revêtu jusqu'à 5mm	Autorisé sans restriction
Apparences structurelles linéaires dans le revêtement	Non autorisé sans restriction

Complément : Si les défauts visuels mentionnés ci-dessus ne sont plus gênants ou reconnaissables après le processus de fabrication d'un module BIPV, ils sont tout de même admissibles (évaluation selon "Méthode d'essai pour l'évaluation visuelle des modules BIPV" dans les chapitres suivants).

Tolérances de couleur

En raison des conditions techniques de production, des différences de couleur sont possibles.

Méthode de mesure des tolérances de couleur :

Après le processus de durcissement, le verre à couche ⁽²⁾ est placé avec la face non revêtue sur une surface noire et mate et la couleur est mesurée à l'aide d'un colorimètre qui reflète les valeurs de l'espace chromatique L*a*b*. Ces valeurs sont comparées à la valeur chromatique du verre échantillon ⁽¹⁾.

Pour les surfaces qui ne sont pas entièrement recouvertes (p. ex. grille de points), les valeurs sont enregistrées plusieurs fois et celles qui présentent la plus petite différence sont prises en compte dans l'évaluation.

$$L^*_{(1)} - L^*_{(2)} = dL^* \quad a^*_{(1)} - a^*_{(2)} = da^* \quad b^*_{(1)} - b^*_{(2)} = db^*$$

La formule suivante est ensuite appliquée pour l'évaluation :

$$\sqrt{(dL^* \times dL^* + da^* \times da^* + db^* \times db^*)} = dE^*ab$$

Tolérance autorisée : dE*ab = 5

Tolérances de position du revêtement

<u>Longueur / largeur</u>	<u>Tolérances pour les formes rectangulaires</u>	<u>Tolérances pour les formes spéciales</u>
< 4m	± 5mm	± 10mm
> 4m	ind. Accord	ind. Accord

Les mesures d'essai doivent à chaque fois se référer au centre du verre.

Tolérances de taille du revêtement

<u>Longueur des arêtes de la surface d'impression</u>	<u>Tolérances</u>
< 4000mm	± 5mm
> 4000mm	ind. Accord

Tolérances du module BIPV

| V24.09 |

En référence à la norme DIN EN 12543

Tolérances d'épaisseur

L'épaisseur des éléments des modules BIPV ne doit pas dépasser la somme des tolérances d'épaisseur des verres individuels et de la tolérance des couches supplémentaires. Pour les vitrages individuels, la tolérance prédéfinie du verre de base. Les couches supplémentaires (cellules, films, connecteurs transversaux, etc.) sont de 1,5 mm selon le modèle, avec une tolérance de ± 1 mm.

Tolérances de taille

Les disques individuels peuvent se déplacer les uns par rapport aux autres lors du processus de lamination. Les tolérances de déplacement admissibles sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

<u>Épaisseur nominale</u>	<u>Longueur / largeur</u>	<u>Tolérance pour les formes rectangulaires</u>	<u>Tolérance pour les formes spéciales</u>
4 - 14mm	< 4m	± 3 mm	± 5 mm
	> 4m	ind. Accord	ind. Accord
> 14mm	< 4m	± 4 mm	± 6 mm
	> 4m	ind. Accord	ind. Accord

Pour déterminer la tolérance totale de décalage admissible, il faut ajouter la tolérance dimensionnelle de la vitre individuelle à celle de la vitre extérieure peuvent être ajoutés.

Gauchissement admissible pour les formes rectangulaires

Lors du processus de lamination, les modules peuvent se déformer légèrement. Les gauchissements suivants sont admissibles et s'ajoutent au gauchissement admissible jusqu'à présent du verre utilisé.

<u>Faillle générale</u>	<u>Faillle locale</u>
5mm/m	1mm/30mm

Les découpes, les forages, les formes très étroites ou spéciales peuvent avoir une influence négative sur le gauchissement, c'est pourquoi des gauchissements plus importants sont autorisés.

Tolérances position de la boîte, câble et connecteur

La position et l'épaisseur de la boîte sont soumises à une tolérance de ± 5 mm. Il convient de noter que lors du montage de la boîte, un "bourrelet de silicone" se forme autour de la boîte, qui peut avoir une largeur d'environ 3 mm. La longueur des câbles des boîtes de jonction peut varier. Si une indication de mesure est disponible, une tolérance de ± 5 cm peut être respectée.

Tolérances sur la disposition des cellules

La disposition des cellules (cellules, busbars, connecteurs transversaux, etc.) peut se déplacer lors du processus de fabrication.

<u>Longueur / largeur</u>	<u>Tolérances pour les formes rectangulaires</u>	<u>Tolérances pour les formes spéciales</u>
< 4m	± 4 mm	± 6 mm
> 4m	ind. Accord	ind. Accord

Les mesures d'essai doivent toujours se référer au centre du module PV

En référence à la norme DIN EN 12543

Base des tolérances visuelles

Les conditions définies sous "Tolérances du verre" servent de base.

Méthodes d'essai pour l'évaluation visuelle

Lors du contrôle de la qualité visuelle des modules BIPV, il convient de respecter les consignes suivantes :

Distance de visualisation :	5m
Angle de visionnement :	Angle d'observation correspondant à une utilisation courante
Conditions d'éclairage :	Lumière du jour normale et diffuse
Les marques :	Les réclamations ne doivent pas être marquées lors de l'examen.
Temps de visionnement :	Temps d'observation correspondant au temps d'observation habituel, max. 3 secondes par m ²

L'évaluation selon les directives ci-dessous s'effectue exclusivement avec les défauts visuels gênants découverts pendant la période d'observation, qui sont marqués immédiatement après l'observation. La personne chargée de l'examen ne doit pas avoir été informée au préalable d'éventuelles erreurs visuelles et ne doit pas avoir déjà observé le module de près.

Erreurs visuelles après le processus de fabrication d'un module BIPV

Les défauts visuels admis jusqu'à présent (tolérances - verre) ainsi que la face arrière du module sont exclus de l'évaluation. Les connecteurs transversaux, les connecteurs de cellules, les couvertures, le passage des connecteurs transversaux sur la face arrière et les autres éléments et dispositifs techniquement nécessaires sont également exclus de l'évaluation. Les résidus de films composites sur les bords des modules sont liés à la production et sont autorisés.

Taches / rayures / bulles Ø > 5mm	Autorisé jusqu'à 90mm ² /m ² au total
Taches / rayures / bulles Ø < 5mm	Autorisé sans restriction
Corps étranger	Autorise (est jugé comme une tache)

Cellules

Les cellules solaires sont composées de presque 100% de silicium, un produit naturel, et peuvent présenter des différences de couleur optiques, notamment lors de commandes ultérieures, et ne constituent donc pas un motif de réclamation. La couleur des cellules a une influence sur la perception visuelle des modules.

Contactes transversaux / Connecteurs de cellules / Fingers

Outre les cellules, les connecteurs transversaux, les connecteurs de cellules et les "fingers" sont d'autres éléments nécessaires d'un module BIPV. Selon le lot ou la combinaison avec des versions de cellules, ces éléments peuvent être reconnaissables différemment et ne constituent pas un motif de réclamation.

Tolérance de couleur

Des tolérances de couleur ne peuvent en principe pas être exclues, car elles peuvent être dues à plusieurs influences qui ne peuvent pas être évitées. Compte tenu des influences mentionnées ci-dessous et d'autres raisons, une différence de couleur perceptible entre les modules peut être visible dans certaines conditions de lumière, de temps et d'observation, différence que l'observateur peut subjectivement considérer comme "gênante" ou "non gênante".

Les points suivants doivent être pris en compte et ne constituent pas un motif de réclamation:

- > Différences de couleur dans le verre dues à des lots différents, en particulier lors de livraisons ultérieures.
- > Différences de couleur dans le verre en raison des différentes épaisseurs de verre
- > Différences de couleur dans la coloration du verre selon "Tolérances - Verre"

Lorsque les verres à couches sont transformés en module BIPV, les cellules solaires, les films composites et les autres éléments laminés ont une forte influence sur la couleur.

Méthode de mesure des tolérances de couleur:

Après le processus de fabrication d'un module BIPV(2), la couleur est mesurée à l'aide d'un colorimètre qui reflète les valeurs de l'espace colorimétrique $L^*a^*b^*$. Ces valeurs sont comparées à la valeur de couleur du module de validation(1). Pour les surfaces qui ne sont pas entièrement homogènes (p. ex. trame de points), les valeurs sont enregistrées plusieurs fois et les valeurs présentant la plus petite différence sont prises en compte dans l'évaluation.

$$L^*_{(1)} - L^*_{(2)} = dL^* \quad a^*_{(1)} - a^*_{(2)} = da^* \quad b^*_{(1)} - b^*_{(2)} = db^*$$

Ensuite, la formule suivante est utilisée pour l'évaluation:

$$\sqrt{(dL^* \times dL^* + da^* \times da^* + db^* \times db^*)} = dE^*ab$$

Tolérance autorisée: $dE^*ab = 5$

Échantillonnage

L'œil humain réagit de manière différenciée aux couleurs. Dans les tons bleus, contrairement aux tons verts, les différences de couleur les plus fines peuvent être perçues. Les conditions de lumière du moment jouent un rôle essentiel. La couleur apparaît différemment selon la saison ou le moment de la journée, l'angle d'observation, le temps, la couverture nuageuse ou les surfaces réfléchissantes. Cela peut donner lieu à des discussions, car l'évaluation objective des couleurs ou des différences de couleurs est une question d'appréciation. Si le client souhaite un critère d'évaluation objectif pour la teinte, la procédure doit être convenue au préalable avec le fabricant. Il est important qu'un échantillonnage 1:1 ait lieu dans tous les cas et qu'il soit approuvé par toutes les parties concernées. Les échantillons limites exacts doivent être réalisés en double et signés par les deux parties, ce n'est qu'à ce moment-là que cela devient obligatoire. Sans de tels échantillons signés et explicitement signés comme échantillons limites, une apparence ou une couleur particulière ne constitue pas un motif de réclamation.

Procédure en cas de dépassement de la tolérance

Si les modules BIPV dépassent les tolérances définies, cela doit être documenté et signalé avant le montage et dans les 5 jours suivant la réception. Dans la documentation, le dépassement de la tolérance doit être spécifié avec des valeurs de mesure et des images. Si aucune réclamation, y compris la documentation, n'est faite dans ce délai ou si les modules BIPV sont traités ou montés, l'optique est considérée comme acceptée. Un remplacement ultérieur est exclu.

En cas de dépassement léger, moyen ou grave des tolérances, le client a droit à une réduction du prix d'achat de 5 à 15% selon la gravité. Un échange ou un remplacement (uniquement avant le montage ou le traitement ultérieur) ne peut être envisagé qu'en cas d'écarts de tolérance exceptionnellement importants.

Directives actuelles

Ces directives sont basées sur les possibilités techniques actuelles et peuvent être adaptées en permanence. Il est donc recommandé de demander la dernière version des directives avant de passer commande.