

PLAQUES COULÉES ET EXTRUDÉES

Brochure Technique

3 INTRODUCTION

Altuglas®, propriétés générales, gamme de produits, applications

4 PROPRIÉTÉS D'ALTUGLAS®

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES

Propriétés générales, mécaniques et optiques

Propriétés électriques et thermiques, inflammabilité

AUTRES PROPRIÉTÉS

Propriétés optiques et acoustiques, comportement à la chaleur et au vieillissement naturel

ALTUGLAS® CN ET ALTUGLAS® EX

Éléments de différenciation, gamme d'applications, possibilités de recyclage

10 TRAVAILLER AVEC ALTUGLAS®

Généralités

DÉCOUPE DROITE

Découpe le long d'une rainure, scie à ruban, scie circulaire

DECOUPAGE DE FORMES

Scie à ruban, découpe à la scie, fraisage, découpe au laser, découpe au jet d'eau

AUTRES FORMES D'USINAGE

Perçage, tournage, fraisage, gravure, ponçage

Polissage par abrasion et polissage à la flamme

THERMOFORMAGE

Etuve, chauffage, moules, thermoformage avec ou sans tirage, pliage

CONSIGNES ET ERREURS A EVITER

27 INSTALLATION

Informations générales, variations dimensionnelles et écarts dus à la dilatation

Sélection de l'épaisseur des plaques, cintrage à froid

28 MONTAGE

Collage, soudure

29 FINITIONS DECORATIVES

Sérigraphie, peinture, films adhésifs, décorations illuminées

30 FINITION ET ENTRETIEN

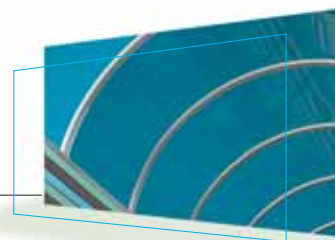
Finition, entretien et nettoyage, normes

31 RESISTANCE AUX PRODUITS CHIMIQUES

Tableau de comportement d'Altuglas®

34 GARANTIE ALTUGLAS®

Introduction



LA MARQUE ALTUGLAS®

Altuglas® est la marque déposée d'Arkema pour ses produits à base de polyméthacrylate de méthyle (PMMA).

Altuglas® est disponible sous de nombreuses formes :

- Plaques coulées et extrudées.
- Plaques pour le marché du sanitaire.
- Résines.
- Tubes et tiges extrudées.
- Adhésifs et produits auxiliaires.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES D'ALTUGLAS®

Rappel succinct des propriétés :

Altuglas® est un matériau thermoplastique transparent et rigide.

Par nature incolore et d'une limpidité exceptionnelle, il peut être teinté dans une très large palette de couleurs. Les paramètres de transmission et de diffusion de la lumière peuvent être modifiés à la demande.

Inerte face à de nombreux agents chimiques agressifs, il est le matériau plastique d'extérieur de référence (résistant aux UV et aux intempéries).

Les plaques Altuglas® s'usinent et se mettent en forme selon des procédés très variés, industriels, artisanaux ou artistiques.

LA GAMME

Les produits décrits dans cette brochure technique sont :

- **ALTUGLAS® CN**, pour les plaques coulées.
- **ALTUGLAS® EX**, pour les plaques extrudées.

Les plaques sont proposées dans une large gamme de formats, d'épaisseurs, de coloris et de finitions de surface. Des informations détaillées sur les différentes combinaisons, ainsi que sur les conditions de livraison, sont fournies dans le Catalogue produits Altuglas®.

Les plaques fabriquées par Altuglas International sont conformes aux normes suivantes :

- **ALTUGLAS® CN**: ISO 7823.1 - 1998.
- **ALTUGLAS® EX**: ISO 7823.2 - 1997.

APPLICATIONS

Les plaques Altuglas® CN et EX sont utilisées dans de nombreuses applications :

- **Signalétique et enseignes** : panneaux lumineux, affichage en 3D, panneaux indicateurs, etc.
- **Publicité sur les points de vente** : présentoirs, testeurs, panneaux d'affichage, etc.
- **Décoration intérieure** : agencement de magasin, ameublement, écrans de projection, vitrage, etc.
- **Ornements architecturaux** : mobilier urbain, accessoires de sécurité, écrans anti-bruit, lucarnes, etc.
- **Produits pour sanitaires⁽¹⁾**, baignoires, bacs de douche, etc.
- **Transports** : déflecteurs, pare-soleil, plaques d'immatriculation, écouteilles et hublots de bateau, etc.
- **Industrie** : dispositifs de sécurité de machines, cadrans, pièces de précision, etc.
- **Secteur médical** : berceaux, incubateurs, etc.

De nombreuses applications spécialisées peuvent être ajoutées à cette liste (lits solaires, toits de protection et barrières pour piscine, etc.).

⁽¹⁾ Les applications telles que baignoires, bacs de douche et lavabos requièrent l'utilisation d'une plaque Altuglas® CS spéciale (également appelée plaque coulée sanitaire).

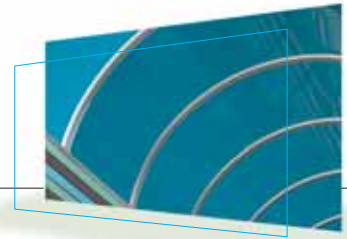
Propriétés d'Altuglas®

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES

	MÉTHODE DE TEST			UNITÉS	Valeurs indicatives			
	ISO	NF	Autres		ALTUGLAS® CN		ALTUGLAS® EX	
					Épaisseur mm	Valeur	Épaisseur mm	Valeur
PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES								
Absorption d'eau à 20 heures	62	T 51002	DIN 53495	%	4	0.30	4	0.30
Absorption d'eau à 8 jours	62	T 51002	DIN 53495	%	4	0.50	4	0.50
Absorption maxi d'eau par immersion 1200 heures			Internal	%	3	1.75	3	1.75
Densité	1183	T 51063	DIN 53479			1.19		1.19
PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES								
Coefficient de poisson à 20°C						0.39		0.39
Essai de traction à 23°C	527	T 51034	DIN 53455					
Contrainte de rupture	-2/1A/5			MPa	4	76	4	74
Module d'élasticité				MPa	4	3300	4	3300
Allongement à la rupture				%	4	6	4	5
Essai de traction à -20°C	527	T 31034	DIN 53455					
Contrainte de rupture	-2/1A/5			MPa	4	102		
Allongement à la rupture				%	4	5		
Essai de traction à 80°C	527	T 51304	DIN 53455					
Contrainte de rupture	-2/1A/5			MPa	4	24		
Allongement à la rupture				%	4	22		
Essai de flexion à 23°C	178*	T 51001	DIN 53452					
Contrainte de rupture				MPa	4	130	4	120
Module d'élasticité				MPa	4	3250	4	3250
Essai de choc Charpy sans entaille	179/2D	T 51035	DIN 53453	Kj/m ²	4	12	4	10
Essai de choc Izod avec entaille	180/1A		ASTM D256A	Kj/m ²	4	1.4	4	1.3
Dureté Rockwell, Échelle M	2039		ASTM D 785			100		95
Dureté Shore, Échelle D	868	T 51109				60-70		80
Résistance à la compression	684	T 51101	DIN 53454	MPa	4	130	4	110
Module de cisaillement dynamique			DIN 53445	MPa		1700		1700
PROPRIÉTÉS OPTIQUES								
Transmission lumineuse	T 51068	DIN 5036						
en épaisseur 3 mm				%	3	92	3	92
en épaisseur 5 mm				%	5	92	5	92
en épaisseur 8 mm				%			8	92
en épaisseur 10 mm				%	10	92		
Indice de réfraction	T 51064	DIN 53491				1.492		1.492

ATTENTION : Les normes citées ne sont pas toutes strictement équivalentes les valeurs communiquées sont les moyennes de nos essais en laboratoire et n'ont qu'un caractère indicatif.

GARANTIE : les informations données dans cette documentation sont basées sur les résultats de nos recherches et sur notre expérience. Elles ont été conçues pour servir de guide général pour l'utilisation de nos produits et ne sauraient être considérées comme des spécifications contractuelles. Ces informations ne sauraient en aucun cas engager la responsabilité d'Altuglas International, notamment en cas d'infraction aux droits d'un tiers.



Caractéristiques principales				Valeurs indicatives				
	MÉTHODE DE TEST			UNITÉS	ALTUGLAS® CN		ALTUGLAS® EX	
	ISO	NF	Autres		Épaisseur mm	Valeur	Épaisseur mm	Valeur
PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES								
Rigidité diélectrique		C 26225	DIN 53481	KV/mm	20 to 25		20 to 25	
Résistivité transversale		C 26215	DIN 53482	Ohm.cm	> 10 ¹⁵		> 10 ¹⁵	
Constante diélectrique		C 26230	DIN 53483					
à 50 Hz					3.7		3.7	
à 1 MHz					2.6		2.6	
PROPRIÉTÉS THERMIQUES								
Coefficient de dilatation linéaire	EN 2155-1	T 51251	DIN 52328	mm/m/°C	0.065		0.065	
Conductivité thermique			DIN 52612	W/m/°C	0.17		0.19	
Chaleur spécifique			ASTM C 351	J/g/°C	1.32		1.32	
en épaisseur 3 mm			DIN 4701					
en épaisseur 5 mm				W/m²/°C	3	5.4	3	5.4
en épaisseur 10 mm				W/m²/°C	5	5.1	5	5.1
Point de ramollissement Vicat B 10/10 (éprov. conditionnées)				W/m²/°C	10	4.5	10	4.5
Température de déformation sous charge 1,80 N/mm² (éprov. conditionnées)	306	T 51021	DIN 53460	°C	115		105	
Température maxi d'utilisation continue				°C	85		80	
Température de l'étuve de formage				°C	130-190		140-175	
Température maxi de chauffage				°C	200		180	
Retrait linéaire maxi après chauffage en épaisseur ≥ 3 mm				%	2		3	
Retrait linéaire maxi après chauffage en épaisseur < 3 mm				%	2		6	
Température maxi superficielle en InfraRouge			°C		220		210	
INFLAMMABILITÉ								
Température d'auto inflammation				°C	approx.450		approx.450	
Comportement au feu (épiradiateur)		P 92501			3	M4		M4
Essai pour matériaux fusibles.		P 92505			3	non-drip		drips
Comportement au feu			DIN 4102			B2		B2
Comportement au feu			BS 476 Pt. 7			class 3		class 4
Comportement au feu			UL 94			HB		HB
Indice d'oxygène		T 5107	ASTM 2863 77	%	18		18	
Taux de chlore				%	0		0	
Taux d'azote				%	< 0.02		< 0.02	

ATTENTION : Les normes citées ne sont pas toutes strictement équivalentes les valeurs communiquées sont les moyennes de nos essais en laboratoire et n'ont qu'un caractère indicatif.

GARANTIE : les informations données dans cette documentation sont basées sur les résultats de nos recherches et sur notre expérience. Elles ont été conçues pour servir de guide général pour l'utilisation de nos produits et ne sauraient être considérées comme des spécifications contractuelles. Ces informations ne sauraient en aucun cas engager la responsabilité d'Altuglas International, notamment en cas d'infraction aux droits d'un tiers.

Propriétés d'Altuglas®

PROPRIÉTÉS OPTIQUES

Altuglas est, par nature, extrêmement transparent. Altuglas® CN et Altuglas® EX possèdent un indice de transmission de la lumière de 92 % pour une épaisseur de 3 mm (norme DIN 5036).

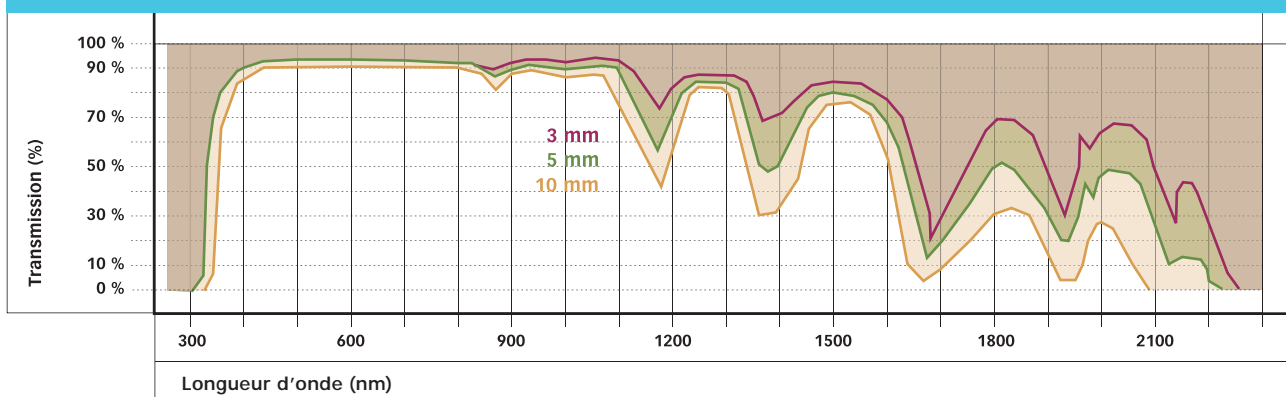
La gamme de produits Altuglas® présente des qualités comportant des propriétés optiques spécifiques. Elles permettent d'augmenter ou de réduire la transmission de certaines longueurs d'onde.

- Altuglas® CN UVD
- Altuglas® CN UV Block
- Altuglas® EX UVX
- Altuglas® CN IR
- Altuglas® CN Inactinic

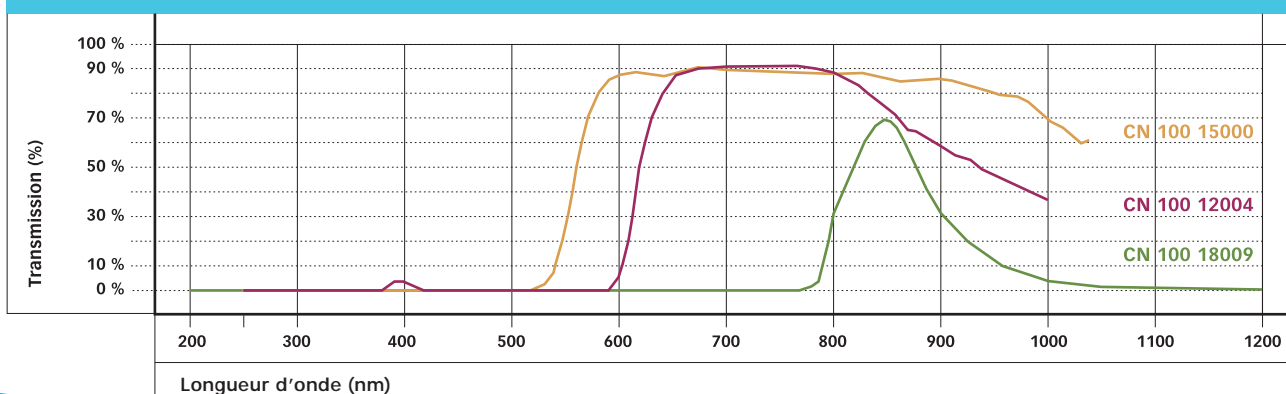
TABLEAU DE SYNTHÈSE

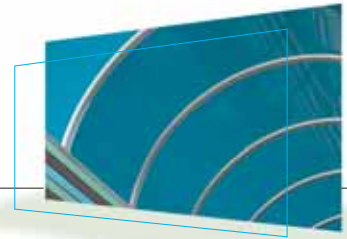
Désignation	Référence	Application	Caractéristiques (TL en % - longueurs d'onde en nanomètres)
Altuglas® CN UV Block	141 10000	Protection des oeuvres d'art dans les musées	- Filtre les UV - TL < 1 % de 200 à 370 nm
Altuglas® CN IR	100 18009	Systèmes de détection infrarouge (télécommandes, caméras, etc.)	- Filtre les longueurs d'onde visibles et transmet les ondes proches des IR - TL de ± 90 % des UVA (325-380 nm)
Altuglas® CN Inactinic	100 12004 100 15000	Panneaux	- Filtre la lumière blanche pour la rendre inoffensive pour les pellicules photo - TL < 5 % de 250 à 570 nm
Altuglas® CN UVD	123 10000	Lits solaires	- Résistance au vieillissement naturel sous les lampes UV - TL de ± 90 % des UVA (325-380 nm)
Altuglas® EX UVX	226 10000	Lits solaires	- Résistance au vieillissement naturel sous les lampes UV - TL de ± 90 % des UVA (325-380 nm)

Courbe de transmission lumineuse d'une plaque Altuglas® CN transparente

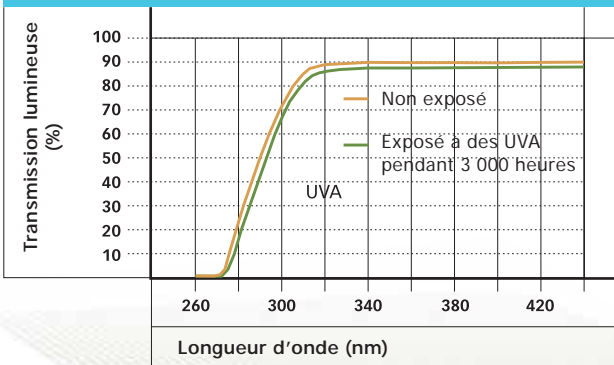


Courbe de transmission lumineuse pour les plaques CN 100 12004 - CN 100 15000 - CN 100 18009.

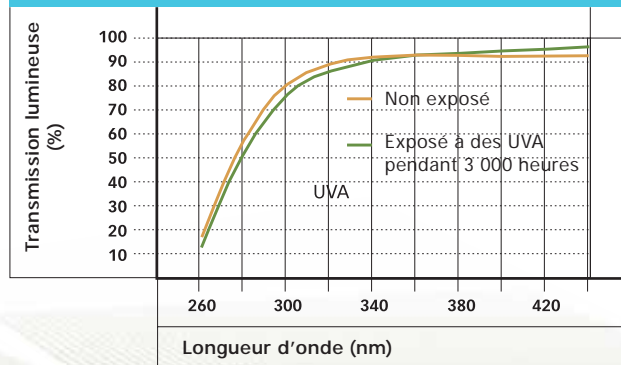




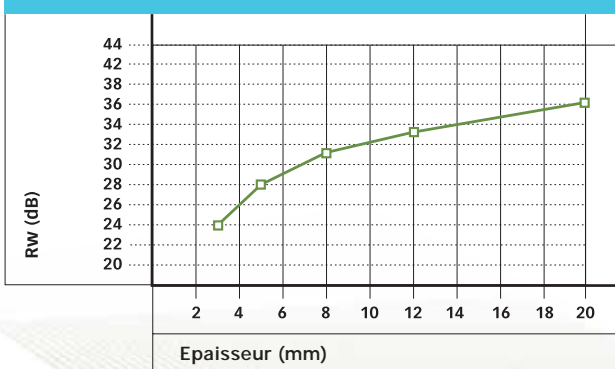
Transmission lumineuse, après exposition de la plaque Altuglas® CN UVD aux rayons UVA



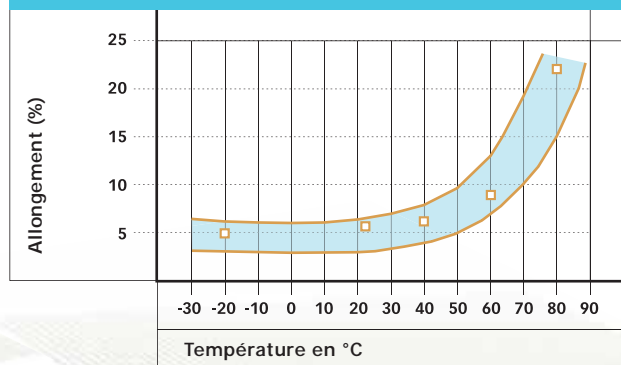
Transmission lumineuse, après exposition de la plaque Altuglas® EX UVX aux rayons UVA



Indice d'atténuation acoustique Rw en fonction de l'épaisseur

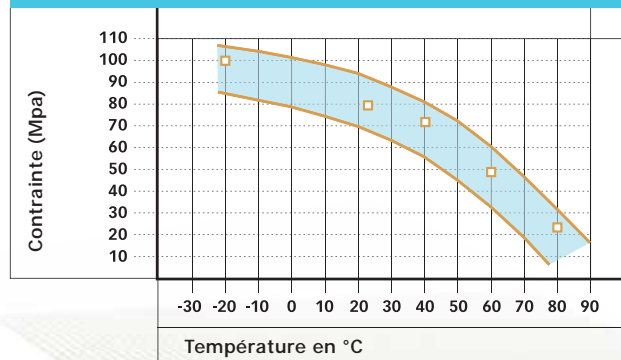


Variation de l'allongement à la rupture en traction en fonction de la température (de - 20 à + 80 °C)



Mesures effectuées selon la norme ISO 140 et conformément au rapport du C.S.T. n° 32 468 de septembre 1991

Variation de la contrainte de rupture en fonction de la température (de - 20 °C à + 80 °C)



Propriétés d'Altuglas®

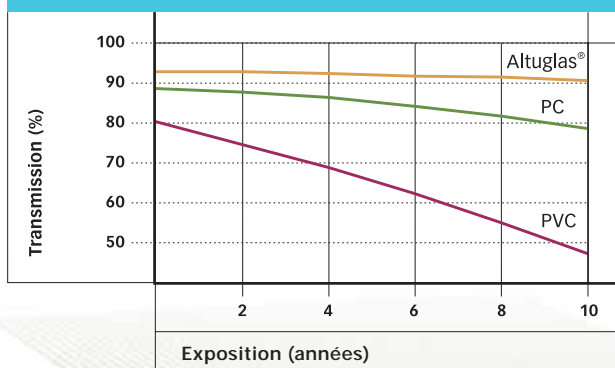
COMPORTEMENT AU VIEILLISSEMENT NATUREL

Mesures effectuées dans un climat d'Europe Centrale.

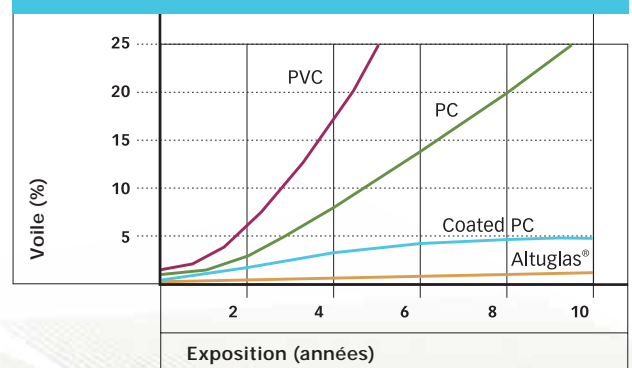
Altuglas® CN et Altuglas® EX ont des propriétés physiques similaires.

Ils ont tous deux un excellent comportement face au vieillissement naturel.

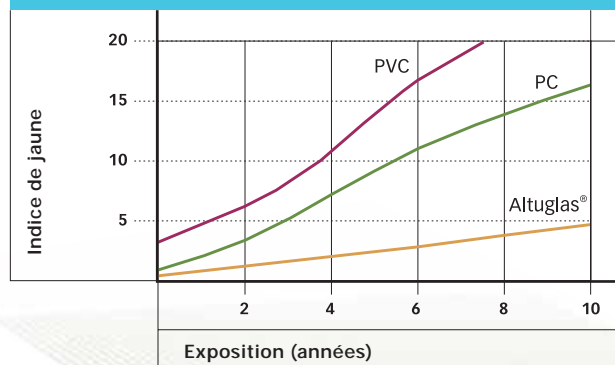
Variation de la transmission lumineuse en fonction de l'exposition aux intempéries

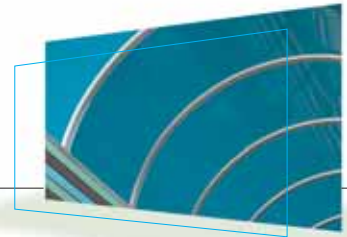


Variation du voile présent sur le matériau en fonction de l'exposition aux intempéries



Variation de l'indice de jaune en fonction de l'exposition aux intempéries





DES PROPRIETES RELATIVEMENT COMPARABLES

Altuglas® CN et Altuglas® EX ont des propriétés physiques similaires.

Ils ont tous deux un excellent comportement face au vieillissement naturel.

Les principales différences reposent dans leurs propriétés thermiques et chimiques ainsi que sur certains modes de transformation.

LES ÉLÉMENTS DE DIFFÉRENCIATION

Il existe des différences intrinsèques de comportement entre ces deux matériaux, dont il faut tenir compte pour obtenir des produits de haute qualité.

Gamme d'épaisseur

Altuglas® CN est disponible dans quasiment toutes les gammes d'épaisseur, à partir de 2 mm.

Altuglas® EX est disponible en épaisseur de 1,5 à 25 mm.

Variations dimensionnelles

Le procédé de fabrication d'Altuglas® CN entraîne de légères variations au niveau de l'épaisseur des plaques, tandis que l'épaisseur des plaques Altuglas® EX ne varie que très peu, voire pas du tout.

Altuglas® CN a un comportement isotrope au chauffage, avec un retrait maximal de 2 % dans toutes les directions.

Le procédé d'extrusion appliqué à Altuglas® EX entraîne un retrait variable, en fonction de l'épaisseur et de la direction.

Dans le sens de l'extrusion :

- Maximum de 3 % d'épaisseur en 3 mm et plus.
- Maximum de 6 % pour une épaisseur inférieure à 3 mm.

Transversalement :

- Maximum de 1% pour une épaisseur supérieure à 3 mm.
- Maximum de 2 % pour une épaisseur inférieure à 3 mm

Stabilité thermique et viscosité

La masse molaire moyenne d'Altuglas® CN est beaucoup plus élevée que celle d'Altuglas® EX (3 000 000 contre

150 000) et comporte beaucoup plus de motifs monomères. Cela lui confère une plus grande stabilité thermique et une meilleure résistance aux microfissures en présence de solvants. La gamme de thermoformage est également plus étendue. Altuglas® CN peut être retravaillé à chaud, ce qui est impossible avec les plaques extrudées.

Altuglas® EX chaud a une viscosité bien inférieure, ce qui le rend plus ductile qu'Altuglas® CN. Le produit peut, par conséquent, être utilisé pour des formes compliquées lors d'opérations d'usinage complexes.

Propriétés optiques

Altuglas® CN possède des propriétés de surface et une pureté optique incomparables.

UN MÊME CHAMP D'APPLICATION

Des applications communes

L'expérience a montré qu'Altuglas® CN et Altuglas® EX pouvaient être librement échangés. Le choix d'un produit plutôt que d'un autre est dicté non seulement par leurs différences de caractéristiques intrinsèques, mais aussi par les conditions, outils et coûts de fabrication associés.

LES POSSIBILITES DE RECYCLAGE

Le traitement des chutes

Les chutes de plaques coulées ou extrudées peuvent être recyclées sans causer le moindre dommage à l'environnement.

Altuglas® est un matériau facilement recyclable.

Les méthodes de recyclage possibles sont les suivantes.

Les déchets d'Altuglas® EX peuvent être broyés puis à nouveau injectés ou extrudés.

Les déchets d'Altuglas® CN peuvent être soumis à un procédé de « crackage ». Ce procédé permet de retrouver le monomère d'origine (méthacrylate de méthyle).

Si le recyclage est impossible, les chutes peuvent être incinérées.

Travailler avec Altuglas®

STOCKAGE DES PLAQUES

SÉCURITÉ

Les bords des plaques peuvent être coupants. Il est recommandé de porter des gants de protection pour les manipuler.

Les plaques doivent être conservées dans un endroit sec. Pour limiter les reprises d'humidité, il est souhaitable de laisser en place une housse de polyéthylène lors de prélèvements de stock.

Il est recommandé de stocker les plaques Altuglas® à l'horizontale sur leurs palettes d'origine et de placer les palettes sur des rayonnages horizontaux. Il est vivement recommandé de ne pas gerber les palettes, afin de ne pas créer de tensions internes et de ne pas altérer la planéité des plaques.

Lorsqu'une méthode de stockage vertical est adoptée, il est préférable que les plaques d'Altuglas® soient appuyés contre des supports solides inclinés à environ 80°, pour éviter l'apparition de courbures.

Il est fortement conseillé d'éviter une durée de stockage supérieure à 6 mois.

Les plaques risqueraient de ne plus être plates si elles sont stockées et/ou transportées dans un environnement humide.

FILM DE PROTECTION

Film de protection

Les deux faces des plaques d'Altuglas® CN et EX sont protégées par un film de polyéthylène. Le film appliqué sur la face supérieure porte le marquage. A l'exception de certains produits pour lesquels des informations spécifiques sont fournies (Altuglas®

Silver Star, par exemple), la face supérieure doit être considérée comme la surface de travail.

Il est vivement recommandé de ne pas stocker les plaques à l'extérieur.

Le film protecteur et les adhésifs pourraient être endommagés par le rayonnement UV, et ainsi être difficiles à retirer.

Marques d'identification et traçabilité

Les plaques Altuglas® comportent au moins deux marquages longitudinaux, situés à quelques centimètres des deux bords. Le marquage indique le nom du produit, Altuglas® CN ou Altuglas® EX, suivi du code produit, du code couleur, de l'épaisseur en millimètres et du numéro de lot.

Si une découpe est effectuée, il est recommandé, pour des raisons de traçabilité, de noter le numéro de lot.

Ce marquage garantit la traçabilité de tous nos lots de production.

Quand faut-il enlever le film ?

Il est préférable de laisser le film de protection en place pendant toutes les phases d'usinage, afin de conserver la plaque en parfait état.

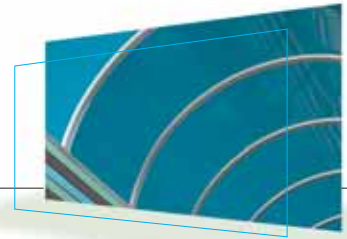
Précautions particulières en matière de thermoformage :

Altuglas® CN : le film de protection doit être retiré avant le chauffage et le thermoformage

Altuglas® EX : Cette précaution est inutile pour Altuglas EX, pourvu que les conditions suivantes soient satisfaites :

- Le film doit être exempt de tout défaut de surface (trous, éraflures, bulles, etc.), ces derniers risquant de générer des marques au niveau de la pièce.

- Le film ne doit pas être en contact avec les parois de l'étuve.



USINAGE

SÉCURITÉ

Les différents procédés d'usinage utilisables avec les plaques Altuglas® peuvent entraîner l'éjection de nombreux copeaux durs et coupants. Il est recommandé de porter des lunettes de protection pendant ces opérations.

L'altuglas a une dureté comprise entre le bois et le fer, et est assez proche de l'aluminium et des alliages légers. Il peut être usiné (découpe, fraisage, tournage ou perçage) à l'aide de machines-outils initialement destinées au travail du bois ou des métaux.

Recommandations pour l'usinage

Un usinage trop brutal crée des échauffements locaux, générateurs de tensions internes qu'il faut relâcher par un traitement en étuve. Sinon, ces tensions se traduisent tôt ou tard par l'apparition de fines craquelures superficielles pouvant se développer ultérieurement sous l'action de solvants ou de tensions (lors du collage ou de la peinture, par exemple).

On peut éviter un échauffement excessif du matériau lors de l'usinage en observant les principes généraux suivants :

- Veiller à ce que les outils soient parfaitement affûtés.
- Prévoir une bonne évacuation des copeaux.
- Asperger avec de l'eau additionnée de 2 % d'huile de coupe (huile "soluble"), ou utiliser un petit jet d'air comprimé ou une micronisation d'eau directement à l'endroit de la coupe.

Altuglas® EX est plus sensible à la surchauffe qu'Altuglas® CN.

Lors de l'usinage, les pièces doivent être solidement maintenues afin d'éviter toute vibration. Cette recommandation est particulièrement importante en présence de plaques fines. De fortes vibrations peuvent entraîner des bords mal coupés et des coins cassés.

DÉCOUPE ET AUTRES PROCÉDÉS D'USINAGE

Le moment le plus important lors de la découpe d'une plaque est le moment où la lame pénètre dans la plaque et celui où elle en ressort.

Altuglas® CN peut être découpé avec des outils très rudimentaires comme une scie à main. Cette méthode n'est toutefois pas recommandée : c'est une opération longue et délicate qui ne peut en aucun cas fournir une très bonne finition. Cette méthode de coupe est vivement déconseillée pour Altuglas® EX.

Un certain nombre de méthodes de coupe industrielles sont adaptées à Altuglas®.

Les scies circulaires sont normalement utilisées pour les coupes droites, les scies à ruban et les fraises étant utilisées pour les autres coupes. D'autres méthodes plus sophistiquées telles que la découpe au laser ou au jet d'eau donnent d'excellents résultats.

Altuglas® peut être usiné à l'aide de nombreux autres procédés : perçage, tournage, fraisage ou ponçage.

THERMOFORMAGE

Altuglas® est un matériau thermoplastique transparent et hautement polyvalent.

Les pièces aux formes très compliquées peuvent être fabriquées au moyen de matériaux thermoformés.

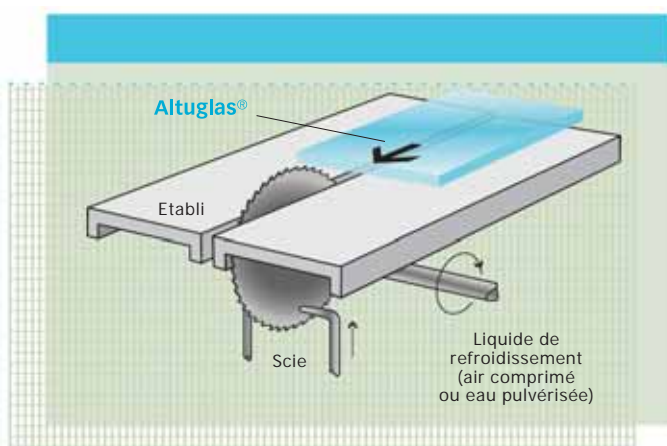
Caractéristiques du matériau : transparence, résistance aux UV et résistance mécanique, aspect de surface spécial (Altuglas® Dual satin, Altuglas® Frosted).

AUTRES PROCÉDÉS

Altuglas® peut être collé. Avec les adhésifs polymérisables Altuglas® Adhesive P10 et P12, la résistance du joint collé peut être proche de celle du matériau d'origine.

Les méthodes les plus fréquemment utilisées pour décorer Altuglas® sont la sérigraphie, la peinture au pistolet ou l'application de films vinyliques colorés.

Les nouvelles technologies d'illumination (diodes électroluminescentes) ouvrent de nouvelles possibilités.



Travailler avec Altuglas®

DÉCOUPE DROITE

Découpe le long d'une rainure

SÉCURITÉ

Pour travailler avec des plaques Altuglas®, il est vivement recommandé de porter des gants, des lunettes de protection et des bouchons anti-bruit.

Cette technique est généralement déconseillée, car les bords de coupe sont irréguliers et nécessitent un ponçage. La technique ne peut être utilisée qu'avec des plaques d'une épaisseur de 3 mm maximum, pour des longueurs inférieures à 400 mm.

La rainure doit être réalisée à l'aide d'un cutter doté d'une lame en forme de croissant. Répéter le rainurage plusieurs fois. Utiliser le bord d'une table pour casser la plaque le long de la rainure.

Il est obligatoire de porter des gants et des lunettes de protection.

Scie à ruban

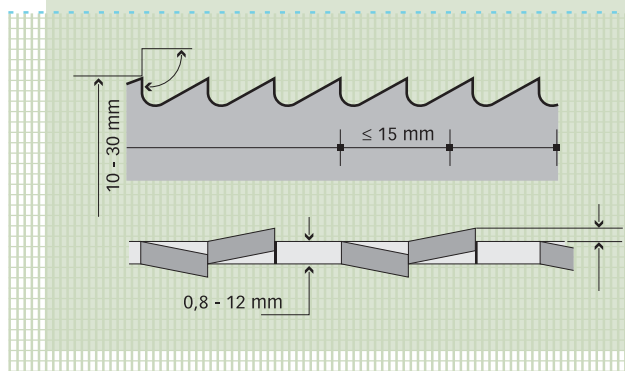
Ce type de scie est généralement utilisé pour découper des courbes.

Toutefois, il peut également être utilisé pour réaliser des coupes droites sur des plaques épaisses.

Ce procédé n'amène jamais une coupe très nette et oblige à un important travail de finition si l'on désire un poli parfait.

Toutes les machines de menuiserie ayant une vitesse linéaire comprise entre 15 et 25 m/s peuvent être utilisées.

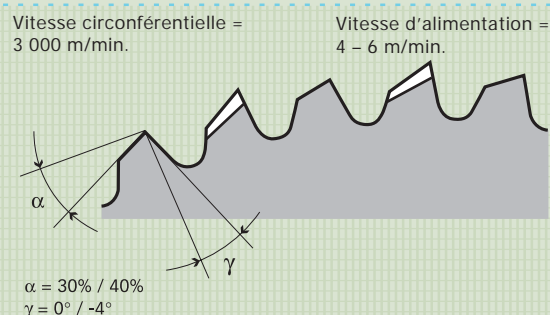
Exemple de scie à ruban avec dents en acier



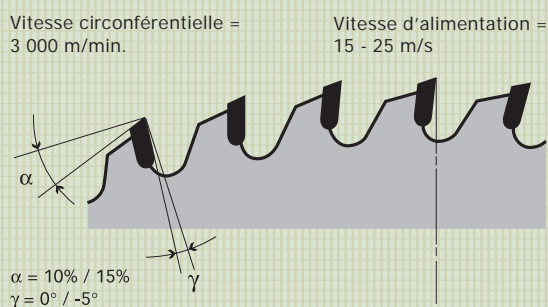
Ce type de lame n'amène jamais une coupe très nette et oblige à un important travail de finition. On l'utilise surtout pour découper les ébauches avant formage ou pour détourer les pièces formées avant finition.

Toutes les machines de menuiserie dont la vitesse linéaire est comprise entre 15 et 25 m/s peut être utilisée.

Lame au carbure avec dents droites ou trapézoïdales (espacement des dents : 1 cm)



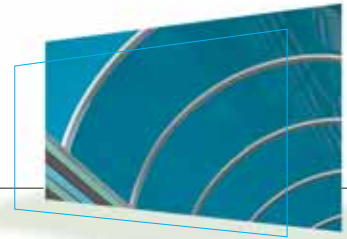
Lame rapide ou super rapide



Scie sauteuse

Cette méthode de coupe n'est pas recommandée, étant donné la faible qualité de la coupe obtenue.

Réglages : vitesse de coupe moyenne, sans balancement. Vitesse d'avance moyenne. La scie doit être en mouvement avant que la découpe ne commence. Maintenir fermement la base de la scie contre la plaque et réduire au minimum les vibrations contre la plaque.



COUPE DROITE ET DECOUPAGE DE FORMES

VITESSE RECOMMANDEE POUR DIFFERENTS DIAMETRES DE SCIES

Diamètre (mm)	Vitesse de rotation (tour/min)
150	6400
200	4800
250	3800
300	3200
350	2800
400	2400

Scie circulaire

Les scies circulaires permettent de réaliser des coupes droites et précises. C'est la technique la plus fréquemment utilisée. Elles permettent une coupe nette sur les plaques Altuglas®.

Deux types de lames sont généralement utilisées :

- Les lames à pointes de carbure sont recommandées pour les utilisations industrielles, pour découper des piles de plaques.
- Les lames en acier rapide sont généralement utilisées pour découper une plaque à la fois.

La denture est radiale (le côté d'attaque passe par le centre) et détalonnée pour former un angle de 45° au sommet de la dent.

La dent n'est pas avoyée mais la scie possède une dépouille d'environ 0,2 % sur chaque face.

Pas : 2 à 5 dents par cm, selon l'Altuglas® à couper.

Un refroidissement à l'aide d'un jet d'eau ou d'air comprimé est recommandé.

Fraisage

Le fraisage permet d'obtenir des formes complexes avec une finition propre polie à la machine.

Il est recommandé d'utiliser des fraises cylindriques dotées d'au moins deux tranchants, en acier au carbure monobloc de préférence.

Peu importe la vitesse de rotation : la qualité du résultat sera la même.

La vitesse de rotation doit être comprise entre 10 000 et 30 000 tours/min, en fonction du diamètre et du nombre de tranchants utilisés. Un refroidissement à l'air comprimé pourra se révéler utile.

Le fraisage peut être utilisé pour réaliser diverses opérations, telles que :

- Découpe
- Gravure
- Finition des bords.

Un aspect poli peut être obtenu en une seule étape avec des outils diamantés.

Un recuit est généralement recommandé.

Découpe par rayon laser

Ce procédé présente de nombreux avantages :

- Il permet de couper selon n'importe quelle forme de manière très précise.
- Il réduit la quantité de chutes.
- Il donne des coupes d'un aspect excellent, nécessitant en général peu ou pas de polissage de finition. Des différences de qualité de coupe seront observées, en fonction de la source et de la puissance du laser, de la vitesse de coupe ainsi que de l'épaisseur et de la pigmentation de la plaque d'Altuglas®.

La découpe par laser induit des contraintes internes importantes. Les plaques ainsi découpées ne devront donc pas être mises en contact avec des solvants (adhésifs, produits

de nettoyage corrosifs, etc.). Le recuit réduira le risque de microfissures (Cf. page 25). Cependant, il est déconseillé d'utiliser des adhésifs conjointement à une découpe par laser.

Découpe au jet d'eau

Ce procédé offre des avantages similaires à ceux de la découpe par laser, hormis le fait que les bords n'auront pas un aspect brillant.

Le gros avantage est qu'il n'induit aucune contrainte interne à proximité du bord de coupe. Le contact avec les solvants est donc autorisé, y compris les adhésifs.

Travailler avec Altuglas®

AUTRES FORMES D'USINAGE

Perceuses et forets

Le perçage se fait à l'aide de perceuses fixes ou mobiles utilisant des forets standard en acier rapide, super rapide ou au carbure, affûtés spécialement pour Altuglas®.

Il peut aussi se faire avec des pointes coniques « Drill File ».

Pour tenir compte des caractéristiques d'Altuglas®, il est conseillé de meuler l'arête du foret parallèlement à son axe.

Méthode

Pour percer des trous profonds, le foret doit souvent être dégagé pour favoriser l'évacuation des copeaux et limiter un échauffement préjudiciable au matériau.

Pour obtenir un bel aspect des parois du trou, il est préférable de percer à l'aide de forets au carbure et sous lubrification intense.

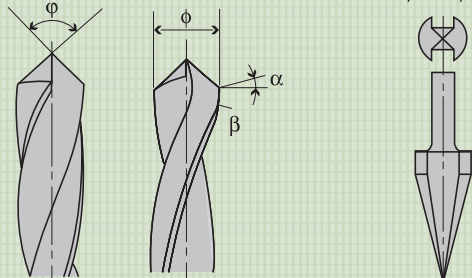
Forets rapides, super rapides ou au carbure

Foret conique « Drill-File »

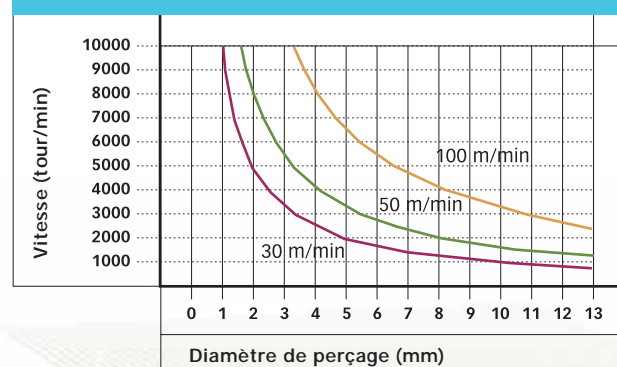
$\alpha = 3^\circ / 8^\circ$
 $\phi = 60\% / 90\%$

$\gamma = 0^\circ / 4^\circ$
 $\beta = 12^\circ / 16^\circ$

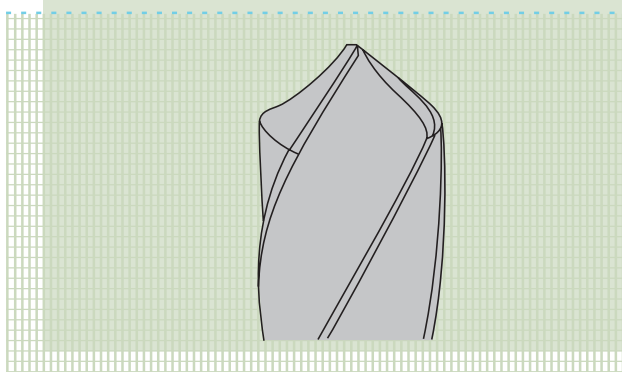
Vitesse circonférentielle
= 30 - 50 m/min
Vitesse d'alimentation
= 0,05 - 0,1 mm/rév



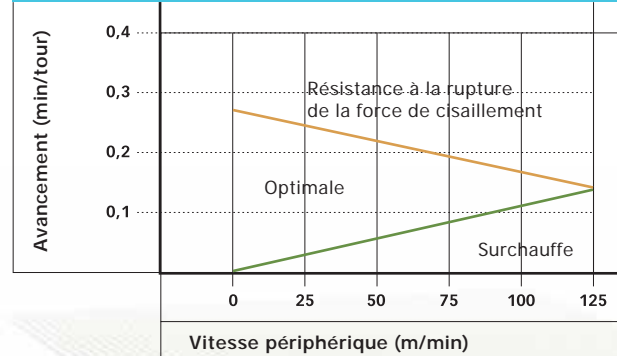
Vitesse de rotation du foret en fonction du diamètre du trou

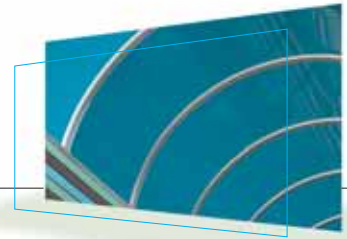


Foret spécialement conçu pour Altuglas®.



Vitesse d'alimentation optimale en fonction de la vitesse de rotation du foret

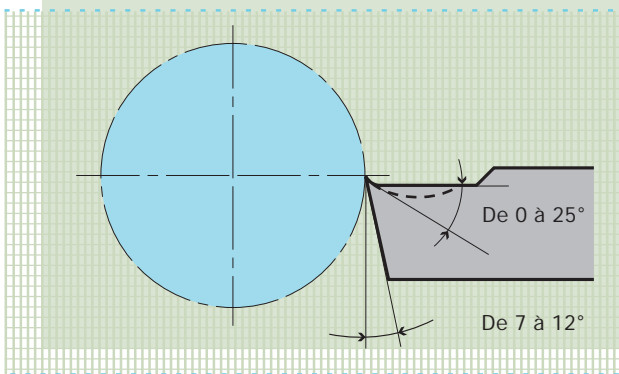




Tournage

Altuglas® peut se travailler comme les métaux légers avec des outils ordinaires, à la plus grande vitesse de rotation possible et avec une avance lente. Dans ce cas, le matériau doit être refroidi au moyen d'eau fraîche ou d'eau additionnée de 2 % d'huile de coupe.

Foret spécialement conçu pour Altuglas®.



Gravure

Elle peut être réalisée au moyen de divers procédés :

- **Fraisage** : la gravure par fraisage est généralement effectuée à l'aide de machines-outils à commandes numériques.
- **Laser** : permet de graver une plaque en profondeur, en 3 dimensions.

Ponçage

Le ponçage est nécessaire pour rectifier les bords des plaques découpées grossièrement. Il nécessite du papier abrasif au corindon mouillé et se fait soit à la main, soit avec une ponceuse à disque ou à bande. Dans ce dernier cas, la vitesse de bande conseillée est de 10 m/s. Le ponçage s'effectue sous arrosage d'eau pour limiter la surchauffe du matériau.

Il est préférable de procéder par étapes, en utilisant tour à tour :

- un papier abrasif à gros grain (60, par exemple) ;
- un papier abrasif à grain moyen (220, par exemple) ;
- un papier abrasif à grain fin (500, par exemple).

Le ponçage peut être un procédé très similaire au polissage lorsque les abrasifs utilisés ont un grain très fin.

Le kit de polissage Micro-mesh® restaure la transparence des plaques Altuglas® dont la surface a été endommagée.

Il est préférable de poncer sous l'eau (lubrification et refroidissement simultané). L'utilisation successive de plusieurs tailles de grain (1 500, 2 400, 4 000, 8 000 et 12 000) permet d'obtenir une surface au fini presque parfait. Un polissage final avec Altuglas® Polish 1 et 2 permet de restaurer le poli d'origine. Pour de plus amples informations, veuillez consulter les instructions fournies avec le kit.

Travailler avec Altuglas®

AUTRES FORMES D'USINAGE

POLISSAGE PAR ABRASION

Après le ponçage, le matériau doit être poli de manière à restaurer le brillant initial de sa surface. Ce polissage peut être manuel ou mécanique.

Polissage machine

Certaines machines d'usinage des chants utilisant des outils diamantés permettent d'obtenir un poli direct. Les bords doivent également être polis avec une polisseuse à bande feutre ou à disque, équipée de bonnettes en coton ou en flanelle, en utilisant une graisse à polir compatible avec Altuglas®. Le polissage des surfaces planes nécessite des machines portatives à disque, équipées de bonnettes en feutre ou en peau de chamois, imbibées d'Altuglas® Polish.

Polissage manuel

Il se fait à l'aide de non-tissé suédine ou feutrine, avec un agent polissant. On utilisera l'Altuglas® Polish n° 1, seul suivi du n° 2, selon le degré de poli recherché. Il peut être nécessaire de faire précéder cette opération de l'utilisation du kit Micro-mesh® Kit, tel que décrit dans la section sur le ponçage située sur la page précédente.

Une fois le polissage terminé, Altuglas® Cleaner peut être utilisé pour éliminer les traces de doigts et de manipulation. Ceci améliore le brillant et réduit l'électricité statique, l'accumulation de poussière et la fréquence des nettoyages.

POLISSAGE A LA FLAMME

Cette technique consiste à soumettre les tranches d'usinage d'Altuglas® CN à une flamme à haute température opérant sur une zone

restreinte. Un temps de passage très court de la flamme sur la zone à traiter fait fondre le matériau sans le faire brûler. En refroidissant, le matériau fondu forme une surface parfaitement lisse. Si l'usinage a été fait avec des outils donnant des tranches bien régulières, le passage à la flamme permet d'obtenir des surfaces polies et brillantes. Sinon, les bords doivent être poncés au préalable.

Le polissage à la flamme est une technique très rapide mais qui nécessite quelques précautions.

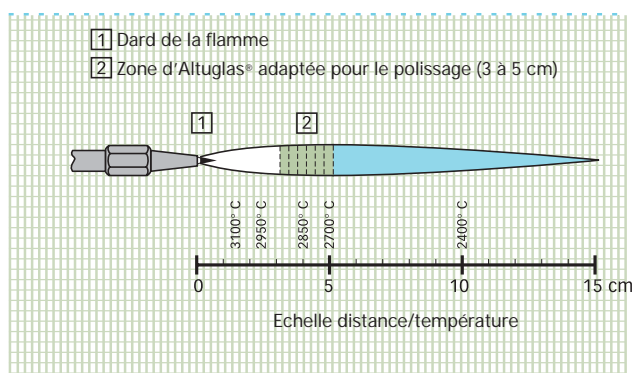
Les surfaces à polir doivent être parfaitement propres et exemptes de toute pollution. Eviter notamment de toucher la surface de la plaque avec les doigts.

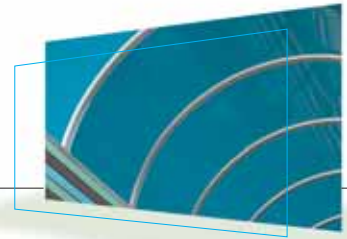
Cette technique n'est à utiliser qu'avec des pièces colorées transparentes ou translucides. Un test préalable doit être effectué avant de l'appliquer sur des pièces colorées ou diffusant la lumière.

Le matériel le plus fréquemment utilisé est le chalumeau oxyacétylénique, avec une température de flamme comprise entre 2 700 et 2 900 °C. La flamme doit être réglée avec un excédent d'oxygène (flamme oxydante).

Enfin, cette méthode entraîne de très importantes contraintes sur le matériau, qui doivent être relâchées au moyen d'un recuit avant la peinture, la sérigraphie ou le collage.

Polissage à la flamme à l'aide d'un chalumeau oxyacétylénique





SÉCURITÉ

Dans certains des procédés de formage décrits ci-dessous, la plaque chaude est étirée par aspiration ou par la pression d'air, avec une face toujours exposée à l'atmosphère. Bien que très improbable, la rupture soudaine d'une plaque pendant le formage peut être dangereuse pour le personnel. Des dispositifs de sécurité doivent être installés de manière à empêcher l'éjection de particules, qui peuvent être assez coupantes.

INFORMATIONS PRELIMINAIRES

Le thermoformage est composé de trois étapes : le chauffage, le formage et le refroidissement.

Une phase d'étuve (préchauffage) peut être nécessaire pour éliminer l'humidité de la plaque.

Une fois chauffé à la bonne température (en fonction du type de plaque), Altuglas® devient mou et caoutchouteux. Le produit peut alors prendre toutes sortes de formes grâce à des moules appropriés. Il retrouve alors sa rigidité initiale en refroidissant, tout en conservant sa nouvelle forme.

Différences entre Altuglas® CN et Altuglas® EX

Si une pièce d'Altuglas® CN ne prend pas exactement la forme voulue, elle peut être re-chauffée et corrigée ou réutilisée.

Cela n'est possible avec Altuglas® EX que si le produit n'a pas été étiré.

Thermoformage et film de protection

Pour Altuglas® CN : il est essentiel de retirer le film de protection avant le chauffage et le thermoformage.

Pour Altuglas® EX, cette précaution est inutile, pourvu que les conditions suivantes soient satisfaites :

Le film doit être exempt de tout défaut de surface (trous d'épingle, éraflures, bulles, etc.), ces derniers risquant de générer des marques au niveau de la pièce.

Le film ne doit pas être en contact avec les parois de l'étuve.

ÉTUVÉ (PRÉCHAUFFAGE)

La phase d'étuve permet d'éliminer l'humidité contenue par les plaques. Les plaques sont placées dans un four ventilé, à une température comprise entre 75° et 80 °C, pendant une à deux heures par mm d'épaisseur.

Il est préférable de séparer les plaques les unes des autres, afin de faciliter la circulation de l'air chaud et d'évacuer rapidement l'humidité des plaques.

ÉQUIPEMENT DE CHAUFFAGE

Après l'étuve (si nécessaire), les plaques peuvent être chauffées au moyen d'un des deux procédés industriels suivants :

Etuve à circulation d'air chaud

Il s'agit du seul mode de chauffage acceptable pour les pièces requérant de bonnes propriétés optiques. La température peut être contrôlée avec précision et les plaques Altuglas® CN peuvent être maintenues à température en attendant leur thermoformage. Les plaques Altuglas® EX demandent une durée de chauffage plus courte et un temps d'attente réduit au minimum. Altuglas® EX se refroidit également plus vite qu'Altuglas® CN.

Chauffage par rayonnement infrarouge

Ce mode de chauffage présente une faible inertie thermique : le temps de réchauffage est donc court.

- Utilisé pour le thermoformage, il offre une productivité élevée, un fonctionnement automatisé et peu de coûts de main-d'oeuvre. Toutefois, l'investissement est élevé.

- Utilisé pour l'étuve (préchauffage), le coût est faible mais le contrôle de la température est plus difficile et le chauffage doit être réalisé en deux fois pour des épaisseurs ≥ 5 mm.