

MANUEL TECHNIQUE

NUDEC PET®



NUDEC, S.A.
Pintor Vila Cinca 24 – 28
POLINYÀ (Barcelone)
Espagne

Tél:- +34 93 713 2700
Fax:- +34 93 713 1936
Email:- nudec@nudec.es

1. TABLE DES MATIÈRES

1. Liste des Feuilles de Renseignements
2. Introduction
3. Caractéristiques du NudecPET®
4. Gamme de Produits
5. Caractéristiques Particulières
6. Thermoformage (1)
7. Thermoformage (2)
8. Directives sur le Thermoformage
9. Fabrication (Usinage)
10. Fabrication (Sciage - 1)
11. Fabrication (Sciage - 2)
12. Fabrication (Usinage/Polissage/Cintrage)
13. Impression
14. Encres d'impression
15. Finition et Montage (Assemblage/Adhésifs)
16. Finition et Montage (Adhésifs)
17. Édification et Construction
18. Résistance Chimique
19. Résistance aux Intempéries
20. Inflammabilité
21. Comportement Thermique
22. Aspects Environnementaux
23. Réponses aux Questions sur l'Environnement
24. Stockage et Transport

2. INTRODUCTION

Avant-propos

NudecPET® est une feuille plastique solide et amorphe que l'on peut fabriquer sous une forme transparente, translucide ou colorée. Il est constitué par du téréphtalate de polyéthylène (PET), un polyester thermoplastique. Ce plastique est très connu parce qu'on l'utilise pour le conditionnement des aliments (bouteilles de PET-soda) et comme fibre pour les vêtements et les bandes vidéo et audio.

Certaines innovations du processus permettent à présent d'extruder ce matériau sous forme de feuilles de 1 à 8 mm d'épaisseur ayant à la fois de bonnes propriétés mécaniques et optiques. Cette combinaison unique des propriétés du NudecPET® comprend une excellente résistance au feu et aux chocs, le respect des spécifications de la FDA/BGA sur le contact avec les aliments ainsi que la possibilité d'utiliser toutes les feuilles usées dans les installations de recyclage de PET.

Ce manuel technique décrit les différentes propriétés du NudecPET®, donne des détails sur les méthodes d'essai et en explique les résultats. Les essais sont en général exécutés conformément aux méthodes ISO, mais en se référant également aux normes d'essais DIN, ASTM ou BS correspondantes chaque fois que cela est nécessaire. De plus, différentes méthodes sont suggérées pour le formage et la fabrication d'articles en utilisant du NudecPET®.

Le produit

Depuis leur découverte en 1941, les propriétés des polymères PET ont été acceptées dans l'industrie des fibres, de l'emballage et l'ingénierie en raison de leurs excellentes performances. Les produits NudecPET® en feuilles sont fabriqués à partir d'un polymère PET thermoplastique cristallisable dont les excellentes caractéristiques, offrant une large variété de composants ont permis d'obtenir une gamme impressionnante de propriétés bien adaptées à la fabrication de nombreux composants d'ingénierie de précision transparents ou colorés dont le formage est rapide, résistants à la chaleur et des articles commerciaux de grande qualité.

Depuis leur introduction sur le marché, les feuilles de NudecPET® ont été testées avec succès dans des applications aussi diverses que les vitrages de sécurité, les présentoirs, les composants automobiles, les cabines téléphoniques, les aéronefs, les enseignes lumineuses, les lucarnes et protections de machines.

Gamme de produits

Les feuilles de NudecPET® sont disponibles dans une large gamme d'épaisseurs, dimensions et dans des couleurs soit translucides, soit opaques. Grâce à la diversité du processus de production, il est possible de fabriquer des produits sur mesure de manière à satisfaire les besoins d'un client déterminé.

Pour davantage de renseignements sur la gamme complète des produits NudecPET® ainsi que l'adresse de votre stockiste le plus proche, veuillez contacter Nudec S.A.:-

Nudec S.A.
Pintor Vila Cinca 24 - 28,
08213 POLINYÀ (Barcelone),
Espagne.

Tél:- +34 93 713 2700
Fax:- +34 93 713 1936
email:- nudec@nudec.es
Web: <http://www.nudec.es>

3. CARACTÉRISTIQUES DE NUDEC PET®

Techniques

- Excellentes résistance et rigidité aux chocs.
- Durée ultra-courte des cycles de formage et bon comportement à l'emboutissage avec une épaisseur uniforme des parois.
- Conçu pour son utilisation à l'extérieur; NudecPET®uv est couvert par une garantie de 10 ans contre les intempéries.
- Il n'est pas nécessaire de faire sécher les feuilles avant le formage.
- Gamme étendue de températures de service, (-20°C to +60°C).
- Excellente résistance aux rayures et aux éraflures.
- Peut être formé à froid pour obtenir des parties cintrées et des articulations.
- Inertie; excellente résistance aux produits chimiques, solvants, détergents, huile et graisses, etc.
- Résistance élevée aux fissures et aux craquelures occasionnées par les tensions.
- Indiqué pour le contact avec les aliments et les applications médicales (sauf les produits stabilisés aux UV).
- Adapté à la stérilisation aux rayons gamma.

Commerciales

- Économique; on peut utiliser souvent des dimensions plus réduites.
- Ses cycles courts garantissent une productivité élevée lors des opérations de formage.
- Agréable au point de vue esthétique, brillant élevé, très transparent et très uniforme au point de vue couleur, impression et décoration faciles sans pré-traitement.
- Les performances techniques offrent deau beaucoup de possibilités
- Complètement recyclable.

Environnementales

- Bonne résistance au feu; ne supporte pas la combustion; B1 (Allemagne), 1Y (Grande-Bretagne), M2 (France), Classe 1 (Italie); gouttes non combustibles sans additifs d'inhibition de la flamme.
- Les produits de combustion sont uniquement du CO₂ et du H₂O; pas d'émissions toxiques.
- Tous les déchets de feuilles résultant de la fabrication peuvent être entièrement recyclés sur place et tous les déchets des clients peuvent être recyclés à 100% en utilisant les systèmes existants de recyclage.

Ces renseignements sont basés sur nos connaissances actuelles et ne peuvent servir de renseignements généraux sur nos produits et leurs utilisations. Ils ne doivent donc pas être considérés comme une garantie des propriétés spécifiques des produits décrits ou de leur adaptabilité à une application particulière.

4. GAMME DE PRODUITS

Gamme de qualités

Les feuilles NuddecPET® se présentent en trois qualités de base - NuddecPET® 00 pour les applications à plat des feuilles, la fabrication ou le thermoformage simple et NuddecPET® 01 qui a été mis au point pour répondre au besoin des clients d'un produit plus adaptable pouvant être formé sur certains équipements de formage moins avancés. NuddecPET® 01 est également utile dans les applications critiques de formage exigeant un matériau plus facile à traiter. Nuddec PET® 02 devrait s'utiliser dans les applications le plus critiques et problématiques de formage

NuddecPET® 00, NuddecPET®01 et Nuddec PET® 02 sont disponibles sous une forme stabilisée aux rayons UV. Veuillez contacter Nuddec S.A. pour tous renseignements complémentaires.

Dimensions standard des feuilles

Le NuddecPET® 01 est disponible comme standard dans la gamme de dimensions et épaisseurs indiqué sur le tableau. NuddecPET00 est disponible dans les mêmes dimensions de feuille mais uniquement jusqu'à une épaisseur de 3,00mm. NuddecPET02 est uniquement disponible comme standard dans la grande dimension et en épaisseur 8mm.

Ces trois produits peuvent être fournis dans de dimensions et des épaisseurs de feuille sur mesure.

	DIMENSION (mm)	ÉPAISSEUR							
		1.0mm	1.5mm	2.0mm	3.0mm	4.0mm	5.0mm	6.0mm	8.0mm
NuddecPET® 00	3050 x 2050	✓	✓	✓	✓				
NuddecPET® 01	3050 x 2050					✓	✓	✓	
NuddecPET® 02	3050 x 2050								✓

Tolérances sur les dimensions

Les produits en feuille NuddecPET® sont fournis avec les tolérances suivantes au point de vue dimensions:

Épaisseur des feuilles: $\pm 10\%$ de l'épaisseur nominale pour les feuilles de 2,5 mm d'épaisseur et moins
 $\pm 5\%$ de l'épaisseur nominale pour les feuilles d'une épaisseur supérieure à 2,5 mm

Longueur des feuilles: $\pm 2\text{mm}$

Largeur des feuilles: $\pm 1\text{mm}$

Teintes et Couleurs

NuddecPET® est disponible dans une gamme limitée de couleurs standard : blanc opaque (solide) et translucides (teintées) y compris en opale et bronze. D'autres couleurs peuvent être fabriquées sur commande. Veuillez contacter Nuddec S.A. pour tous renseignements complémentaires.

Produits NuddecPET® à performances renforcées

La gamme NuddecPET® de produits comprend également des produits en feuilles stabilisés aux rayons UV, à surface à motifs et anti-reflets. Pour tous renseignements complémentaires sur la disponibilité de ces produits, veuillez contacter Nuddec S.A.

Stockiste des produits

Pour tous renseignements sur le Stockiste NuddecPET® le plus proche de chez vous, veuillez contacter Nuddec S.A.

5. CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

PROPRIÉTÉS	TEST STANDARD	UNITÉS	VALEUR
Température de Fusion (T_m)		°C	245-249
Temp. de Transition Verre/Caoutchouc (T_g)		°C	80
Densité		g.cc ⁻¹	1.34
Transmission de la Lumière	ASTM D1003	%	89
Dureté Rockwell	ISO 2039-2	R Scale	115
Temp. Caractéristique de Thermoformage		°C	135
Température Vicat de Ramollissement	BS 2782 Method 120A	°C	75
Température de Dispersion de la Chaleur	ISO 75:1987 @ 1.80 MPa	°C	69
	ISO 75: 1987 @ 0.45 MPa	°C	73
Taux d'Inflammabilité	USA UL94		V2
	Allemagne DIN 4102-1		B1
	Grande-Bretagne BS 476: Part 7		1Y
	France NFP 92-501		M2
	Italie UNI 9177		1
Indice d'oxygène		%	24
Résistance à la Traction à la Rupture	ISO R527	MPa	25
Résistance à la Traction à la Déformation	ISO R527	MPa	57
Allongement à la Déformation	ASTM D638 @ 2"/min	%	4.5
Allongement à la Rupture	ASTM D638	%	Sans rupture
Module de Flexion	ISO 178	MPa	2400
Résistance à la Flexion	ISO 178	MPa	88
Izod avec Entaille	ISO 180 @ 23°C	KJ/M ²	4.7
Izod sans Entaille	ISO 180 @ 23°C	KJ/M ²	Sans rupture
Indice de Réfraction			1.576
Coefficient d'Expansion thermique linéaire	-40°C to 60°C	°K ⁻¹	<6 x 10 ⁻⁵

NOTE: Ce qui précède n'est qu'une indication sur les performances des feuilles NudacPET[®] telles que livrées au client et ne doit pas être considéré comme une garantie de leurs performances ou être utilisé pour des calculs de conception. Certaines valeurs des propriétés ci-dessus n'ont pas été mesurées par Nudac S.A. et ont été obtenues chez les fournisseurs de polymères. En outre, les propriétés d'un article manufacturé ou thermoformé peuvent être modifiées de manière importante en fonction de la conception de la pièce, des conditions opérationnelles et du niveau de la cristallisation pouvant s'être développée dans le matériau. Les propriétés physiques et la résistance chimique peuvent être considérablement améliorées si la feuille est étirée (orientée) comme c'est le cas dans un processus typique de thermoformage.

6. THERMOFORMAGE (1)

Introduction.

La feuille NudecPET® est fabriquée à partir d'un polyester cristallisable, c'est-à-dire que la structure moléculaire de la feuille, à l'intérieur de sa gamme caractéristique de températures de service, peut être amorphe ou semi-cristalline en fonction de l'historique de son traitement thermique. Étant donné que les propriétés de la feuille dépendent considérablement du niveau de cristallisation, il faut bien comprendre quels sont les paramètres du traitement des feuilles pouvant affecter leur développement.

La cristallisation peut se développer dans une feuille de NudecPET® si on maintient celle-ci dans des limites de température allant de 80° à 250°C (voir figure 1). Le taux maximal de développement de la cristallisation se produira à une température d'environ 160°C.

VITESSE DE CRISTALLISATION vs TEMPERATURE

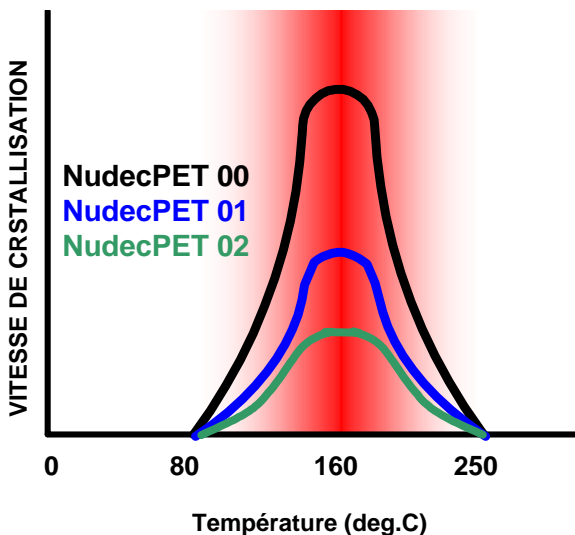


Figure 1

Étant donné que la température caractéristique de thermoformage de la feuille de NudecPET® est de l'ordre de 135°C, c'est-à-dire dans les limites de la gamme de températures de cristallisation, il faut que la feuille reste le moins de temps possible à cette température afin d'éviter qu'une cristallisation inacceptable se produise avant que le processus de thermoformage ait eu lieu.

Lorsque la feuille aura été amenée à la forme désirée, on peut soit la refroidir pour conserver son état amorphe, soit lui faire subir un traitement à chaud afin de développer le niveau de cristallisation désiré correspondant à une stabilité à température élevée.

Les Produits Amorphes

- peuvent être transparents,
- sont stables jusqu'à une température de 60°C,
- offrent une résistance élevée aux chocs,
- ont une bonne résistance chimique,

Les Produits Cristallins

- sont toujours opaques,
- sont stables jusqu'à +200°C,
- offrent une résistance moyenne aux chocs,
- ont une excellente résistance chimique,

Information Générale

La feuille NudecPET® possède des propriétés remarquables au point de vue thermoformage et peut reproduire les surfaces de moule les plus compliquées, même dans des conditions d'étirement prononcées.

Lorsque la feuille est étirée, sa structure moléculaire acquiert une certaine orientation et sa performance mécanique, déjà élevée, est substantiellement améliorée. De plus, lorsque la feuille est étirée, ses caractéristiques uniques de durcissement par déformation à froid auront pour conséquence une épaisseur de paroi beaucoup plus uniforme.

Les conditions de thermoformage dépendront de l'épaisseur des feuilles, de la profondeur d'étirement du moule et de la performance au point de vue stabilité de la température exigée par l'article thermoformé.

Si l'on doit thermoformer une feuille NudecPET® de couleur, il est fortement recommandé d'utiliser d'abord une feuille transparente pour l'optimisation initiale des conditions du processus, étant donné que cela permettra d'obtenir des indications visuelles instantanées en cas de température incorrecte, etc.

La feuille devient blanc opaque

- la feuille est surchauffée; réduire la température et le temps.

La feuille devient blanc perle

- la feuille n'est pas assez chauffée ou trop étirée.

La feuille reste transparente

- conditions de travail correctes.

Aucun séchage ou tout autre pré-traitement de la feuille n'est nécessaire avant le thermoformage.

7. THERMOFORMAGE (2)

Produits Amorphes

La feuille NudecPET[®] amorphe peut être thermoformée dans des moules de thermoformage à étirement prononcé comme ceux utilisés pour les feuilles de PS, HIPS, PMMA ou PC.

L'un des avantages spéciaux de la feuille NudecPET[®] est que sa contraction au moulage est uniforme et minimale par rapport à celle d'autres matériaux (typiquement 0,5% pour un produit amorphe et 2,0% pour un produit cristallin).

Si un article thermoformé doit posséder des caractéristiques amorphes, les conditions de thermoformage suivantes sont recommandées:

Faire chauffer la feuille rapidement à une température supérieure à 80°C (la température de transition verre/caoutchouc). Étant donné sa basse température de formage (normalement 135°C), le temps de chauffage d'une feuille de NudecPET[®] est habituellement un tiers du temps exigé par les matériaux en feuille concurrents, ce qui permet un accroissement spectaculaire de la productivité. La plupart des méthodes de chauffage des feuilles peuvent être utilisées avec le NudecPET[®], mais les éléments de chauffage du type "Quartz" ou céramique se sont avérés être particulièrement efficaces. Pour obtenir des résultats optimaux, la feuille doit être chauffée en utilisant à la fois des réchauffeurs supérieurs et inférieurs mais, pour un moulage peu profond ou des feuilles d'une épaisseur inférieure à 3 mm, le chauffage d'un seul côté seulement s'est avéré efficace. Les éléments de chauffage doivent être contrôlés adéquatement de manière à être toujours allumés, mais en contrôlant leur puissance.

Si une feuille transparente de NudecPET[®] est surchauffée ou reste trop longtemps à une température élevée, elle devient peu à peu opaque en raison de la cristallisation. À l'inverse, un chauffage inadéquat de la feuille provoquera un étirage à froid, spécialement dans les zones d'une grande profondeur d'étirage. Dans des conditions extrêmes, cela entraînera un effet de blanchiment perlé dû à la tension dans la feuille et un niveau de moulage insuffisant.

Lorsque la feuille aura atteint la température optimale, elle devra être thermoformée dans un moule à température contrôlée et refroidie au-dessous de 60°C avant son démoulage, afin de rester aussi peu de temps que possible à l'intérieur des limites de température de la cristallisation. Idéalement, il faudrait utiliser pour la fabrication du moule un matériau à bonne conductivité thermique, c'est-à-dire de l'aluminium, et le refroidir à l'eau afin de maintenir une température superficielle constante dans des limites de 10° à 50°C.

Pour une feuille d'épaisseur supérieure à 3 mm, il peut être avantageux de refroidir la surface supérieure de la feuille en y vaporisant de l'air ou un brouillard d'eau afin d'augmenter la vitesse de refroidissement de la feuille tant qu'elle reste en contact avec le moule.

Produits Cristallins

Pour obtenir un produit cristallin, stable à la chaleur, la feuille doit être chauffée de la même manière et à la même température que celles exigées pour un produit amorphe, c'est-à-dire chauffée uniquement jusqu'à ce qu'elle commence à montrer des signes de cristallisation. Elle devra être ensuite thermoformée dans un moule dont la surface sera maintenue à une température uniforme de 150° à 170°C jusqu'à ce que le niveau minimal nécessaire de cristallisation de 35% ait pu se développer dans le matériau. Le chauffage du moule peut être réalisé au moyen de cartouches électriques, de plaques de chauffage ou de préférence en faisant circuler de l'huile chaude dans le moule.

Le diagramme du déroulement du processus thermique optimal d'une feuille pour l'obtention des produits thermoformés soit amorphes, soit cristallins apparaît sur la Figure 2.

PROFIL DE TEMPÉRATURE DE LA FEUILLE

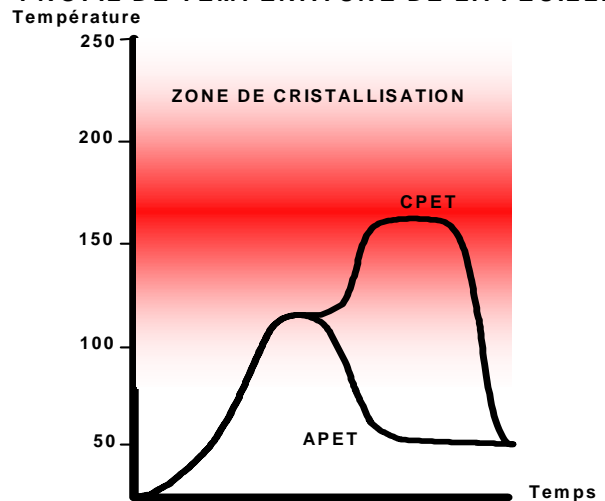


Figure 1

8. DIRECTIVES SUR LE THERMOFORMAGE

1. Il n'est pas nécessaire de faire sécher les feuilles de NuddecPET® avant leur utilisation.
2. Utiliser une feuille transparente avant de procéder à l'optimisation d'un processus car ainsi tout chauffage incorrect de la feuille sera instantanément visible, c'est-à-dire que:

La feuille devient blanche

- surchauffe de la feuille, réduire température/temps.

Moulage mal défini

- manque de chauffage ou trop d'étirement de la feuille.

La feuille reste transparente et donne un moulage bien défini - les conditions sont correctes.

3. On peut chauffer la feuille soit dans un four à air chaud, soit au moyen de panneaux de chauffage radiant. La feuille doit être chauffée aussi rapidement que possible, de préférence des deux côtés, jusqu'à ce qu'elle atteigne **une température de 130°C (266°F) à 145°C (293°F)** en fonction des exigences du processus. Néanmoins, si la feuille est chauffée trop rapidement, il s'y produit des défauts superficiels tels que marques de trous d'aiguille ou dépressions superficielles dûs à l'expansion thermique rapide de la surface de la feuille.
4. Lorsqu'on chauffe des feuilles de grande surface, il est normal que celles-ci s'affaissent au fur et à mesure qu'elles se réchauffent. Dans ce cas, il peut être nécessaire de leur fournir un support en utilisant de l'air comprimé. Cela peut être nécessaire lorsqu'on procède au formage de feuilles de grande surface de feuilles de NuddecPET®.

Ce qui suit est un guide des temps de chauffage nécessaires aux feuilles transparentes de NuddecPET®. Ces temps peuvent beaucoup varier en fonction de l'efficacité et du type de réchauffeurs. En outre, certaines couleurs de feuille absorbent la chaleur plus rapidement et d'autres réfléchissent la chaleur et tardent davantage à atteindre la température de formage. Par exemple, on a découvert que si on utilise une feuille blanche avec des éléments de chauffage en céramique, la feuille met environ de 10 à 15 secondes de moins à se réchauffer qu'une feuille transparente de la même épaisseur:

Épaisseur	four à air:	four à radiations:
2mm	- 3 min	- 25 to 30 sec
3mm	- 3½ min	- 35 to 40 sec
4mm	- 4½ min	- 55 to 60 sec
5mm	- 5 min	- 65 to 70 sec
6mm	- 5½ min	- 75 to 80 sec

5. Lorsque la feuille sera chaude, on pourra la former en utilisant un moule et les mêmes techniques que celles employées pour d'autres matériaux en feuille afin d'obtenir une répartition optimale de l'épaisseur des parois, c'est-à-dire en modifiant le profil de température de la feuille pendant qu'on la chauffe, en accélérant ou en ralentissant la vitesse de mise sous vide, en procédant à l'expansion de la feuille avant le moulage en soufflant sur la feuille de manière à lui donner la forme d'un dôme ou d'une bulle au moyen d'air comprimé, etc.

Pour obtenir une pièce amorphe:

La température superficielle du moule doit être maintenue à moins de 60°C (140°F). La pièce peut être séparée du moule dès que sa température est descendue au-dessous de 60°C (140°F).

Pour obtenir une pièce cristallisée:

La température superficielle du moule doit être maintenue à plus de 130°C (266°F) au minimum et de préférence à 160°C (320°F).

La pièce doit être moulée exactement comme s'il s'agissait d'une pièce amorphe, sauf que lorsque la feuille aura été introduite dans le moule, le vide devra être conservé pendant que le réchauffeur de la partie supérieure de la feuille est retourné sur le moule afin de cristalliser la surface supérieure de la feuille. Lorsque la pièce sera cristallisée, on pourra enlever le réchauffeur supérieur. Il faudra alors refroidir la partie supérieure de la pièce en utilisant des ventilateurs ou un brouillard d'eau avant de supprimer le vide et de démouler.

La température de démoulage du NuddecPET® cristallisé dépendra considérablement des dimensions et du poids de la pièce. La feuille peut conserver une certaine souplesse directement après le processus de moulage et avant qu'elle ait eu la possibilité de refroidir et de développer au maximum sa cristallisation. Il est donc recommandé d'utiliser un support ou tout autre dispositif pour supporter la pièce pendant qu'elle refroidit.

Au fur et à mesure que les cristallites se développent, la densité du matériau va augmenter et le volume de la pièce diminuer. En général, un niveau de 35% de cristallisation provoque un retrait d'environ 2% par rapport au retrait d'environ 0,4 à 0,6% d'une pièce amorphe.

Pour une feuille totalement amorphe, c'est-à-dire ayant une cristallisation de 0% (comme celles livrées par Nuddec S.A.), la densité est de 1,33 g/cm³. La densité de la feuille variera de manière directement proportionnelle à sa cristallisation, c'est-à-dire qu'à 100% de cristallisation, la densité sera de 1,45 g/cm³. Pour obtenir une bonne stabilité à la chaleur, la feuille doit avoir au minimum une cristallisation de 35% (ou une densité de 1,38 g/cm³). Cette variation de densité du matériau peut être utilisée pour mesurer son niveau de cristallisation.

Le passage de la structure moléculaire d'un état amorphe à un état cristallin est simplement un changement **physique**; le matériau ne se modifie en aucune manière sur le plan **chimique**. La seule manière de ramener du polyester cristallin à un état amorphe est de fondre le polymère.

En tant que guide permettant d'obtenir une pièce cristallisée, on trouvera ci-dessous des exemples sur le temps nécessaire à chaque étape d'un cycle de moulage d'une feuille de 5 mm:

temps de chauffage de la feuille (5mm):	75 secondes
temps dans le moule avec un réchauffeur supérieur:	180 secondes
temps de refroidissement avec des ventilateurs:	30 secondes
durée totale du cycle:	300 secondes

9. FABRICATION (Usinage)

Usinage

La feuille NudecPET® peut être usinée avec la plupart des outils utilisés pour l'usinage du bois ou du métal. Utiliser des vitesses d'outil basses de façon à ce que la feuille ne se ramollisse ou ne fonde pas à cause du réchauffage résultant de la friction. En général, c'est la vitesse la plus élevée à laquelle la surchauffe de l'outil ou de la feuille ne se produira pas encore qui donnera les meilleurs résultats. Il faut absolument que les outils de coupe soit toujours bien affûtés. Des outils durs, résistants à l'usure avec des tolérances de coupe plus élevées que celles utilisées pour usiner le métal sont indiqués. Les outils à grande vitesse ou à pointes de carbone sont efficaces et économiques, tout particulièrement pour les grandes séries. Étant donné que le plastique est un mauvais conducteur de la chaleur, la chaleur générée par les opérations d'usinage doit être absorbée par les outils ou éliminée par un liquide de refroidissement. Un jet d'air dirigé directement vers le bord de coupe contribue à refroidir l'outil ainsi qu'à enlever les copeaux. On peut également utiliser de l'huile, de l'eau savonneuse et de l'eau pure pour refroidir et obtenir une coupe lisse.

Perçage

Il existe des forets pour le plastique dont nous recommandons l'utilisation. Toutefois, un foret hélicoïdal conçu pour le métal ou le bois donne souvent de bons résultats. Les forets hélicoïdaux pour le plastique doivent comporter deux cannelures, une pointe dont l'angle ira de 60 à 90° et un dégagement de l'arête de 12 à 18°. Des cannelures larges, bien polies, expulseront les copeaux en exerçant peu de friction et permettront donc d'éviter toute surchauffe. Des forets avec un dégagement important sur le fil des cannelures permettront d'obtenir des trous plus lisses. Ces forets devront être souvent ressorties afin de libérer les copeaux, surtout lorsqu'on perce des trous profonds. La vitesse périphérique des forets hélicoïdaux pour le plastique est en général de 30 à 60m/mn. La vitesse d'entrée du foret à l'intérieur de la feuille peut aller de 0,25 à 0,65 mm/tr. Les forets pour le métal exigent des vitesses de rotation et des vitesses d'alimentation beaucoup plus basses si on veut percer des trous bien nets.

NOTE: Pendant le perçage, tenir ou fixer fermement la pièce afin d'éviter qu'elle glisse et entraîne un risque d'accident pour l'opérateur.

Filetage

Les tarauds conventionnelles à 4 filets peuvent être utilisées pour découper des filetages internes. Néanmoins, ces broches ont une tendance à générer une chaleur considérable pendant l'opération de filetage. Une taraud grande vitesse à deux filets permet d'obtenir une durée d'utilisation plus grande et une plus grande vitesse de filetage que les broches conventionnelles. Les tarauds à 2 filets permet plus d'espace pour le dégagement des copeaux. Les filets doivent être affûtés de manière à ce que les deux arêtes coupent simultanément. Ces arêtes de coupe doivent être inclinées à 85° par rapport à l'axe, ce qui donne une inclinaison négative de 5° sur la face avant des sillons, de manière à ce que le taraud ne fléchisse pas dans le trou quand on veut l'extraire.

Détourage

Le NudecPET® peut être usiné de manière satisfaisante avec les lames d'une détoureuse standard ultrarapide, à condition que ces lames soient bien affûtées et présentent un dégagement suffisant au talon. On peut obtenir une excellente surface en utilisant une broche de Ø 15 mm à 500 trs/mn avec une course de 125mm/mn.

Le détourage convient à de nombreuses applications telles que la rectification des trous et la découpe pour la gravure. On peut également l'utiliser pour le polissage et la finition des bords. Avec un refroidissement adéquat et des vitesses de rotation basses (5.000 trs/mn), on peut obtenir d'excellents résultats même avec des productions élevées. La texture de la surface est mate et lisse. Un bon refroidissement est nécessaire afin d'éviter toute fusion du matériau.

Les détoureuses comportant des lames rectilignes à deux canaux bien affûtées permettent d'obtenir des découpes d'une excellente finition. On les utilise pour l'ébarbage des pièces planes ou d'une forme spéciale lorsque leur bord est trop grand ou d'une forme trop bizarre pour qu'on puisse utiliser une scie à ruban ou lorsque une coupe très lisse est nécessaire. La feuille doit être alimentée lentement à la détoureuse afin d'éviter toute friction excessive et des supports doivent être prévus afin de guider la détoureuse ou la feuille de plastique selon que l'on déplace l'une ou l'autre.

Sciage

N'importe quel type de scie utilisé habituellement pour le bois ou le métal est adéquat: scies circulaires, scies à ruban, scies alternatives, scies à métaux ou scies à main. Parmi celles-ci, les scies circulaires et les scies à ruban donnent généralement une meilleure surface et on peut les utiliser pour la plupart des opérations de sciage.

La conception de la lame de scie joue un rôle important en ce qui concerne le bon sciage des plastiques. Les lames de scies à ruban doivent comporter des dents avoyées convenant à n'importe quel type de sciage mais, pour les découpes courbes, les lames doivent être plus étroites et avoir davantage de voies que celles exigées pour les coupes rectilignes. La lame doit être suffisamment souple pour permettre l'affûtage et doit toujours être bien affûtée afin d'éviter toute fusion ou d'écailler le plastique. Le guide-lame doit être placé aussi près que possible du matériau découpé.

Pour les coupes rectilignes, une scie circulaire est préférable parce qu'elle donne une découpe plus lisse. Une lame de scie perforée s'échauffera moins en tournant qu'une lame compacte. Il est essentiel que le roulement de l'axe d'une scie circulaire soit bien serré afin que la scie tourne correctement. La scie doit être cruesée en épaisseur avec des dents n'ayant aucune voie. Les lames à pointes de carbure, ainsi qu'un polissage des faces de la lame de scie, donnent les meilleurs résultats.

Pour obtenir les meilleurs résultats, suivre les directives suivantes:

- Ne pas ôter le film protecteur afin d'éviter d'endommager la surface.
- La feuille doit être bien fixée afin d'éviter des vibrations qui pourraient provoquer des éclats ou des bords irréguliers.
- Pour obtenir de bons résultats, utiliser des vitesses de coupe basses ou moyennes.
- Éliminer les copeaux et la poussière de sciage à l'air comprimé.

Plusieurs types de lames ont été essayés et une recommandation se basant sur le poli et l'apparence générale de la coupe a été rédigée. Le Tableau 1 contient la liste des lames de scie.

Table 1 – Recommandations pour la découpe

TYPE DE COUPE	MACHINE OU OUTIL	TYPE DE LAME	DIMENSIONS DES LAMES	VITESSE DE LA LAME
Coupe rectiligne	Scie circulaire	Lame à pointes de carbure pour contreplaqué	Dents à pas de 2-5 mm	1,500 – 2,500 m/mn
	Scie à ruban	12.5mm	Dents à pas de 2-3 mm	1,000 – 1,500 m/mn
	Scie alternative	Lame de coupe de finition	Dents à pas de 3-4 mm	
Finition	Scie à main	Lame à tronçonner	Pas de 8 ou 10	
	Détoureuse	En spirale à double canal, à pointes de carbure	10 mm de diamètre	23,000 trs/mn

NOTE: Pendant le sciage, veiller à tenir ou fixer fermement la pièce afin de l'empêcher de vibrer, ce qui peut endommager la feuille.

10. FABRICATION (Découpe à la scie - 1)

RECOMMANDATIONS POUR LA DÉCOUPE DU NudecPET® AVEC DES SCIES CIRCULAIRES

1. DISQUE

a. **Diamètre:** 350 - 450 mm.

Des diamètres plus grands permettent d'obtenir de meilleures performances.

b. **Nombre de dents:** 84 - 120.

Plus le diamètre de la lame est grand, plus elle a de dents. Un trop petit nombre de dents peut provoquer une coupe irrégulière.

c. **Vitesse variable:** 2,800 - 5,000 trs/mn

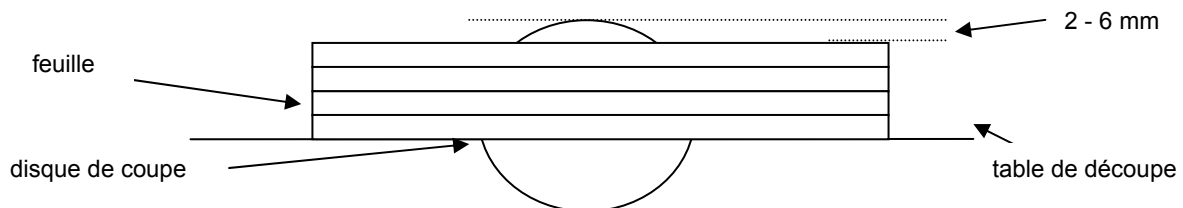
Une vitesse trop lente peut provoquer une coupe irrégulière.

d. **Vitesse d'avance variable:** 5 - 25 m/mn

1) Si des bavures apparaissent à cause de la friction ou de l'échauffement, augmenter progressivement la vitesse d'avance. Si elles continuent à apparaître à la vitesse d'avance maximale, réduire la vitesse.

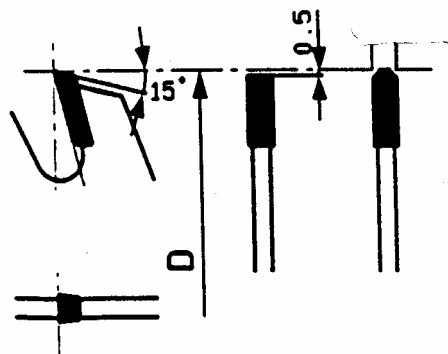
2) Si la vitesse d'avance est trop élevée, la coupe ne s'effectue pas bien, le bord est irrégulier et présente des sillons.

e. **Le disque de coupe doit dépasser de 2 à 6 mm la partie supérieure de la feuille en cours de sciage.**



2. TYPES DE DENTS

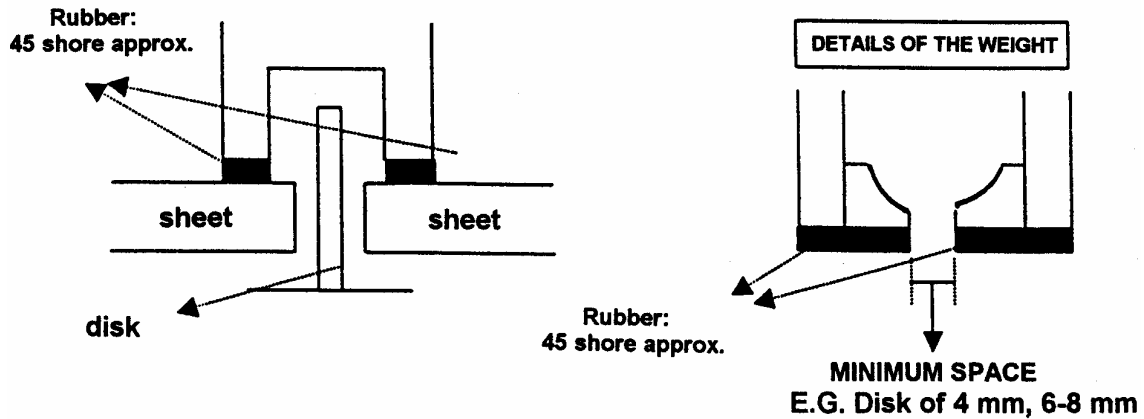
Type trapézoïdal plat:



11. FABRICATION (Découpe à la scie - 2)

3. OBSERVATIONS

- a. Il faut absolument que les feuilles à découper soient bien fixées de manière à ce qu'elles ne se soulèvent pas lorsque la scie passe. Nous recommandons d'utiliser un poids double avec une base en caoutchouc ou similaire afin d'absorber les vibrations provoquées par le disque. Voir le dessin:



- b. **La table de découpe doit présenter une ouverture laissant le moins d'espace possible avec le disque.**
Par exemple, pour un disque de 4 mm, l'ouverture idéale est de 6-8 mm.
- c. **La table de découpe doit être aussi plane que possible.**
Si la scie a des serre-joints, les rainures/guides doivent être aussi peu profondes que possible afin d'éviter des vibrations excessives.
- d. **Lorsqu'on découpe en même temps plusieurs feuilles empilées dont l'épaisseur totale est supérieure à 10-15 mm, il est recommandé de refroidir le disque à l'air comprimé.**
- e. **On obtient la meilleure coupe en utilisant un disque d'incision.**
Ce disque permet d'éviter que la première feuille du paquet (celle qui touche la table) se rompe ou se fendille.
Ce disque doit toujours être en métal dur et légèrement plus large que le disque de coupe.
Nombre de dents: environ 54.
- f. **On peut éviter la rupture des angles en utilisant un disque de préformage.**
Ce disque empêche les coins de se casser à cause de la vitesse d'avance lors de l'extraction du disque de coupe.

NOTE:

Toutes les recommandations techniques sont données de bonne foi mais ne constituent aucune garantie légale. L'application, l'utilisation et la maintenance de ces produits échappent à notre contrôle et par conséquent à notre responsabilité. En cas de réclamation concernant des dommages occasionnés, la réclamation sera limitée à la valeur des marchandises que nous avons livrées et que vous avez utilisées.

12. FABRICATION (Usinage/Polissage/Cintrage)

Cisaillement, matricage et poinçonnage

Le cisaillement, le matricage et le poinçonnage sont également des méthodes valables pour la découpe du NuddecPET®. Le cisaillement donne des coupes à bords rectilignes; les matrices d'estampation permettent des formes allant de petits cercles aux pare-brises de motocyclette et le poinçonnage permet d'obtenir des trous d'à peu près n'importe quelle forme.

On peut utiliser avec succès pour le découpage des cisailles à métaux pour le découpage de n'importe quelle épaisseur de feuille. Les ciseaux à carton laissent généralement quelques écailles et des bords irréguliers. On peut utiliser des poinçons lorsqu'un bord un peu irrégulier suffit. On utilise normalement des poinçonneuses motorisées pour perforer des trous ou des rectangles supérieurs à 6 x 50 mm et des poinçonneuses manuelles pour perforer des petits trous dans des feuilles minces. Si des craquelures ou des écailles apparaissent, il faudra réchauffer la feuille à 35-40°C avant de la perforer. Il faut parfois prévoir un retrait après le refroidissement. Les trous perforés dans des feuilles réchauffées ont tendance à présenter des bords plus lisses que les trous perforés dans des feuilles à la température ambiante. On peut découper les feuilles de manière satisfaisante avec du feuillard, qui est du ruban en acier de 0,8 à 2,5 mm d'épaisseur et 12 mm de largeur, affûté sur l'un des bords. Il est en général monté dans des fentes d'une forme adéquate découpées dans du contreplaqué ou des blocs de bois massifs. Ces matrices sont relativement bon marché, mais il faut remplacer ou affûter la règle assez fréquemment.

Découpage au laser

Le NuddecPET® peut être découpé au laser. L'optimisation simultanée de la puissance du laser et de la vitesse de déplacement est nécessaire afin de minimiser la cristallisation du matériau.

Finition des bords

Le bord d'une feuille, après sa découpe à la scie, peut être plutôt irrégulier. Pour certaines applications, il peut être important d'avoir un bord lisse et agréable à la vue. Un bord lisse peut de plus limiter tout risque de propagation des craquelures pendant le chargement dynamique. On trouvera ci-dessous un choix de finitions des bords. On peut utiliser des outils courants dans le travail du bois et du plastique.

Polissage à la laine d'acier

Le polissage à la laine d'acier permet d'obtenir un bord comparable à un bord fraisé. Étant donné qu'il s'agit d'une méthode manuelle, elle n'est pratique que pour les petites surfaces.

Sablage

NuddecPET® peut être sablé à sec et en humide. Dans les deux cas, il faudra procéder à une finition supplémentaire avec un pistolet à air chaud pour récupérer le brillant de la feuille.

La finition du bord obtenue en sablant avec un papier de niveau 600 est similaire à celle obtenue par fraisage. Un papier plus fin améliorera encore plus l'aspect. On peut obtenir des bords transparents en utilisant du papier niveau 1200 ou supérieur et une clarté remarquable avec du papier niveau 2400. Il est conseillé de procéder au refroidissement pendant le sablage.

Rabotage

On peut obtenir des résultats rapides et simples avec des raboteuses standard pour le travail du bois. On peut également utiliser des raboteuses électriques avec beaucoup de prudence, il faut s'assurer que la vitesse de rotation de la lame est peu élevée et d'éviter ainsi toute fusion de la surface pouvant affecter l'aspect

du bord. On obtient les meilleurs résultats en utilisant une profondeur de rabotage réduite.

Polissage à l'aide d'un pistolet à air chaud

Après le fraisage ou le rabotage, on peut polir rapidement et facilement les bords avec un pistolet à air chaud. Le film de protection doit être enlevé afin de libérer une largeur de 1,5 à 2 cm à partir du bord. A ce moment-là, il faudra enlever avec soin 1 cm avec une lame bien aiguisée. Cela permet d'éviter que le film fonde dans la feuille pendant le processus de polissage. Il faudra déplacer lentement le pistolet le long du bord en conservant une distance constante entre le bec et le bord. Le résultat dépendra de la température et de la distance entre le pistolet et le bord de la feuille. Le bord deviendra brillant et transparent. Si le bord devient blanc, cela signifie qu'on a provoqué la cristallisation du matériau. On peut l'éviter en augmentant la distance du pistolet, en baissant la température ou en combinant ces deux méthodes.

Polissage au chalumeau

Le polissage au chalumeau est similaire au polissage avec un pistolet à air chaud. Il faudra enlever le film comme décrit ci-dessus. Il faudra ici aussi traiter le bord de manière à éviter tout signe de cristallisation. On peut utiliser un chalumeau standard au butane à petit bec. Étant donné que la température du chalumeau à gaz est plus élevée que la température du pistolet à air chaud, le brûleur doit être déplacé le long du bord à une vitesse plus élevée. Les chalumeaux à hydrogène ou acétylène à haute température ne sont pas recommandés.

Rabotage avec une lame diamantée

Les bords découpés de façon standard peuvent être lissés et polis en une seule opération grâce à un rabotage à la lame diamantée. Avec ce type de rabotage, on peut obtenir des bords biseautés ou rabotés. Pour obtenir ces surfaces de haute qualité, le matériau doit être fermement fixé et guidé avec précision afin d'éviter les vibrations. Ce procédé permet d'obtenir une surface très transparente et très brillante offrant d'excellentes qualités optiques.

Pliage à froid

On peut plier en formes simples des feuilles ayant jusqu'à 3 mm d'épaisseur sans les réchauffer; le degré de pliage dépend de l'épaisseur de la feuille. On peut par exemple plier une feuille de 3 mm à 90° en utilisant une plieuse de tôle conventionnelle.

Pliage à chaud

On peut obtenir le pliage de la feuille sur un petit rayon en chauffant la feuille simultanément des deux côtés, en utilisant des éléments de chauffage en bandes électriques simples et en plier la feuille rapidement jusqu'à obtenir le pliage désiré le long de la ligne de chauffage. Étant donné que NuddecPET® se refroidit rapidement, le pliage doit également se faire rapidement. Ce refroidissement rapide permet également d'utiliser presque immédiatement la pièce formée et il est inutile de la maintenir dans la position de pliage plus de quelques secondes. Si le pliage à chaud se fait à une température trop basse, des tensions internes se créeront à l'intérieur de la feuille avec comme résultat une pièce cassante. La température de pliage à chaud devra être supérieure à 110°C afin de réduire les tensions internes. Les réchauffeurs en bande sont disponibles dans le commerce ou peuvent être facilement fabriqués en utilisant du conducteur pour résistance ou un élément de chauffage tubulaire en métal avec un montage simple.

13. IMPRESSION

Impression

NudecPET® peut être facilement imprimé grâce aux techniques d'imprimerie les plus conventionnelles telles que l'écran de soie ou l'impression tampo. La gravure à chaud de feuilles et la métallisation de la surface ont également été utilisés avec de bons résultats. Par suite de la basse température de thermoformage de NudecPET®, il est également possible d'imprimer la feuille à plat avant le processus de formage.

Par suite de l'excellente résistance chimique et aux solvants du NudecPET®, certains systèmes encres peuvent difficilement obtenir un bon lien avec la surface de la feuille. Les encres d'imprimerie suivantes sont adéquate pour l'impression du NudecPET®. Cependant, Nudec S.A. ne fabrique pas d'encres d'imprimerie et par conséquent l'utilisateur devra toujours consulter le fournisseur d'encre pour toutes recommandations détaillées d'utilisation de ses produits.

Comme pour d'autres matériaux plastiques, des encres spéciales d'imprimerie sont habituellement nécessaires étant donné que l'encre ne pénètre pas dans le plastique comme elle le fait dans le papier et le tissu. Étant donné que le plastique n'absorbe pas l'encre, il peut être sujet à l'abrasion. Cependant, on peut réduire celui-ci en appliquant une légère couche de laque transparente sur l'impression.

Chaque application peut exiger un type d'encre différent et par conséquent, les fabricants d'encre préfèrent en général tenir compte de chaque application séparément afin de déterminer quelle sera la meilleure encre dans chaque cas. On trouvera ci-après une liste des encres d'imprimerie couramment utilisées ainsi que de leurs fournisseurs. En général, les encres utilisées sur du film PET orienté devraient donner de bons résultats sur NudecPET®. On a découvert que la plupart des diluants les plus courants étaient compatibles avec NudecPET®, à l'exception du méthyl éthyl cétone (MEK), l'acétone ou le benzène; cependant, nous recommandons fortement de se faire conseiller par le fournisseur d'encre.

Indications utiles pour l'impression de NudecPET®

- Le film protecteur doit être enlevé immédiatement avant l'impression.
- Pour enlever la saleté ou les particules sans rayer la surface, n'utiliser qu'un chiffon doux ou une peau humide.
- Utiliser les systèmes d'encre et les diluants recommandés.
- Procéder à un essai préliminaire avec les encres afin de confirmer les résultats.
- Ne pas mélanger les systèmes d'encres.

Eviter le méthyl éthyle cétone, l'acétone, le benzène et tous les autres solvants similaires. Veillez à bien ventiler la zone de travail pendant le processus de séchage.

14. ENCRE S D'IMPRIMERIE

Fournisseurs d'encre d'imprimerie

Les encres d'imprimerie suivantes sont adéquate pour l'impression du NudecPET®. Cependant, Nudec S.A. ne fabrique pas d'encres d'imprimerie et par conséquent l'utilisateur devra toujours consulter le fournisseur d'encre pour toutes recommandations détaillées d'utilisation de ses produits.

Quimovil: Quimopet

ES: Quimovil. Tel: +34 937291944, Fax: +34 937292923

Marabu: Marastar FX, Solvante: UKV (5-10%) ou Maraflex+PUH (10%), Solvante: UKV (5-10%)

D: Marabuwerke GmbH & Co., 71732 Tamm. Tel: +49 71416910, Fax: +49 7141691147

F: Marabu. Tel: +33 148027373, Fax: +33 148024319

I: Serindustria di Lazzaretti Ugo e Celada Nazario & CSAS. Tel: +39 0290780501, Fax: +39 290780486

ES: Marabu-España S.A., 08400 Granollers. Tel: +34 938467051, Fax: +34 938467126

Web: <http://www.marabu.de>

Coates Screen: Wiederhold Z + catalyseur ZH (25%), Solvante: ZVH (3%) ou Wiederhold YN + catalyseur ZH (10%), Solvante: YV (3%) ou Wiederhold Z-PVC + catalyseur ZH/N-00 (10%), usage extérieur.

ES: Puntí i Llobet SL Tel: +34 933007464, Fax: +34 933003316

D: Wiederhold Coates Screen Inks GmbH, 90409 Nürnberg. Tel: +49 91164220, Fax: +49 9116422200

F: Andre Buisine SA. Tel: +33 140138686, Fax: +33 140261009

GB: Tampo Supplies Ltd. Tel: +44 01819430011, Fax: +4401819775166

I: A-Due. Tel: +39 0498074965, Fax: +39 0498074976

Web: <http://www.coates.com/screen/default.htm>

Sericol: Polyplast PY (+ rigid vinyl thinner ZV541 + 10% additive ZV 560)

ES: Sericol Tel: +34 934772244, Fax: +34 934770952

D: Sericol GmbH, 45141 Essen. Tel: +49 201832020, Fax: +49 2018320235

F: Sericol. Tel: +33 130693700, Fax: +33 130693769

GB: Sericol Limited, Broadstairs, Kent CT11 2PA. Tel: +44 1843866668, Fax: +44 1843872074

I: Imas Grafica SRL Tel: +39 0294969672, Fax: +39 0294969672

Web: <http://www.sericol.co.uk/>

Ramp & Co.: 988-UV, 450-JK

D: A. M. Ramp & Co. GmbH, 65817 Eppstein. Tel: +49 61983040, Fax: +49 61983228

GB: Kaydee Ltd., Sheffield S9 2TX. Tel: +44 1142 560222

Diegel GmbH: AR/Z, URA

D: Ernst-Diegel GmbH, 36304 Alsfeld. Tel: +49 66317850, Fax: +49 66314646

Web: <http://www.diegel.de>

Pröll GmbH: PUR-ZK, Norilit K

D: Farbenfabrik Pröll GmbH & Co, 91781 Weissenburg. Tel: +49 91419060, Fax: +49 914190649

GB: VT Graphic & Display Ltd, Witton, Birmingham B6 7EB. Tel: +44 1213287999, Fax: +44 1213288411

Eickmeyer: Visprox TCI 8700, Visprox TCI 8780

D: Siebdruckservice Eickmeyer GmbH., 32257 Bünde. Tel: +49 5223 6711, Fax: +49 5223 63936

Tampoflex: Farbe C

D: Tampoflex GmbH., 71254 Ditzingen. Tel: +49 7156 9370 10, Fax: +49 7156 9370 116

Web: <http://www.tampoflex.de/>

15. FINITION ET ASSEMBLAGE (Joints/Adhésifs)

Fixation mécanique

La fixation mécanique de la feuille donnera les joints les plus solides et dans bien des cas les plus beaux. Les fixations mécaniques adéquates comprennent les vis filetées, les écrous et les systèmes de fixation permanents tels que les rivets. Ces techniques permettront une part plus forte par comparaison aux parts collées. Ils peuvent être facilement démontés et nettoyés et rendent inutile l'utilisation d'adhésif.

Soudure

Bien que la fixation mécanique et le collage soient les méthodes préférées pour l'assemblage des plastiques, ils peuvent être également soudés à eux-mêmes grâce aux techniques de soudure courantes utilisées pour les thermoplastiques. La soudure aux ultrasons, aux fréquences radio et la soudure par friction rotative se sont révélées appropriées. Ces techniques de soudure se ressemblent parce qu'elles utilisent une chaleur de friction pour terminer la soudure, mais diffèrent par la manière selon laquelle la chaleur de friction est générée par des vibrations mécaniques à basse amplitude, haute fréquence (environ 20.000 Hz) à l'interface des sections plastiques à souder. Contacter les fabricants d'équipement de soudure aux ultrasons pour des suggestions sur la conception de la section et du joint.

Types d'adhésifs

Le collage optimal destiné à l'emploi avec un matériau déterminé dépendra de certaines conditions telles que le coût, la facilité d'application, la résistance de lien requise, la résistance à l'humidité, à la lumière ultra-violet, la transparence recherchée, etc. Il est donc essentiel que les recommandations du fournisseur de colles soient suivies de près en ce qui concerne l'applicabilité et l'emploi de ses produits. Les produits adhésifs mentionnés ici sont suggérés de bonne foi et ont été employés avec succès dans une grande variété d'applications et de conditions de service avec les feuilles NudecPET®. Néanmoins, Nudec S.A. n'est pas en mesure d'accepter une responsabilité quelconque en ce qui concerne la performance d'un adhésif car la formulation de l'adhésif et ses conditions d'emploi échappent à notre contrôle.

Les colles solubles sont couramment utilisées dans l'industrie de la fabrication des feuilles en plastique. Ces colles se divisent en deux types: ceux qui sont du solvant pur (type solvant) et ceux qui consistent en un autre polymère dissous dans un mélange de solvants (type dope). En général, en raison de la résistance chimique remarquable des feuilles de NudecPET®, la plupart des adhésifs du type solvant sont inutilisables.

Des colles alternatives qui se sont avérées adéquates comprennent les adhésifs à réaction en deux parties à fusion à chaud, sensibles à la pression basés sur des époxy ou polyuréthane, les types à silicone et caoutchouc, le cyanoacrylate "instantané" et les colles à cure aux UV.

Techniques de collage

Les articles à surface plane à joindre peuvent être collés d'une manière satisfaisante en plaçant les articles l'un contre l'autre et en appliquant l'adhésif le long des bords du joint avec une aiguille hypodermique, un compte-goutte médical ou une petite burette. Il faut veiller à ce que l'adhésif coule à travers le joint et qu'il ne se forme pas de bulles d'air. Les pièces doivent être placées soigneusement sur une table afin de commencer à curer dès que l'adhésif a été appliqué.

Pour des articles plus grands, la meilleure méthode de collage est de répandre l'adhésif sur les surfaces à coller et ensuite de pincer ou de maintenir en position d'une autre façon ces pièces jusqu'à ce

que le collage soit définitif. Le pincement peut provoquer un débordement de la colle ou du ciment à l'endroit du joint. Ce débordement peut être habituellement éliminé par des opérations d'usinage suivi d'un polissage. Ceci ne doit se faire, néanmoins, qu'après que les pièces ont été immobiles pendant le temps de cure recommandé par le fournisseur de l'adhésif. Si une très bonne finition est recherchée, il peut être nécessaire de flamber la pièce après l'usinage et avant de procéder à sa finition.

NOTE: Les recommandations sur la santé et la sécurité données par les fournisseurs des solvants et des autres matériaux utilisés pour les opérations de polissage et collage devront être observées.

Collage-Préparation

On devra prendre les précautions suivantes lorsqu'on procédera au collage d'un matériau plastique.

1. Les surfaces à coller doivent être propres. Une légère pellicule d'huile, d'eau, de produit de polissage ou d'autres produits contaminants peuvent provoquer un mauvais collage.
2. Les surfaces doivent être bien alignées et, si possible, devront être légèrement dépolies afin d'obtenir une meilleure surface de collage.
3. Le colle doit être d'une composition telle qu'il séchera complètement sans décoloration.
4. Il faudra appliquer une pression jusqu'à ce que le joint de collage ait suffisamment pris, de manière à éviter tout mouvement lorsque la pression sera éliminée.
5. Les opérations de finition devront être retardées jusqu'à ce que le séchage de l'adhésif soit terminé.

16. FINITION ET MONTAGE (Adhésifs)

Le choix de l'adhésif pour le collage de NudacPET® sur lui-même ou d'autres matériaux dépendra largement des conditions environnementales prévues pendant l'opération en même temps que du type de joint utilisé.

Cela exige que l'utilisateur procède à un essai de la colle pour une application déterminée, en particulier en ce qui concerne la transparence et l'encollage à long terme désiré. En principe, tous les époxydes, polyuréthanes, cyanoacrylates, silicones ou adhésifs à séchage UV conviennent.

La liste suivante donne les adresses, téléphones, etc. des fabricants d'adhésif ainsi que le nom de leurs produits, ayant de l'expérience dans le collage du NudacPET®. Le fournisseur suivant est également inclus.

Fabricant	Méthode d'encollage	Adresse
Evode	TU1908, Polyuréthane transparent à 2 composants TE211, Epoxy renforcé, à prise rapide à 2 composants	Evode Speciality Systems Ltd., Wanlip Road, Syston, Leicester LE7 8PD. Tel: +44 (0)1533-606001, Fax: +44 (0)1533-692411
Engineering Chemicals	HE1908, Polyuréthane transparent à 2 composants HE 17017, Polyuréthane transparent à 2 composants	Engineering Chemicals b.v. Van Anelstraat 7, 4651 TA Steenbergen, Netherlands Tel: +31 1675 66984, Fax: +31 1675 61118
Polytec	Epotec 715	Promatech Ltd., Unit 1, Elliot Centre, 20 Elliot Road, Cirencester, Gloucestershire GK7 1YS Tel: +44 (0)1285-644211
Panacol-Elosol	Penloc GTI Penloc GTI-S Vitrailit 5634LV	Eurobond Adhesives Ltd., Unit 4A, Smeed Dean Centre, Eurolink Industrial Estate, Sittingbourne, Kent ME10 3RN Tel: +44 (0)1795-427888, Fax: +44 (0)1795-479685
Röhm	Acrifix 192 Acrifix 200	Röhm (Plastics Division) Ltd., Bradbourne Drive, Tilbrook, Milton Keynes, Bucks MK7 8AU Tel: +44 (0)1908-274414, Fax: +44 (0)1908-274588
Ciba	Araldite 2020	Ciba Additives., Hulley Road, Macclesfield, Cheshire SK10 2LY Tel: +44 (0)1625-665000
Ciba Geigy Plastics	XB 5102-1, Composant simple séchage aux UV	Ciba Geigy Plastics Ltd., Duxford, Cambridgeshire CB2 4QA Tel: +44 (0)1223-838141
Datac	ET1122, Adhésif thermofusible transparent sensitive à la pression ET1227, Adhésif thermofusible non transparent	Datac Adhesives Ltd., Globe Lane Industrial Estate, Dukinfield, Cheshire SK16 4XE. Tel: +44 (0)161-339-8400, Fax: +44 (0)161-343-2713
Henkel Chemicals	Q8731 Adhésif thermofusible	Henkel Chemicals Ltd., 292-308 Southbury Road, Enfield EN1 1TS. Tel: +44 (0)181-804-3343
Dymax Europe	Dymax 3-20256	Intertronics Ltd., Unit 9, Station Field Ind. Est. Banbury Road, Kidlington, Oxfordshire OX5 1JD Tel: +44 (0)1865-842842, Fax: +44 (0)1865-842172
Kleiberit	High Tack 851	Kleiberit Adhesives UK Ltd., 11 Coopers Close Borrowash, Derby DE7 3XW

Recommandations d'encollage du NudacPET®

- La surface doit être propre, sèche et sans poussière ou particules isolées.
- Dégraissage: on obtient le meilleur encollage en nettoyant la surface avec de l'alcool éthylique; on peut avoir de bons résultats en utilisant pour le nettoyage une solution de détergent. Le nettoyage à l'acétone n'est pas recommandé.
- Suivre les instructions utiles du fabricant pour l'encollage avec du NudacPET® lors de l'utilisation d'adhésifs.
- Lorsque l'adhésif aura été correctement appliqué, placer le support des feuilles en contact et les fixer fermement à leur place jusqu'à ce que soit séché.
- En fonction des instructions données par le fabricant d'adhésif, revêtir la surface de la feuille d'une couche d'impression si besoin est.
- Il faut noter que le temps de séchage peut atteindre 24 heures dans certains cas.
- Utiliser les adhésifs dans une pièce bien ventilée. Ne pas y fumer et éviter tout contact avec la peau.

Nudac n'est pas un fabricant d'adhésifs et n'est donc pas à même d'accepter une responsabilité quelconque en ce qui concerne les performances des adhésifs utilisés pour encoller le NudacPET®.

Ces renseignements sont basés sur l'état actuel de nos connaissances et sont uniquement destinés à informer de manière générale sur nos produits et leurs applications. Ils ne doivent donc pas être considérés comme une garantie des propriétés spécifiques des produits décrits ou de leur convenance pour une application déterminée. Tous les droits de propriété industriels existants doivent être respectés.

17. EDIFICATION ET CONSTRUCTION

En général, veuillez observer les règlements standard sur la construction lors de l'installation des feuilles. Le choix de la technique de montage dépend dans chaque cas des besoins particuliers. Le jeu disponible permettant une dilatation thermique adéquate est un facteur important comme dans le cas des autres feuilles plastiques. Lorsqu'on monte NudecPET® à l'extérieur, le jeu doit être de 3 mm par mètre de longueur de la feuille en raison des changements de température saisonniers.

Le tableau suivant permet de comparer les coefficients d'expansion thermique de certains matériaux:

Matériaux	*10 ⁻⁶ (m/m*°C)
NudecPET®	60
NudecPMMA®	70
aluminium	22
acier	13
verre	0.8

Sciage et usinage

On peut découper rapidement et facilement NudecPET® avec de l'outillage portatif courant pour le travail du bois ou avec des scies circulaires, à ruban ou alternatives standard en utilisant des lames de scies normales. Pour obtenir les meilleurs résultats, tenir compte des observations suivantes:

- Afin d'éviter d'endommager la surface, ne pas enlever le film de protection.
- La feuille doit être fermement fixée afin d'éliminer les vibrations qui peuvent provoquer des éclats ou des irrégularités sur les bords.
- Pour obtenir les meilleurs résultats, utiliser une vitesse de coupe basse et moyenne.
- Les copeaux et la poussière doivent être éliminés de préférence avec de l'air comprimé.

Tenir compte des directives suivantes en fonction du type de scie utilisé:

- Biseauter des deux côtés une touche sur deux à 45° de la lame de scie circulaire.
- Les lames minces à dessin entaillé à pointes de carbure donnent les meilleurs résultats.
- Des scies à ruban horizontales ou verticales peuvent être utilisées.
- Des tronçonneuses doivent avoir des disques rectifiés creux afin de résister au collage et d'améliorer le sciage au point de vue vitesse. Les dents doivent être affûtées en biseau afin d'obtenir une meilleure performance.
- Les feuilles de moins de 3 mm d'épaisseur doivent être découpées de préférence avec des scies à bande ou alternatives.

La table suivante contient des renseignements sur les scies circulaires et à ruban:

	Circulaire	À ruban
Angle de dépouille (°)	5 - 15	30 - 40
Angle de coupe (°)	0 - 10	0 - 5
Vitesse de la lame de scie (m/min)	1500 - 2500	1000 - 1500
Pas entre dents (mm)	2 - 5	2 - 3

Perçage

Il est facile de percer des trous dans du NudecPET® avec des forets HSS normales super-rapides. D'excellents résultats peuvent être obtenus avec des pointes de perçage spécialement conçues pour les matériaux plastiques. Ceci évite la surchauffe du matériau résultant d'une friction excessive.

En général, les recommandations suivantes sont valables:

- La feuille doit être fermement maintenue afin de réduire les vibrations.
- La distance entre les trous et le bord du matériau doit correspondre à 1,5 - 2 fois le diamètre du trou.
- Les trous doivent avoir un diamètre plus grand de 50% à celui de la vis, du clou ou rivet. Ceci permet de tenir compte de la dilatation de la feuille.
- Pendant le perçage, retirer plusieurs fois le foret afin de permettre au matériau de se refroidir et de réduire les copeaux.

Angles de perçage et vitesse d'alimentation:

Angle de coupe (°)	3 - 5
Angle de la pointe de perçage (°)	60 - 90
Pas des dents (°)	5 - 15
Vitesse de coupe (m/mn)	20 - 50
Alimentation (mm/rpm)	0.15 - 0.5

Méthodes de montage

Montage à vis

Pour les installations à l'intérieur, le trou percé doit avoir un diamètre supérieur de 1 mm à celui de la vis de fixation afin de faciliter la dilatation thermique. Si les feuilles sont montées au même niveau, laisser un léger espace entre elles. Des rondelles de bonne dimension doivent être utilisées de manière à distribuer la force sur la feuille sur une plus grande surface.

Pour prévenir des tensions, il est important que les trous de la feuille soient alignés avec les trous de la structure sur laquelle elle sera montée. Le mieux est de percer les deux trous en même temps. La distance des trous au bord de la feuille doit être aussi grande que possible afin de réduire la tension d'entaille. L'utilisation de vis à tête noyée n'est pas recommandée car elle ne laisse pas d'espace pour absorber la dilatation. Des vis auto-taraudeuses ne doivent être utilisées qu'avec des rondelles, des rondelles grover ou des agrafes.

Exemple:

- Feuille de 0.8 x 1.5 m NudecPET® de 5 mm d'épaisseur.
- Utiliser des vis de 4 mm de diamètre à des intervalles de 40 cm.
- La distance au bord doit être de 9 mm au minimum

Montage sur cadre

Quand le NudecPET® est monté sur un cadre en bois, métal ou plastique, il faut tenir compte de deux facteurs en plus de la dilatation thermique: la profondeur de la rainure et l'épaisseur correcte de la feuille. Une fois de plus, l'épaisseur dépend des dimensions et de la forme de la feuille et des charges maximales auxquelles elle sera soumise (Par exemple, la force du vent).

Autres méthodes de montage

Le NudecPET® peut être aisément monté sur des systèmes industriels de fixation. Ces systèmes de fixation sont très pratiques, spécialement quand la dilatation thermique constitue un facteur important. Des rubans adhésifs transparents tels que du Scotch™ 200 MP ou 468 MP peuvent également être utilisés pour certaines applications transparentes ou pour des feuilles colorées.

Les feuilles de NudecPET® peuvent également être fixées avec des rivets. Il est recommandé d'utiliser des rondelles afin de diminuer la pression pendant le rivetage. Le diamètre du trou de la feuille doit être de 1,5 à 2 fois celui du rivet afin de permettre la dilatation.

18. RÉSISTANCE CHIMIQUE

Solvants:

Toutes les cétones attaquent le NudacPET® dans une certaine mesure. Les cétones simples telles que l'acétone l'attaquent plus rapidement.

Les solvants pleinement chlorés tels que le tétrachlorure de carbone ne semblent pas attaquer le PET alors que des composés tels que le chloroforme ou le tétrachloréthylène attaquent le PET très rapidement.

Il semble qu'il n'existe pas une tendance générale en qui concerne la compatibilité des aromatiques avec le PET. Aussi bien le phénol que l'orthochlorophénol dissolvent le PET, le chlorobenzène et le benzène l'attaquent mais le xylène n'a pas d'effet sur lui, comme des agents oxydants organiques tels que le peroxyde d'hydrogène.

Produits chimiques en général:

L'information ci-dessous est donnée uniquement à titre d'indication sur la réaction de produits chimiques variés sur la feuille de NudacPET®. Il faut souligner que ces données sont seulement indicatives car toute réaction peut être influencée par d'autres paramètres tels que la température, la concentration, l'immersion totale ou le contact unilatéral, etc. En cas de doute, Nudac Ltd recommande aux clients de procéder à ses propres essais. Ces renseignements proviennent de différents fournisseurs de polymères et correspondent généralement à l'effet du produit chimique sur le polyester après 3 ans à 23°C.

+ = bonne résistance, 0 = résistance limitée, - = non résistant

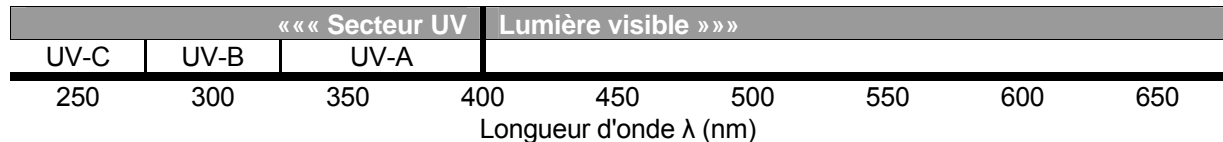
A céate d'Amyle	0	Chlorhydrine d'Éthylène	-	L actate de Butyle	+
Acéate de Benzyle	-	Chlorobenzène	-	Linalole	+
Acéate de Butyle	-	Chloroforme	-	M ercure	+
Acéate d'Éthyle	-	Chlorure d'Ammonium solide	+	Méthacrylate de Méthyle	0
Acétone	-	Chlorure de Barium solide	+	2-Méthoxy Éthanol	0
Acide Acétique 40% aq.	+	Chlorure de Magnésium aq.	+	Méthyle Éthyle Cétone	-
Glacial	0	Chlorure de Méthylène	-	N aphte brute	+
Acide Benzoïque solide	+	Chlorure de Mercure solide	+	solvant	+
Acide Chromique sol'n galvanoplastique	-	Chlorure de Sodium aq.	+	Nitrite Ferrique solide	+
Acide Formique 30% aq.	+	Chlorure de Zinc solide	+	Nitrite de Sodium solide	+
Acide Hydrobromique 50% aq.	+	Chromate de Potassium solide	+	P araffine médicinale	+
Acide Hydrochlorique 10% aq.	+	Citronelle	+	Permanganate de Potassium	0
Acide Hydrofluorique 60% aq.	0	Cyanide de Potassium solide	+	Péroxyde d'Hydrogène	+
conc.	-	Cyanure de Sodium solide	+	Persulfate d'Ammonium solide	+
Acide Maléique 50% aq.	+	Cyclohexanol	+	Pétrole	+
Acide Nitrique 10% aq.	+	Cyclohexanol de Méthyle	+	Phénol	-
Acide Oxalyque solide	+	Cyclohexanone	-	Phosphate de Sodium solide	+
solution	+	D ibromure d'Éthylène	-	Phosphate de Trichloroéthyle	+
Acide Propionique	-	Dichlorure d'Éthylène	-	Phthalate de Di-alkyle	+
Acide Salicylique solide	+	Dichromate de Potassium solide	+	Phthalate de Di-butyle	+
Acide Stéarique solide	+	Dioxane	-	Phthalate de Di-nonyl	+
Acide Sulfurique aq.	+	Dipentène	+	Phthalate de Di-octyl	+
Acide Tartrique solide	+	É thanol de Di-l-phényle	0	Pinène	+
Acide Trichloroacétique	-	Éther de Pétrole	+	Propylène Glycol	+
Alcool d'Amyle	+	2-Ethoxy Ethanol	+	S alicylate de Méthyle	-
Alcool Benzylque	-	Éthyle Benzine	0	Stéarate de Butyle	+
Alcool Butylique	+	Ethyle Digol	+	Sulfate d'Aluminium solide	+
Alcool cétylique solide	+	Eugérol	-	Sulfate d'Ammonium solide	+
Alcool de Diacétone	+	F ormaldéhyde 40% aq.	+	Sulfate de Cuivre solide	+
Alcool d'Éthyle	+	Formamide de Diméthyle	-	Sulfite de Sodium solide	+
Alcool de Furfural	-	G éranol	+	Sulfure solide	+
Alcool Isopropylique	+	Glycérine	+	T étrachlorure de Carbone	+
Alcool Méthylique	+	Glycol	+	Tétrahydrofurane	-
Alcool Propylique	+	Graisse de Lubrification	+	Tétraline	+
Ammonium 10% aq.	-	H uile Camphrée	+	Thiosulfate de Sodium solide	+
Amyle Méthyle Cétone	0	Huile de Foie de Morue	+	Toluène	+
Anhydride acétique	-	Huile de Lin	+	Trichloroéthylène	-
Aniline	-	Huile Lubrification	+	Triéthanolamine	-
Antraquinone solide	+	Huile Minérale	+	V inaigre	+
B enzène	-	Huile d'Olive	+	X ylène	+
Benzoate de Benzyle	0	Huile de Paraffine	+		
Bicarbonate de Sodium solide	+	Huile de Transformateur	+		
Borate de Sodium solide	+	Hydrate de Chloral solide	-		
Bromure de Potassium solide	+	Hydroxyde de Potassium aq.	-		
Bromure de Sodium solide	+	Hydroxyde de sodium aq.	-		
C amphre solide	+	Hypochlorure de Calcium solide	+		
Carbonate de Sodium	+	Hydroquinone solide	+		

19. EXPOSITION AUX INTEMPÉRIES

Avant-propos

Presque sans exception, les propriétés optiques et physiques de matériaux tels que les plastiques, les métaux, le verre, etc. se détériorent à différents degrés quand ils sont exposés aux conditions atmosphériques externes sur des périodes de temps prolongées. Pour la majorité des matériaux plastiques, l'aspect le plus critique de l'exposition aux intempéries s'est avéré être les effets de la lumière ultra-violet (UV), c'est-à-dire une lumière d'une longueur d'onde inférieure à 400 nm, ainsi que les agressions chimiques superficielles et l'érosion due à la pollution atmosphérique.

Spectre des longueurs d'onde de la lumière



La réduction des propriétés causée par l'exposition naturelle aux intempéries peut varier considérablement en fonction de:-

- la position et l'environnement géographique locale, c'est-à-dire le climat, la température, l'altitude, la latitude, etc.
- l'orientation de l'échantillon (par exemple, exposition au sud ou au nord),
- les autres effets externes tels que l'attaque chimique de l'ozone, des fumées d'essence, de l'épandage de sel, etc.

Pour ces raisons, des données comparatives sur les essais doivent être obtenues dans des conditions identiques pour que les résultats soient significatifs.

Les performances du NudecPET®

Le comportement aux intempéries du NudecPET® fait l'objet de contrôles suivis dans des conditions naturelles d'exposition aux intempéries, accompagnés de tests identiques accélérés les plus sophistiqués techniquement mais **étant donné la variabilité du temps il est pratiquement impossible de trouver des corrélations entre les performances face aux intempéries artificielles et les intempéries naturelles.**

Nudec S.A. a commissionné des tests d'exposition accélérée aux intempéries dans des conditions artificielles contrôlées de près et utilisant de l'équipement moderne et a également exécuté des tests d'exposition aux intempéries naturelles au cours desquels les performances du NudecPET® ont été comparées avec exactitude à ceux d'autres matériaux en feuille. Tous les tests accélérés doivent être effectués conformément aux spécifications des normes internationales suivantes:-

ASTM G53-88 "Méthode standard d'utilisation des équipements utilisés pour l'exposition de matériaux non-ferreux",

BS 2782, Part 5 "Méthodes d'exposition aux sources lumineuses de laboratoire",

Method 540B

ISO4892-1989 "Méthodes d'exposition aux sources lumineuses de laboratoire"

Quand on utilise de l'équipement pour essais accélérés de comportement aux intempéries, il est fondamental de réaliser que, en raison du vieillissement thermique, la température à laquelle un essai est effectué peut avoir un effet important aussi bien sur les propriétés physiques de l'échantillon que sur ses propriétés optiques. Par conséquent, quand on recherche les effets de l'exposition aux intempéries sur les propriétés physiques d'un matériau, il est important que la température de l'échantillon d'essai ne dépasse pas la température de service maximale probable.

La résistance inhérente aux intempéries du PET est clairement prouvée par le fait que des produits commerciaux tels que les plaques d'immatriculation des véhicules, les girophares d'avertissement sur les dangers des routes, les garde-boue extrudés des bicyclettes, etc. ont été utilisés au cours des vingt dernières années avec succès à l'extérieur en Europe.

Dans les applications critiques où l'exposition à la lumière UV sera probablement élevée, comme dans les latitudes méridionales et les altitudes élevées, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser la feuille stabilisée aux UV, - NudecPET®uv.

Veuillez contacter Nudec S.A. pour un exemplaire de la Garantie de 10 ans du NudecPET®uv.

20. INFLAMMABILITÉ

Des renseignements sur l'inflammabilité des plastiques sont souvent exigés s'ils sont utilisés dans la construction. Normalement, les matériaux doivent respecter les spécifications des essais propres à chaque pays, par exemple, en Allemagne, France, Grande-Bretagne et les États-Unis. Parfois un pays acceptera les essais spécifiés par un autre.

En Grande-Bretagne, une feuille de plastique est testée conformément à la norme **BS 476, Part 7**. Cette méthode est utilisée pour mesurer la vitesse de propagation du feu à la surface de l'échantillon. Cet échantillon est maintenu verticalement. Le classement du matériau d'essai est fait en fonction de la dimension de la flamme et de sa propagation.

En Allemagne, l'inflammabilité des matériaux de construction est testée conformément à la norme **DIN 4102-1**. Les matériaux sont alors classés en matériaux non-inflammables (matériau de construction classes A1 et A2) et matériaux inflammables (matériau de construction classes B1, B2 et B3). Étant donné que la plupart des thermoplastiques sont inflammables, ils tombent tous dans les catégories B1 à B3, qui sont décrites ci-dessous:

Matériau de construction classe B1, résistant au feu:

La moyenne de la longueur rémanente des échantillons doit être supérieure à 15 cm et aucun des échantillons ne doit avoir une longueur de 0 cm. La température d'échappement ne doit pas dépasser 200°C et les spécifications B2 du test sur réchaud doivent être respectées.

Matériau de construction classes B2, modérément inflammable:

Cinq échantillons doivent respecter les spécifications du test sur réchaud. La pointe de la flamme ne doit pas, pour aucun des échantillons, atteindre le repère au bout de vingt secondes.

Matériau de construction classes B3, inflammable:

Tous les matériaux sont classés dans la catégorie B3 s'ils ne respectent pas les spécifications des classes B1 ou B2.

En France, le classement au point de vue inflammabilité s'effectue conformément à la norme **NF P92 507**. En plus du classement d'inflammabilité, il existe la norme **NF X10 702**, qui correspond à l'essai le comportement au point de vue vapeurs et fumée. On peut alors déterminer le classement M au point de vue incendie et le classement F au point de vue fumée.

Les différents classements nationaux du NudecPET® point de vue incendie sont indiqués ci-dessous:

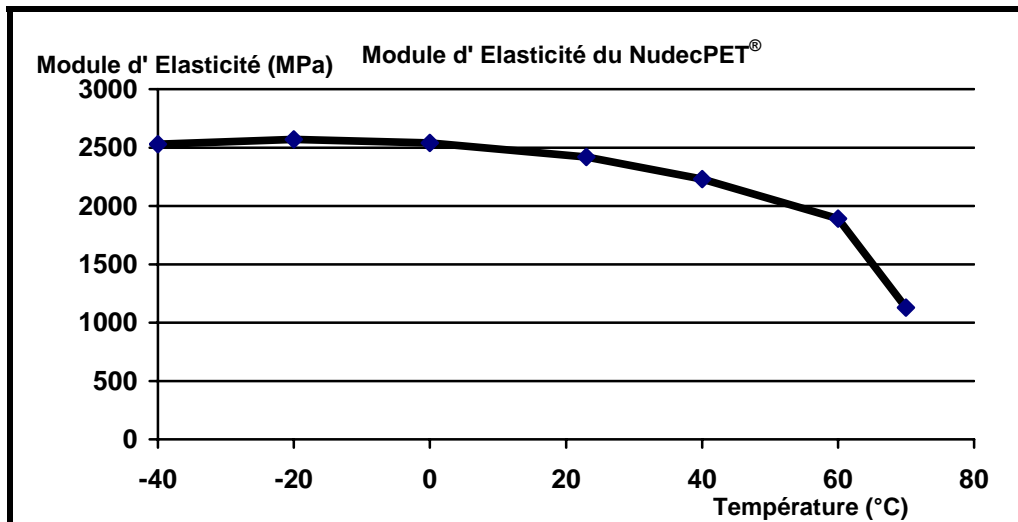
Classement au point de vue inflammabilité	Épaisseurs des feuilles	Classe
Résistance au feu: DIN 4102-1 (Allemagne)	1 – 6 mm	B 1
Résistance au feu: BS 476 part 7 (Grande-Bretagne)	3 – 6 mm	1 (y)*
Résistance au feu: NF P92-507 (France)	1.25 - 4.0 mm	M 2
Résistance au feu: UNI 9177 (Italie)	3.0 mm	Classe 1

(*) La lettre Y ajoutée signifie que l'échantillon s'est ramolli et/ou qu'une influence sur la propagation de la flamme dans des tolérances admissibles a pu être observée.

21. COMPORTEMENT THERMIQUE

Le NudecPET[®] est un thermoplastique amorphe transparent. Les molécules des thermoplastiques amorphes ne sont pas disposés suivant une structure déterminée mais sont réparties au hasard. Les molécules peuvent donc se déplacer facilement quand le matériau est chauffé. La feuille plate NudecPET[®] peut être formée à nouveau en utilisant de la chaleur et de la pression, par exemple, par formage sous pression ou sous vide, ou pliée à chaud, de manière à obtenir une pièce à trois dimensions.

La rigidité du matériau est fonction de son module d'élasticité. Le graphique ci-dessous montre la variation du module d'élasticité en fonction de la température. Le matériau est rigide en dessous de 60°C et présente un module d'élasticité assez constant, et commence à ramollir au-dessus de 65°C. Le matériau commence à se plastifier à la température de transition au verre (T_g), qui est de 80°C pour le NudecPET[®]. La température Vicat de ramollissement, la température de déflexion de la chaleur et le coefficient linéaire d'expansion thermique donnent des renseignements complémentaires sur le comportement de ce matériau en fonction de la température.



Température de Déflexion de la Chaleur (HDT)

L'installation pour ce test est semblable à celle pour la température de ramollissement Vicat. Dans ce cas, l'échantillon repose sur deux supports et une charge de soit 1,8MPa pour HDT A ou de 0,45MPa pour HDT B est appliquée au centre.

Propriété	Valeur (°C)
HDT A (1.8MPa)	69
HDT B (0.45MPa)	73

Gamme de Températures

À cause de sa structure chimique, NudecPET[®] présente un bon comportement mécanique sur une large gamme de températures. Cette gamme va d'en dessous de -70°C à plus de 160°C, s'il est cristallisé. Le module d'élasticité (module de Young) diminue sensiblement au-dessus de cette gamme de températures et le matériau se ramollit assez rapidement. La durée de vie fonctionnelle de NudecPET[®] se réduit, néanmoins, quand cette température est dépassée pour une période plus longue. NudecPET[®] peut être utilisé dans des températures très basses mais le matériau devient cassant dans ces environnements.

Des propriétés mécaniques stables sur une large gamme de températures sont importantes pour l'utilisateur. La résistance au choc et la rigidité de NudecPET[®] ne manifestent que des changements minimaux entre -70 °C et +60 °C, même sur une période plus longue.

D'autres propriétés thermiques de NudecPET[®] sont:

Propriétés	Valeur (°C)
Température Maximale d'Utilisation Recommandée	65
Température de Transition au Verre (T_g)	80
Point de Fusion Cristallin (T_m)	approx. 245

22. ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

Recyclage

Au cours des dernières années, l'industrie des plastiques a affronté des critiques croissantes au sujet des effets sur l'environnement des déchets de matériaux plastiques, particulièrement en ce qui concerne les produits de conditionnement. Le public s'attend donc à ce que les articles fabriqués à base de matériaux plastiques soient de plus en plus recyclable. La condition essentielle, en même temps que la recyclabilité, est l'élimination sûre des produits après leur utilisation. Ceci est le point où NudecPET® offre les plus grands avantages car le PET est un matériau qui est déjà activement recyclé. Même s'il est recyclé pour la récupération de l'énergie, les produits de combustion du NudecPET® dans l'air sont uniquement de la vapeur d'eau du bioxyde de carbone et de petites quantités de monoxyde de carbone, c'est-à-dire les mêmes produits de combustion que ceux générés lors de l'incinération d'un produit naturel tel que le bois ou le papier.

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE OBTENUS À PARTIR DE FEUILLES RECYCLÉE DE NudecPET®

* Composés de polymères:

- Ruban de fixation
- Coussins protecteurs
- Poteaux de clôture
- Peintures industrielles
- Pinceaux pour peindre

* Fibre:

- Ficelle
- Matériaux filtrants
- Vêtement
- Corde
- Doublure de tapis

* Textiles:

- Ceintures
- Sangles
- Voiles
- Sacs tissés
- Cordage de pneus

* Plastiques techniques:

- Poignées de machines
- Applications automobiles

* Feuilles thermoformables d'emballage:

- Conditionnement à 6 bouteilles pour bouteilles de soda
- Conteneurs pour produits non alimentaires
- Boîtes pour cassettes audio

* HDPE (polyéthylène haute densité)

* Panneaux de bois pour:

- Quais pour navires
- Parcs pour cochons et veaux
- Meubles de jardin

* Rembourrage pour:

- Oreillers
- Blousons de ski
- Coussins
- Sacs de couchage

* Autres produits:

- Dessous de bouteilles
- Pots de fleurs
- Tuyaux
- Jouets
- Seaux et bidons
- Cones de circulation
- Doublage pour sacs à clubs de golf
- Dessus de comptoir pour la cuisine
- Porte-bouteilles de lait
- Porte-bouteilles pour soda
- Boîtes à ordure

* Polyol - composant chimique utilisé par les fabricants de mousse de polyuréthane pour la fabrication de:

- Panneau laminé pour l'isolation des murs et des toits
- Panneaux pour camions frigorifiques
- Isolation pour les congélateurs et réfrigérateurs domestiques et industriels
- Isolation pour réservoirs de stockage
- Pare-chocs d'automobiles
- Meubles
- Articles de sport, par exe. skis et planches à surf

* Polymère non saturé - composant chimique utilisé pour la fabrication de:

- Coques de bateaux
- Piscines
- Matériaux marbrés
- Cabines de douche
- Tentes ondulées
- Panneaux extérieurs d'automobiles

* Chemical conversion back to original polymer building blocks:

- DMT (diaméthyltéréphtalate)
- TPA (acide téréphtalique pur)
- Ethylène glycol

23. RÉPONSES À DES QUESTIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Q - Qu'est le NudecPET®?

R - NudecPET® est la marque d'une famille de produits plastiques en feuilles manufacturés à partir du téréphthalate de polyéthylène (PET). Le PET se compose uniquement de carbone, hydrogène et oxygène. Il est fabriqué à partir de deux substances basiques dérivées du pétrole, le monoéthylène glycol et l'acide téréphthalique pur.

Q - À quoi sert le NudecPET®?

R - Sa combinaison de pureté, résistance et légèreté font du NudecPET® un matériau idéal pour une large gamme de produits de haute qualité, durables, domestiques et techniques telles que les plaques d'immatriculation, les présentoirs, cabines téléphoniques, la signalisation, les panneaux lumineux de toits et les protecteurs de machines, etc...

Q - Le NudecPET® est-il toxique?

R - Non, le NudecPET® est chimiquement et toxicologiquement inerte et ne constitue donc aucun danger pour le consommateur ou l'environnement. Le NudecPET® respecte toutes les principales réglementations sur les aliments, y compris ceux de la Food and Drug Administration (Administration sur les Aliments et Médicaments - USA) et le Bundesgesundheitsamt (Bureau Fédéral sur la Santé - Allemagne).

Q - Est-ce que le NudecPET® est dangereux pendant le travail?

R - La manipulation du NudecPET® est toujours sans danger pendant les opérations telles que le thermoformage, etc.

Q - Est-ce que le NudecPET® est biodégradable?

R - Le NudecPET® n'est pas biodégradable. La durabilité, la solidité et la résistance aux agressions des feuilles de NudecPET® par les organismes et les produits chimiques sont parmi ses plus grands avantages.

Q - Peut-on recycler le NudecPET®?

R - Oui. Le NudecPET® est un des plastiques les plus faciles à recycler une fois qu'il est collecté et séparé des autres matériaux. Le NudecPET® peut être alors récupéré et utilisé dans une grande diversité d'autres industries. Par exemple, les feuilles usées peuvent être granulées, séchées et reextrudées sous forme de fibres de grande valeur pour les tapis, duvets et anoraks. Le NudecPET® peut même être reextrudé dans d'autres feuilles pour des applications telles que le revêtement des murs internes des édifices, etc.

Q - Est-ce que le NudecPET® peut être recyclé plusieurs fois?

R - En prenant les soins nécessaires, le NudecPET® peut être recyclé plusieurs fois sans que ses propriétés soient réduites d'une manière importante. S'il est recyclé avec d'autres plastiques, on peut encore réutiliser le NudecPET® pour fabriquer des produits durables telles que des caisses, des cônes de signalisation et des poteaux de clôture.

Q - Est-ce que le NudecPET® est dangereux quand on le brûle?

R - Il n'y a pas de différence entre brûler du NudecPET® et tout autre matériau organique et il est aussi sûr au point de vue environnement de le brûler que de brûler du papier ou du bois. En fait, brûler du NudecPET® dans des incinérateurs municipaux contribue à la combustion des journaux mouillés et des matières végétales. Ceci constitue également un des moyens les plus économiques de réduire la présence du NudecPET® dans les déchets car il produit autant de chaleur que le charbon bitumineux cette chaleur pouvant être ensuite récupérée pour les hôpitaux, piscines, usines, logements et bureaux.

Q - Est-ce que le NudecPET® provoque l'élimination de la couche d'ozone?

R - Non. Le fait de brûler du NudecPET® renvoie le bioxyde de carbone et l'eau dans l'atmosphère.

Q - Quelle est la contribution du NudecPET® à l'effet de serre?

R - Comme dans le cas des autres produits à base de carbone, la combustion du NudecPET® produit du bioxyde de carbone. Néanmoins, sur le plan positif, un camion peut économiser 40% de carburant avec la réduction correspondante des émissions s'il transporte du NudecPET® au lieu de la tôle et du verre.

Q - Est-ce que le NudecPET® contribue à la formation de la dioxine?

R - Non. Le NudecPET® n'émet pas des dioxines quand on l'incinère.

Q - Qu'arrive-t-il si on enterre du NudecPET®?

R - Quand on l'enterre, le NudecPET® reste stable et sans danger pendant des périodes extrêmement longues et n'est pas affecté par des conditions alcalines ou légèrement acides. Le NudecPET® est donc idéal pour son utilisation comme ramblai. Le NudecPET® ne dégage pas des vapeurs, des additifs et des pigments de l'eau de Javel ou se fragmente et contamine le réseau des eaux. Le NudecPET® peut même aider à stabiliser et contenir un site de remblayage.

24. STOCKAGE ET TRANSPORT

- Pour éviter d'endommager la surface, ne pas enlever le film protecteur.
- Le NudacPET® doit être stocké et transporté sur des palettes stables et planes. Leur dimension doit être égale ou légèrement supérieure à celle des feuilles.
- Les feuilles doivent être soulevées et manipulées une à une.
- Pour éviter de les rayer, les feuilles ne doivent pas glisser les unes sur les autres pendant leur manutention.
- Les feuilles doivent être stockées à l'intérieur et protégées de l'exposition directe au soleil (effet de loupe) et également de l'humidité.
- Pour applications en extérieur, il faut enlever les films de protection immédiatement parce que, si on les expose au soleil, les adhésives pourraient rester en place.
- Quand on stocke les feuilles en position verticale, elles doivent être supportées sur toute leur hauteur.

IMPORTANT :

NUDEC ne peut pas être tenu responsable de la transformation de ses plaques ou d'un mauvais usage que les utilisateurs pourraient en faire.

Cette information est basée sur l'état actuel de nos connaissances et a pour but de donner des indications générales sur nos produits et leurs utilisations. Elle ne doit donc pas être interprétée comme constituant une garantie des propriétés spécifiques des produits décrits ou de leur adéquation à une application particulière.