

DOSSIER TECHNIQUE

Platine multi-supports sous capot moteur

Sommaire

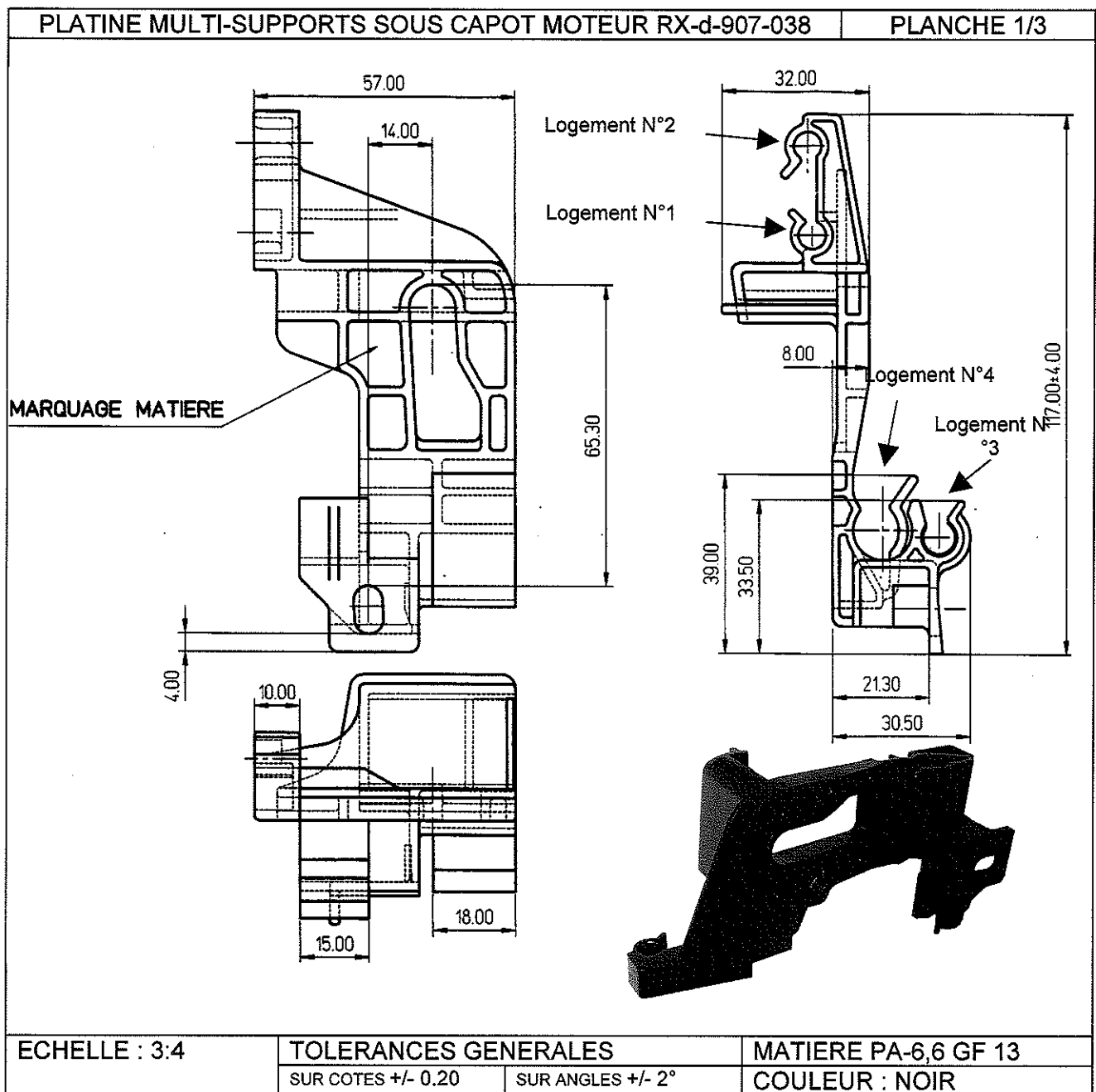
Contexte et présentation du produit.....	1
Production Prévisionnelle.....	4
Fonctions de la pièce.....	4
Guide matière et propriétés.....	5
Tableau de propriétés du Zytel® 70G13HS1L.....	7
Détermination du taux de cendres.....	8
Analyse rhéologique.....	9
Parc machines : caractéristiques des presses à injecter de l'îlot.....	13
Polyamides : Détermination de la teneur en eau ISO 960 - 1988 (F).....	15
Plastiques : détermination de l'absorption d'eau NF EN ISO 62 Mai 1999.....	15

Remarque : une partie des données techniques est extraite de l'ouvrage « Injection des matières plastiques » de Jean François Pichon, avec son aimable autorisation.

Contexte et présentation du produit

La société Primaplast est un équipementier européen automobile de premier rang. Cette entreprise conçoit et réalise des pièces techniques pour l'industrie automobile.

Elle est chargée du développement, de l'industrialisation et de la production d'une pièce appelée « platine multi-supports sous capot moteur RX-d-907-038 » destinée à s'intégrer dans l'environnement d'un moteur diesel très haute pression de dernière génération d'un grand fabricant automobile.



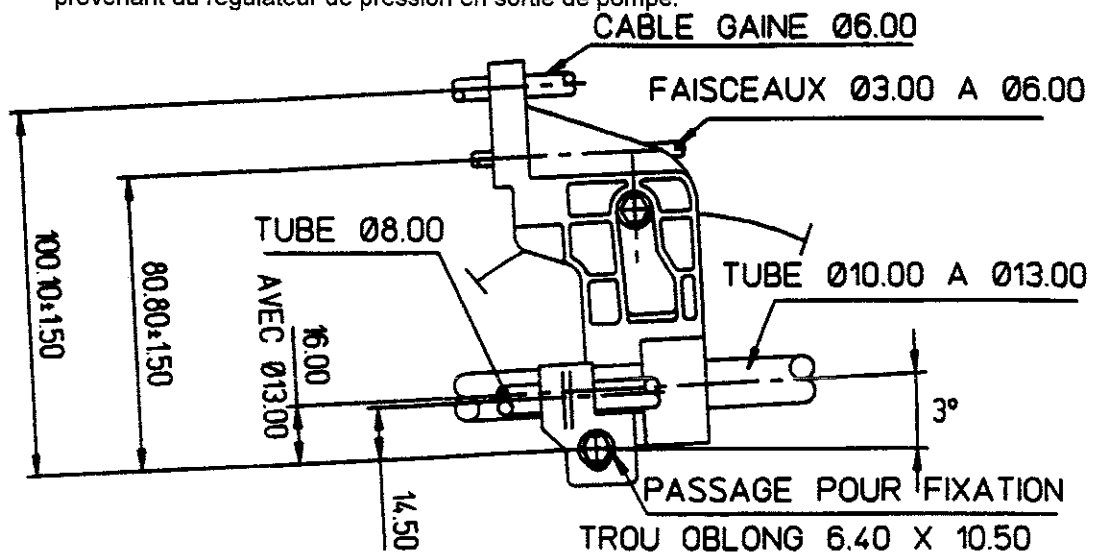
Production Prévisionnelle

La production prévisionnelle est de 400 000 unités par an pendant 5 ans, qui est la durée correspondant à l'amortissement de l'outillage.

Fonctions de la pièce

Cette pièce doit assurer les fonctions suivantes :

- ✓ Se fixer à l'emplacement prévu sous le capot moteur
- ✓ Maintenir une partie du faisceau électrique
- ✓ Maintenir la gaine du câble d'accélérateur
- ✓ Maintenir deux durites, une pour l'alimentation en gazole, l'autre pour le retour du carburant provenant du régulateur de pression en sortie de pompe.



Mise en situation – Echelle 1 : 2

- ☞ Effort d'introduction des tubes, gaines, faisceaux dans leurs logements : **7 daN maximum**
- ☞ Effort d'arrachement des tubes, gaines, faisceaux de leurs logements : **5 daN minimum**

Cette pièce doit de plus résister aux contraintes de l'environnement moteur définies par la norme B62 0100, explicitées ci-dessous. Les fonctions de maintien en place des différents éléments et de fixation sur le côté du moteur doivent être assurées :

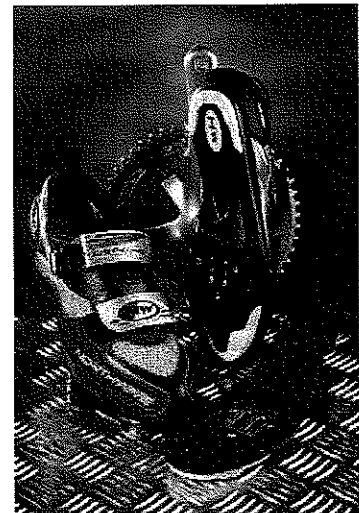
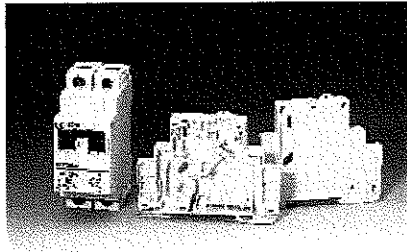
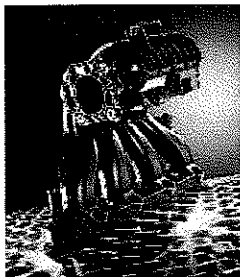
- 1) pour une température continue d'utilisation de 115 °C, et pour une température maximale de 130 °C pendant 1h, en présence :
 - d'huile moteur SAE10/30 selon la norme B71 2210
 - de liquide de refroidissement concentré à 50% de glycol selon la norme B71 5110
 - de liquides hydrauliques selon B71 2430 / 2710

- 2) pour une température continue d'utilisation de 23 °C, en présence :
 - D'essence sans plomb selon la norme B71 3140
 - De gazole selon la norme B71 3140
 - D'alcool selon la norme B71 3140

Guide matière et propriétés

DuPont™ Zytel® 70G13HS1L Résine type "Nylon" PA-6,6 GF 13

® Registered trademarks of E.I. du Pont de Nemours and Company
The miracles of science™ is a trademark of E.I. du Pont de Nemours and Company
Du Pont de Nemours International S.A., CH-1218 Le Grand-Saconnex, Genève



Introduction

ZYTEL® est la marque déposée de Dupont pour sa gamme complète de résines nylon (polyamides). Depuis l'invention du nylon par Dupont dans les années 30, elle est devenue le plus couramment employé de tous les polymères techniques.

En raison de leur excellent équilibre des propriétés, les pièces en nylon trouvent de nombreux domaines d'application : véhicules à moteur, éléments électriques/électronique, appareils domestiques, meubles et construction.

Produits et propriétés

Des résines en nylon de ZYTEL® sont classifiées par leur composition chimique dans les groupes suivants :

- PA 66
- PA 6
- Mélanges des PA 66/6
- PA 612
- PA amorphe transparent
- PA semi-aromatique hautes températures

Les caractéristiques principales des nylons de ZYTEL® sont :

- Haute résistance mécanique
- Excellent équilibre de rigidité/de dureté
- Bonne résistance à hautes températures
- Bonnes propriétés électriques et d'inflammabilité
- Bonne résistance à l'abrasion et aux produits chimiques, notamment aux hydrocarbures.

Les propriétés telles que le point de fusion, l'absorption d'humidité et le module d'élasticité sont principalement déterminées par le type chimique de nylon. En outre, des nylons peuvent être aisément modifiés et renforcés, pour créer un éventail de produits avec des propriétés adaptées pour des processus et des usages finals spécifiques. L'eau est un plastifiant pour les polyamides. Les polyamides atteignent leurs caractéristiques de déformation élastique que lorsqu'ils ont complètement effectué leur reprise d'humidité.

Description physique

Les résines en nylon de ZYTEL® sont les matériaux granulaires pleins, typiquement de forme cylindrique de dimensions nominales de 3 x 2,5 millimètres. Les compositions sont disponibles naturelles ou colorées en masse.

Conditionnement

Les résines en nylon de ZYTEL® sont disponibles dans 4 types de conditionnements standards :

- par 40 sacs de 25 kilogrammes
- octabin de 1000 kilogrammes
- octabin de 1000 kilogrammes avec déchargement par le fond
- Expéditions en vrac par camion citerne pour silo.

Traitement

Les résines en nylon de ZYTEL® sont fournies en conditionnements étanches à l'humidité, de sorte que sécher ne devrait normalement pas être nécessaire. Cependant, les résines en nylon sont hygroscopiques et absorbent l'humidité au contact de l'atmosphère. Si une absorption excessive d'humidité s'est produite, la résine doit être séchée avant transformation à 80° C jusqu'à moins de 0.2% d'humidité.

Zytel® 70G13HS1L polyamide 66 13% de fibres de verre
--

Caractéristiques :

- Usage universel ;
- Stabilité à la chaleur ;
- Stabilité thermique, bonne ;
- Imprimable ;
- Soudable par rotation ;
- Soudable par ultrasons ;
- Soudable par vibrations.

Utilisations :

- Pièces techniques ;
- Applications dans le transport, l'automobile ;
- Applications industrielles ;
- Pièces mécaniques, machines...

Alimentation des pièces injectées

L'alimentation par canaux chauds est possible mais nécessite du matériel spécifique à cause du comportement à chaud du polyamide (risques de dégazage) et de la présence de fibres de verre qui peut entraîner une usure prématurée des systèmes standards. Ce type d'alimentation représente un coût supplémentaire important.

Seules les buses à obturateur sont autorisées. Les buses ouvertes présentent en effet trop de risques pour la mise en œuvre de ce type de polymère et sont donc à éviter.

Risques

Le démontage de la buse machine ou de systèmes de canaux chauds doit s'effectuer avec un masque et des gants de protection car le PA, lorsqu'il se dégrade, fait des projections de matière fondue.

Le dosage parfois irrégulier se corrige par une contrepression adaptée et une vitesse de rotation réduite.

En dernier ressort on peut utiliser un profil décroissant de température du fourreau.

Contre cône de buse indispensable.

La combustion dégage des gaz très toxiques.

Produits de dégradation à 300 °C faiblement toxiques.

Tableau de propriétés du Zytel® 70G13HS1L

Propriétés physiques	Valeur	Commentaires
Densité	1,23 g/cc	DAM (1) ; ISO 1183
Taux de fibres de verre	13 %	Massique / ISO 3451-1 et 3451-4
Retrait linéaire longitudinal	0,005 cm/cm	Parallèle; 2.0 mm; ISO 294-4
Retrait linéaire transversal	0,01 cm/cm	2.0 mm; ISO 294-4
Coefficient K Δ v (ou r) (2)	0,82	
Propriétés mécaniques		
Contrainte en traction maximale	117 MPa	DAM; ASTM D 638
Contrainte en traction à la rupture	120 MPa	DAM; ISO 527
Contrainte en traction à la rupture	75 MPa	50% RH; ISO 527
Allongement à la rupture	12 %	50% RH; ISO 527
Allongement à la rupture	2,7 %	DAM; ISO 527
Module de traction	3,5 GPa	50% RH; ISO 527
Module de traction	5,5 GPa	DAM; ISO 527
Module de flexion	4,9 GPa	DAM; ISO 178
Contrainte de flexion à la rupture	100 MPa	50% RH; ISO 178
Contrainte de flexion limite élastique	60 MPa	50% RH; ISO 178
Choc Izod, entaillé (ISO)	4,5 kJ/m ²	DAM; ISO 180/1A
Choc Izod, entaillé basse température (ISO)	4,5 kJ/m ²	-40°C; DAM; ISO 180/1A
Point de fusion	262 °C	10°C/min; DAM; ISO 11357-1/-3
Flexion sous charge à 0,46 MPa	258 °C	DAM; ISO 75-1/-2
Flexion sous charge à 1,8 MPa	238 °C	DAM; ISO 75-1/-2
Flexion sous charge à 1,8 MPa	242 °C	DAM; ASTM D 648
Point Vicat	250 °C	50N, 50°C/h ISO 306
Propriétés de mise en œuvre		
Température de mise en œuvre	285 - 305 °C	DAM
Température outillage	70 - 120 °C	DAM
Cisaillement admissible en rotation (vitesse tangentielle au sommet du filet de la vis de plastification)	0,1 à 0,5 m/s	
Taux d'humidité	Max 0,2 %	DAM
Absorption d'eau	2,2 %	ISO62, équilibre à 50% RH 23°C
Absorption d'eau	6,9 %	ISO62, immergé 23°C
Température de séchage	80°C / 4h	
Air sec nécessaire	Oui	
Taux de rebroyé maxi conseillé	20%	
Description		
Additif	Stabilisant thermique	
Couleur	Noir	
Forme	granulés	
Procédé	Injection	

(1) DAM signifie « draft amendment » c'est-à-dire projet d'amendement (de la norme).

(2) Ce coefficient correspond au rapport de variation de volume de la matière entre 20°C et sa température moyenne d'injection. On utilise K Δ v (ou r) pour le calcul prévisionnel de la course de dosage.

Détermination du taux de cendres

Extraits choisis des NORMES INTERNATIONALES © ISO 3451-1 et 3451-4 : 1997(F)

Principe

Matériaux chargés et renforcés de fibres de verre : calcination directe par combustion de la matière organique et traitement du résidu à haute température (600 ±25) °C jusqu'à obtention d'une masse constante (ISO 3451-1:1997, méthode A)

Appareillage

- ☞ **Creusets en silice, porcelaine ou platine**, inertes vis-à-vis du matériau soumis à l'essai, d'un diamètre de 50 mm à 60 mm (partie supérieure) et d'une hauteur égale au diamètre.
- ☞ **Four à moufle**, thermostaté permettant d'obtenir des températures de (600 ±25) °C, (850±50) °C.
- ☞ **Balance analytique**, ayant une précision de 0,1 mg.
- ☞ **Hotte aspirante**.

Prise d'essai

Prélever une quantité d'échantillon pour essai suffisante pour produire 5 mg à 200 mg de cendres (voir tableau 1). Dans le cas de matériaux renforcés, prélever 2 g ou plus. Si l'on ne connaît pas le taux de cendres approximatif, le déterminer au préalable et en déduire la taille de la prise d'essai à choisir dans le tableau 1.

Tableau 1 — Masse de la prise d'essai

Taux de cendres approximatif %	Prise d'essai	Masse de cendres obtenue
	g	mg
≤0,01	200	5 à 10
>0,01 à 0,05	100	10 à 50
> 0,05 à 0,1	50	25 à 50
>0,1 à 0,2	25	25 à 50
>0,2 à 1	10	20 à 100
> 1 à 10	5	50 à 500
>10	2	200

Mode opératoire

(...) Les matériaux comportant des matières de charge ou les matériaux renforcés doivent être séchés avant calcination en étant chauffés à 100 °C jusqu'à obtention d'une masse constante.(...) Introduire l'échantillon dans le four à moufle chauffé au préalable à la température prescrite et calciner pendant 30 min.(...) Répéter l'opération jusqu'à obtenir une masse constante (variation inférieure à 0,5 mg)

Nombre d'essais

Répéter l'essai autant de fois que nécessaire jusqu'à ce que les résultats de deux déterminations successives ne diffèrent pas entre eux de plus de 10 % de leur moyenne.

Expression des résultats

Le taux de cendres ou de cendres sulfatées, exprimé en pourcentage en masse, est donné par la formule

$$\frac{m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 est la masse, en grammes, de la prise d'essai séchée ;
 m_1 est la masse, en grammes, de cendres obtenue.

Analyse rhéologique

Très important : toute l'analyse rhéologique a été effectuée sur une seule pièce, le nombre d'empreintes n'étant pas encore connu au moment de sa réalisation.

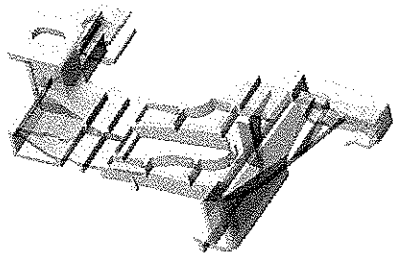
Pour pouvoir être exploités, les résultats devront être modifiés afin de tenir compte du nombre d'empreintes et du type d'alimentation.

Le choix final s'est porté sur un **moule 4 empreintes** alimenté classiquement. Le **volume de la carotte et des canaux** vaut **12,15 cm³**.

Nom de la pièce :	PMS RX-d-907-038
Fournisseur matière :	DuPont Engineering Polymers (Moldflow Verified)
Catégorie de matières :	Zytel 70G13HS1L
Température moule :	100,00 °C
Température matière :	300,00 °C
Adéquation du modèle :	Le modèle de pièce convient parfaitement à l'analyse.
Durée des mouvements outillage :	3 s
Temps d'injection :	1,15 s
Pression d'injection :	10,47 MPa
Volume de la pièce :	19,92.cm ³
Force de fermeture au remplissage :	1,37 tonne
Force de fermeture estimée sous une pression de compactage de 20% :	(2,09 MPa) 0,45 tonne
Force de fermeture estimée sous une pression de compactage de 80% :	(8,38 MPa) 1,79 tonne
Force de fermeture estimée sous une pression de compactage de 120 % :	(12,56 MPa) 2,69 tonne
Surface soumise à la force de fermeture :	20,97.cm ²
Durée du cycle :	12,38 s
Risque de formation de retassures :	4 % du modèle sont susceptibles de présenter des retassures.

MODÈLE TRANSPARENT

Platine multi supports RX-d-907-038:Modèle transparent



Moldflow
ANALYSING PLASTIC PROCESS

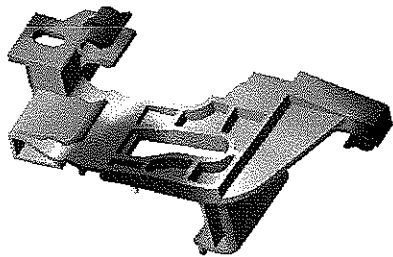
20 mm



TEMPS DE REMPLISSAGE

Platine multi supports RX-d-907-038:Temps de remplissage

[sec]



Moldflow
ANALYSING PLASTIC PROCESS

20 mm



0
0.11
0.23
0.34
0.46
0.57
0.69
0.80
0.92
1.03
1.15

TEMP. DU FRONT D'ÉCOULEMENT

Platine multi supports RX-d-907-038:Temp. du front d'écoulement

[deg C]

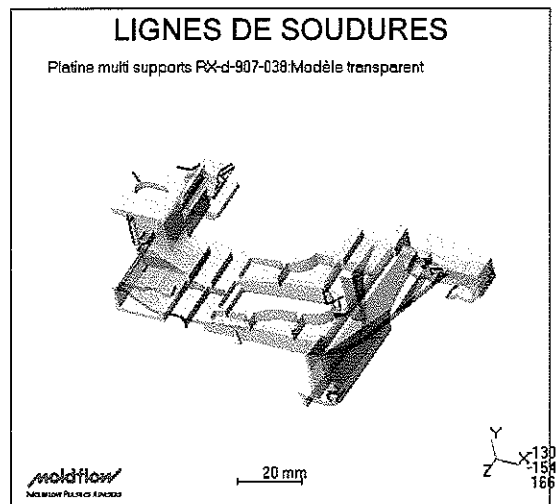
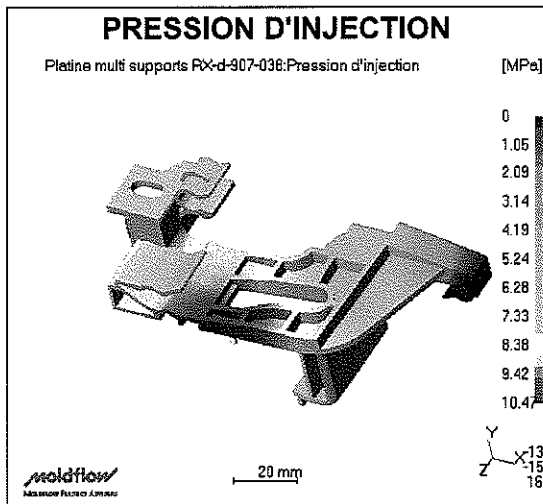
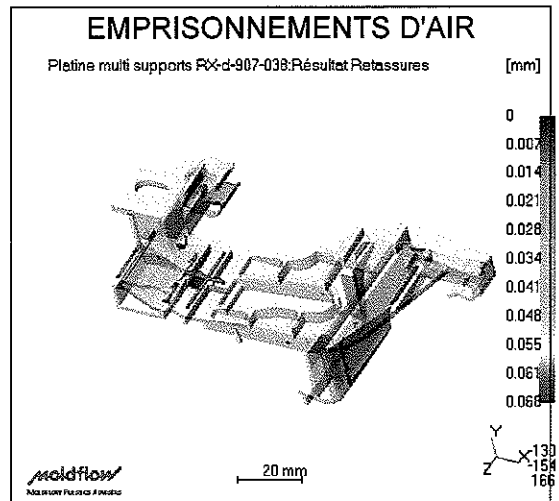
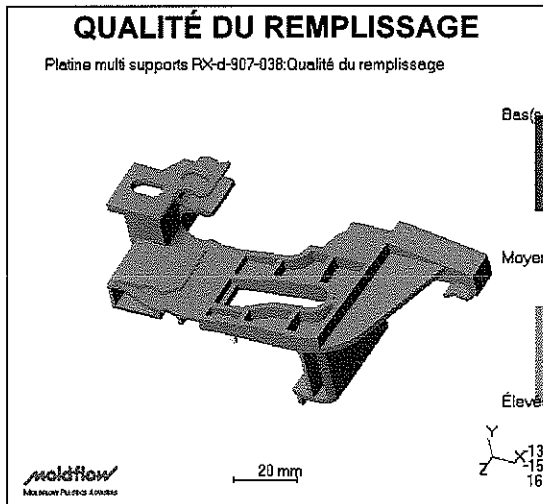
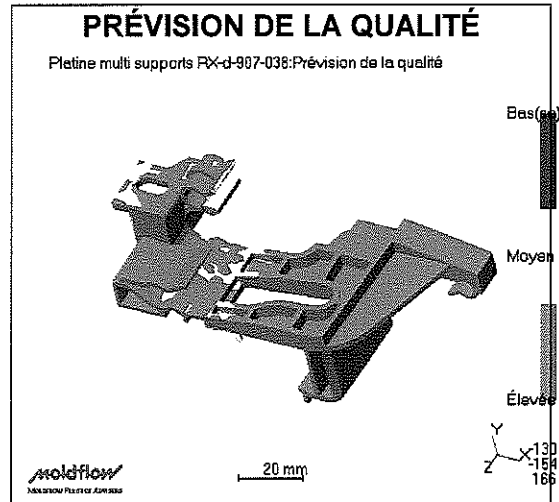
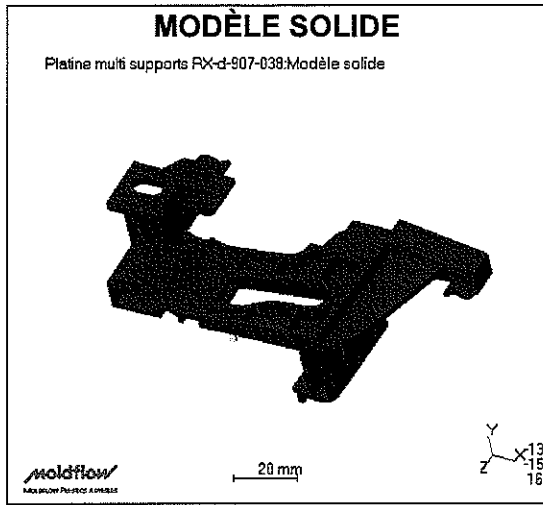


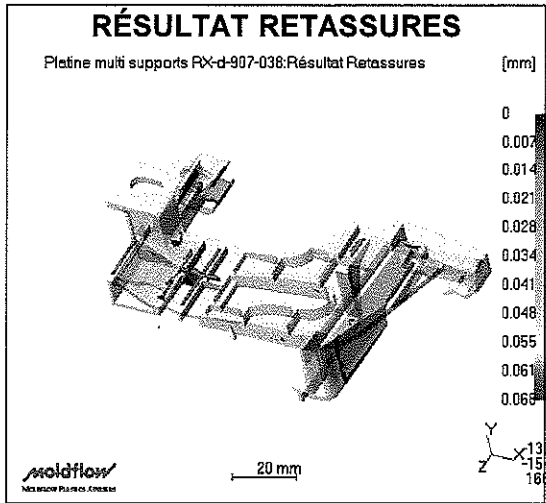
Moldflow
ANALYSING PLASTIC PROCESS

20 mm

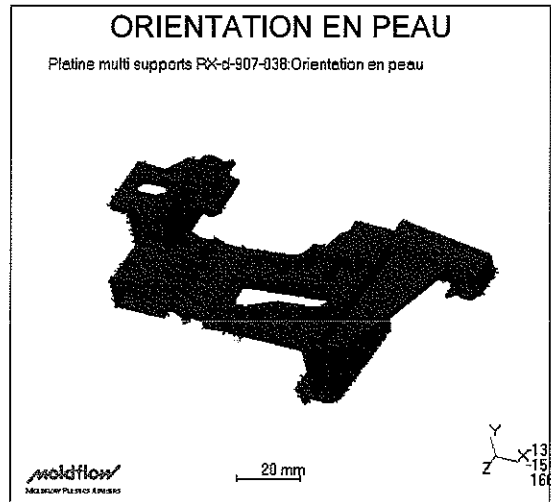
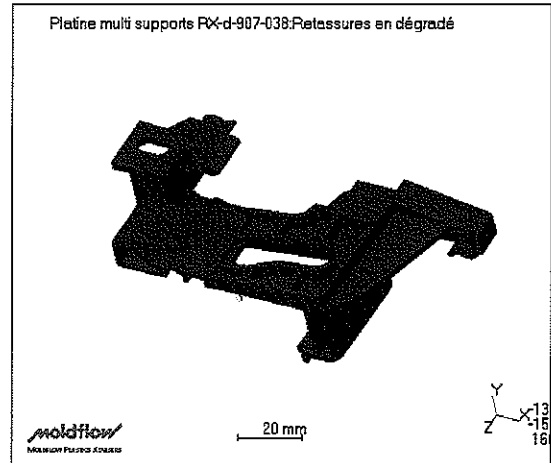


235.00
241.50
248.00
254.50
261.00
267.50
274.00
280.50
287.00
293.50
300.00



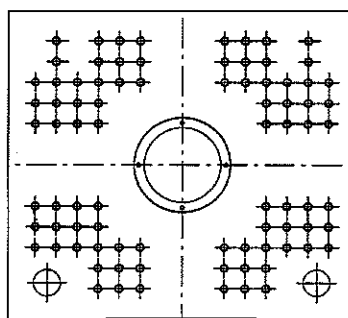


RETASSURES EN DÉGRADÉ



Parc machines : caractéristiques des presses à injecter de l'îlot

PROXIMA



BILLION PROXIMA H120-40T

Injection		H120
Diamètre de vis	mm	25
Rapport L/D		20
Volume théorique injectable	cm ³	61
Pression maxi sur la matière	bar	1 945
Débit de plastification théorique par tour	cm ³	1,3
Débit maxi d'injection	cm ³ /s	88
Débit maxi d'injection avec accumulateurs	cm ³ /s	196
Vitesse de rotation vis maxi	rpm	400
Course des vis	mm	125
Course de la buse	mm	200
Force d'appui de la buse	kN	60
Puissance de chauffe fourreau	kW	5,7
Nombre de zones de chauffe fourreau (buse incluse)		4
Puissance moteur électrique de vis	Kw	Non
Puissance moteur du groupe hydraulique	kW	11
Puissance totale installée	kW	17
Capacité accumulateurs	l	option
Capacité réservoir d'huile	l	200
Fermeture		40T
Force de verrouillage	kN	400
Dimensions des plateaux H x V	mm	580 x 520
Passage évacuation pièces	mm	405
Passage entre colonnes H bas	mm	405
Course d'ouverture	mm	270
Espace maxi entre plateaux	mm	630
Epaisseur des moules mini	mm	180
Epaisseur des moules maxi	mm	360
Force d'ouverture moule (approche/déverrouillage)	kN	16,12 / 55,21
Force d'éjection hydraulique	kN	23,9
Course d'éjection hydraulique	mm	100
Temps de cycle à vide	s	1,65
Encombrement des machines		H120-40T
Longueur x Largeur x hauteur (hors tout)	m	3,52 x 1,3 x 1,72
Masse approximative (hors huile et moule)	t	3,9

BILLION PROXIMA H310-50T

Injection		H310
Diamètre de vis	mm	35
Rapport L/D		20
Volume théorique injectable	cm ³	168
Pression maxi sur la matière	bar	2 025
Débit de plastification théorique par tour	cm ³	3,3
Débit maxi d'injection	cm ³ /s	101
Débit maxi d'injection avec accumulateurs	cm ³ /s	288
Vitesse de rotation vis maxi	rpm	330
Course des vis	mm	175
Course de la buse	mm	250
Force d'appui de la buse	kN	60
Puissance de chauffe fourreau	kW	9,4
Nombre de zones de chauffe fourreau (buse incluse)		4
Puissance moteur électrique de vis	Kw	Non
Puissance moteur du groupe hydraulique	kW	15
Puissance totale installée	kW	24
Capacité accumulateurs	l	option
Capacité réservoir d'huile	l	200
Fermeture		50T
Force de verrouillage	kN	500
Dimensions des plateaux H x V	mm	580 x 520
Passage évacuation pièces	mm	405
Passage entre colonnes H bas	mm	405
Course d'ouverture	mm	270
Espace maxi entre plateaux	mm	630
Epaisseur des moules mini	mm	180
Epaisseur des moules maxi	mm	360
Force d'ouverture moule (approche/déverrouillage)	kN	16,12 / 55,21
Force d'éjection hydraulique	kN	23,9
Course d'éjection hydraulique	mm	100
Temps de cycle à vide	s	1,65
Encombrement des machines		H310-50T
Longueur x Largeur x hauteur (hors tout)	m	3,7 x 1,3 x 1,72
Masse approximative (hors huile et moule)	t	4

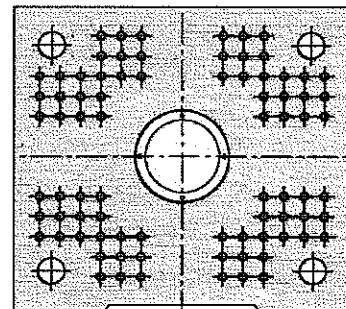
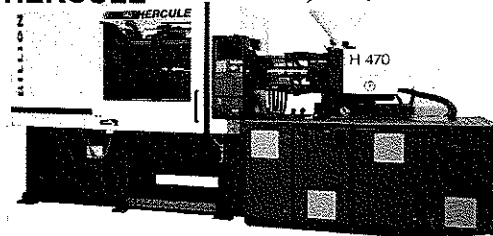
BILLION PROXIMA H430-100T

Injection		H430
Diamètre de vis	mm	35
Rapport L/D		20
Volume théorique injectable	cm ³	168
Pression maxi sur la matière	bar	2 645
Débit de plastification théorique par tour	cm ³	3,3
Débit maxi d'injection	cm ³ /s	111
Débit maxi d'injection avec accumulateurs	cm ³ /s	289
Vitesse de rotation vis maxi	rpm	300
Course des vis	mm	175
Course de la buse	mm	300
Force d'appui de la buse	kN	60
Puissance de chauffe fourreau	kW	9,4
Nombre de zones de chauffe fourreau (buse incluse)		4
Puissance moteur électrique de vis	Kw	non
Puissance moteur du groupe hydraulique	kW	18,5
Puissance totale installée	kW	option
Capacité accumulateurs	l	28
Capacité réservoir d'huile	l	275
Fermeture		100T
Force de verrouillage	kN	1001
Dimensions des plateaux H x V	mm	710 x 650
Passage évacuation pièces	mm	490
Passage entre colonnes H bas	mm	490
Course d'ouverture	mm	380
Espace maxi entre plateaux	mm	820
Épaisseur des moules mini	mm	230
Épaisseur des moules maxi	mm	440
Force d'ouverture moule (approche/déverrouillage)	kN	24,3 / 79,1
Force d'éjection hydraulique	kN	37,3
Course d'éjection hydraulique	mm	150
Temps de cycle à vide	s	1,9 (3)
Encombrement des machines		
Longueur x Largeur x hauteur (hors tout)	m	4,5 x 1,5 x 1,96
Masse approximative (hors huile et moule)	t	6,9

BILLION HERCULE H780-200T

Injection		H780
Diamètre de vis	mm	50
Rapport L/D		22,3
Volume théorique injectable	cm ³	422
Pression maxi sur la matière	bar	1 843
Débit de plastification théorique par tour	cm ³	10
Débit maxi d'injection	cm ³ /s	700
Débit maxi d'injection avec accumulateurs	cm ³ /s	700
Vitesse de rotation vis maxi	rpm	300
Course des vis	mm	215
Course de la buse	mm	370
Force d'appui de la buse	kN	67
Puissance de chauffe fourreau	kW	15,3
Nombre de zones de chauffe fourreau (buse incluse)		6
Puissance moteur électrique de vis	Kw	option
Puissance moteur du groupe hydraulique	kW	30
Puissance totale installée	kW	45,3
Capacité accumulateurs	l	32
Capacité réservoir d'huile	l	500
Fermeture		200T
Force de verrouillage	kN	2010
Dimensions des plateaux H x V	mm	870x870
Passage évacuation pièces	mm	
Passage entre colonnes H x V	mm	610x610
Course d'ouverture	mm	560
Espace maxi entre plateaux	mm	1140
Épaisseur des moules mini	mm	280
Épaisseur des moules maxi	mm	580
Force d'ouverture moule	kN	290
Force d'éjection hydraulique	kN	50
Course d'éjection hydraulique	mm	150
Temps de cycle à vide	s	2,2
Encombrement des machines		
Longueur x Largeur x hauteur (hors tout)	m	6,2x1,8x2,2
Masse approximative (hors huile et moule)	t	10

HERCULE



Norme européenne / Norme française (extraits choisis)

Polyamides : Détermination de la teneur en eau ISO 960 - 1988 (F)

Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des méthodes pour la détermination de la teneur en eau des polyamides (PA) et copolyamides tels que granulés et pièces. Les méthodes sont applicables pour la détermination de la teneur en eau à partir de 0,01 % (m/m). Lors de la transformation des PA, la teneur en eau joue un rôle important; il est nécessaire qu'elle soit faible pour prévenir la dégradation. Par ailleurs, on utilise ces méthodes pour déterminer le taux d'humidité des éprouvettes et produits finis.

Principe

La méthode C est la méthode de référence.

La méthode C est une méthode d'extraction par dissolution dans un mélange de méthyl-3 phénol et de toluène et dosage de l'eau par la méthode de Karl Fischer. Elle a l'avantage d'être applicable aux granulés et poudres de toutes tailles et aux produits finis avec une légère réduction, ou sans réduction de leur dimension.

Nombre d'essais

Effectuer deux déterminations par échantillon. Opérer sur des prises d'essai de 2 à 10 g, selon la teneur présumée en eau.

Plastiques : détermination de l'absorption d'eau NF EN ISO 62 Mai 1999

Principe

Les éprouvettes sont immergées dans de l'eau distillée à 23 °C ou dans de l'eau distillée bouillante, ou encore exposées à des atmosphères à 50 % d'humidité relative, à des températures définies et pendant des laps de temps spécifiés. La quantité d'eau absorbée par l'éprouvette est déterminée par mesurage de sa variation de masse, c'est-à-dire la différence entre sa masse après exposition à l'eau et sa masse initiale, et elle est exprimée en pourcentage de la masse initiale. Si besoin est, il est également possible de déterminer la quantité d'eau perdue après séchage des éprouvettes.

Certaines applications peuvent nécessiter des atmosphères ayant une humidité relative comprise entre 70 % et 90 % et une température située entre 70 °C et 90 °C. Il est possible d'utiliser des atmosphères ayant une humidité relative et une température supérieures à celles recommandées dans la présente Norme internationale, si ces conditions ont fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées. Si des conditions d'humidité relative et de température autres que celles recommandées sont utilisées, elles doivent faire l'objet d'une description complète (avec les tolérances appropriées) dans le rapport d'essai.

Appareillage

Balance, précise à $\pm 0,1$ mg

Étuve, à ventilation forcée ou à vide, réglable à $(50,0 \pm 2,0)$ °C ou à toute autre température convenue

Récipients, contenant de l'eau distillée, ou de l'eau de pureté équivalente, équipés d'un dispositif de chauffage réglable à la température spécifiée.

Dessiccateur, avec déshydratant (par exemple P₂O₅).

Équipement de mesurage des dimensions des éprouvettes (si nécessaire), ayant une précision de $\pm 0,1$ mm.