

B.T.S. INDUSTRIES PLASTIQUES EUROPLASTIC

E4 : PRODUIRE EN PLASTURGIE

EPREUVE PONCTUELLE

Durée : 5 heures

Coefficient : 7

Aucun document autorisé

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, du 1611/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Documents Fournis

Le sujet comporte 33 pages

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Documents réponses, à rendre avec la copie.

Organisation du sujet :

Dossier technique

DT1 Extrait du cahier des charges	Page 6
DT2 Plan pièce	Page 7
DT3 Fiche matière	Page 8
DT4 Equipements de laboratoire	Page 9
DT5 Fiche outillage	Page 10
DT6 Dossier presses à injecter	Page 11
DT7 Caractéristiques des ensembles vis fourreau	Pages 12 et 13
DT8 Caractéristiques des sécheurs	Page 14
DT9 Caractéristiques des thermorégulateurs	Page 15
DT10 Caractéristiques des doseurs volumétriques	Page 16
DT11 Extrait de la norme NF EN ISO 1133 MFR-MVR	Pages 17 et 18

Dossier questionnaire

Questionnement	Pages 20 à 26
----------------	---------------

Dossier Réponse

Documents réponse DR	Pages 28 à 33
----------------------	---------------

La rédaction des réponses aux questions posées se fait sur feuilles de copie ou sur les documents réponse si précisé.

**Les différentes parties de cette épreuve sont indépendantes.
Elles peuvent être étudiées dans l'ordre de votre choix.**

Exemple de répartition du temps :

Lecture du sujet	0h30	Barème proposé
Partie 1 : Choix équipements	0h45	25 points
Partie 2 : Choix matières	0h30	20 points
Partie 3 : Calcul pré réglages	0h30	20 points
Partie 4 : Validation matière	0h30	20 points
Partie 5 : Capabilité	0h30	35 points
Partie 6 : Analyse de l'implantation de l'îlot	0h30	20 points
Partie 7 : Planification de la production	0h45	35 points
Partie 8 : Assurer la sécurité des personnes	0h30	25 points
		Sur 200 points

Présentation.

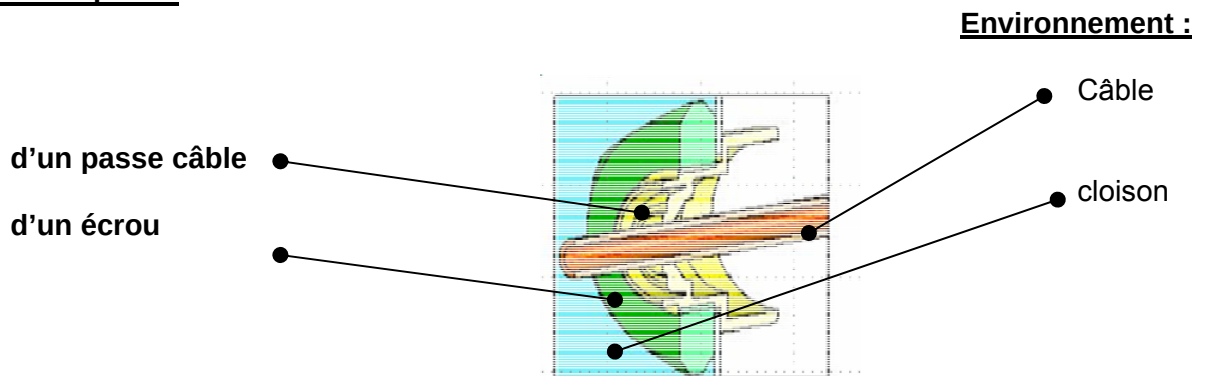
Présentation du produit

Dans le but de répondre à la concurrence, une entreprise spécialisée dans la fabrication de raccords désire améliorer sa gamme de produits pour le secteur industriel.

La société RACCORPLAST est spécialisée dans l'injection de pièces en thermoplastiques.

Grâce à un nouveau produit, il est possible de passer rapidement un câble à travers une cloison,

Le produit est composé :



Tout comme elle l'a déjà fait pour d'autres produits, l'entreprise a choisi d'utiliser des matières plastiques, afin de réduire ses prix (réduction du nombre de composants, de leurs coûts matière et de leurs coûts de fabrication).

Cela présente aussi d'autres avantages tels qu'une réduction de la masse, une meilleure résistance à l'abrasion, la corrosion et des meilleures propriétés de glissement.

Ce produit permet le passage des câbles électriques à travers des cloisons à l'intérieure de centrale nucléaire.



Tous les 5 ans, les câbles doivent être contrôlés. Pour ce faire, les câbles sont démontés et envoyés chez un câbleur pour vérification (état de surface, continuité et claquage).

Cette opération est délicate, car il ne faut pas endommager le câble lors du passage entre les cloisons.



Le démontage sans arrachement des câbles est donc indispensable, les câbles mesurant 20 mètres, la matière du passe câble doit permettre un bon glissement.

Présentation.

Présentation du procédé de fabrication

RACCORPLAST dispose d'un parc de presses à injecter de 220 à 1100 kN.

Le processus de production débute par l'injection des composants plastiques :

- L'écrou en POLYOXYMETHYLENE (POM) de type **HOSTAFORM® C9021**
- Le passe câble en POLYOXYMETHYLENE (POM) de type **HOSTAFORM® C9021**

On procède ensuite à l'assemblage des composants.

L'entreprise propose des kits avec les différents composants conditionnés éventuellement sous blister.

Afin d'équiper une nouvelle centrale nucléaire en raccord pour passer des câbles à travers des cloisons, RACCORPLAST a reçu une commande de 50 000 kits répartis de la manière suivante :

Un kit est composé de :

- 1 passe câble rouge (Poste de sécurité)
- 1 passe câble jaune (Poste de communication)
- 1 passe câble bleu (Poste technique)
- 1 passe câble noir (Poste de production)
- 1 écrou

La date de commande est le lundi 22 mai 2017.

La livraison doit être impérative pour le mardi 01 août 2017.

L'étude portera sur la fabrication des passes câbles de différentes couleurs.

Les passes câbles seront obtenus par injection dans un outillage à 2 empreintes identiques. Le moule comporte des tiroirs. La société ne possède qu'un seul outillage.

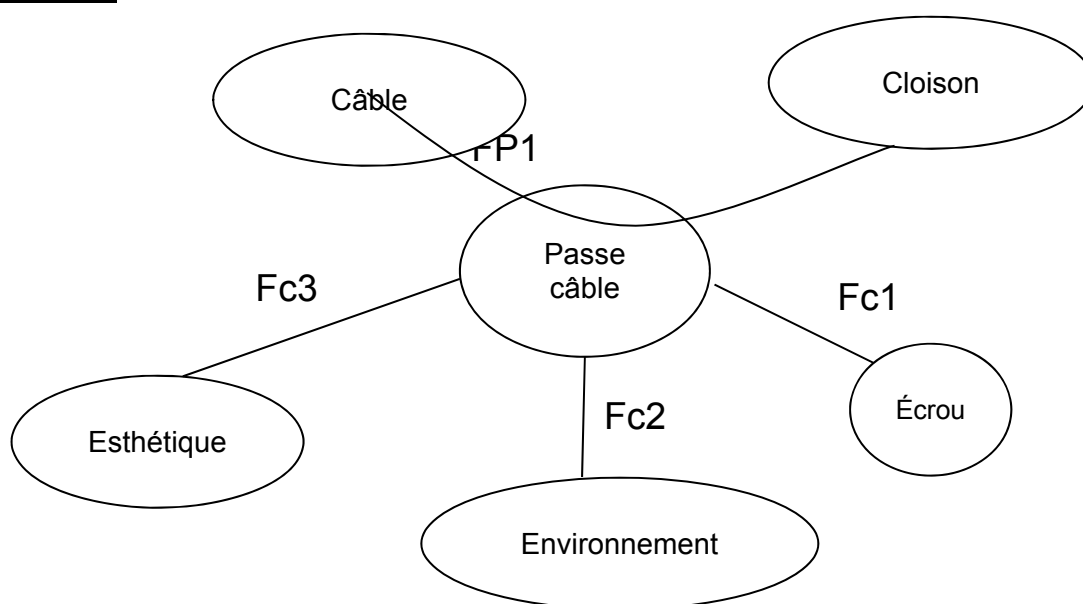
Données de fabrication :

Entreprise travaillant 7 jours par semaine 24h sur 24 en 3x8h.

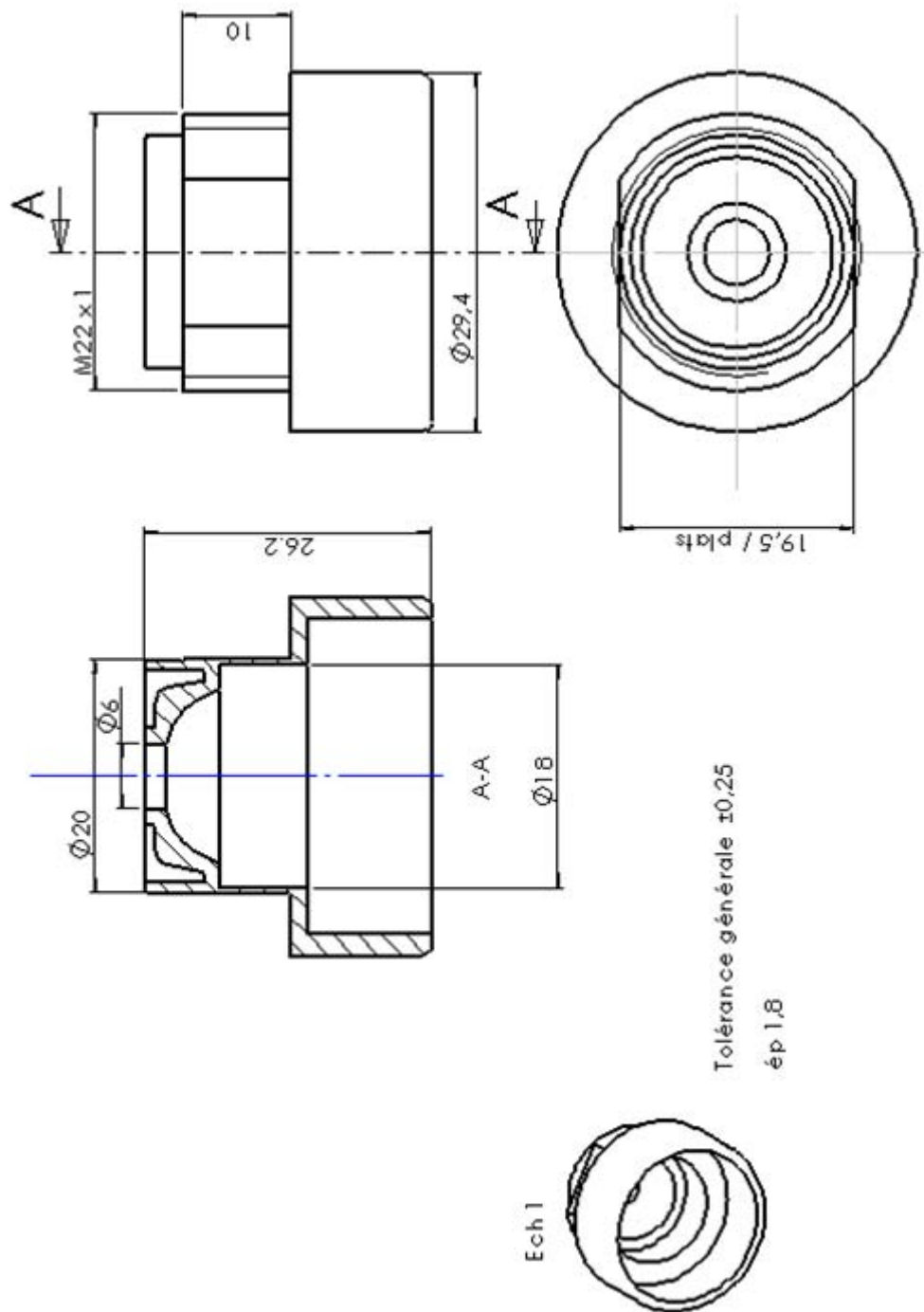
DOSSIER TECHNIQUES

DT1 - Extrait du cahier des charges.

Fonctions :



Produit	Passe-câble pour cloison (épaisseur paroi 1 et 2 mm)
Matière	Température d'utilisation maxi: -75°C à 150°C
Fonction FP1	Assurer la protection contre les coupures, l'usure du câble plastique au passage de parois métalliques Permettre le passage de conduite de câble électrique Ø 6^{-0.1} en matière plastique à travers des parois en tôle d'acier.
Fonction Fc1	Pouvoir être immobilisé par vissage.
Fonction Fc2	Température d'utilisation en milieu industriel de 0°C à 40°C. 60° en pointe Résister aux vibrations fréquentes et variables Résister à l'abrasion Bonne propriété au glissement
Fonction Fc3	Permettre l'identification par type d'utilisation : - 4 couleurs : rouge (Poste de sécurité) jaune (Poste de communication) bleu (Poste technique) noir (Poste de production)



DT3 - FICHE MATIERE

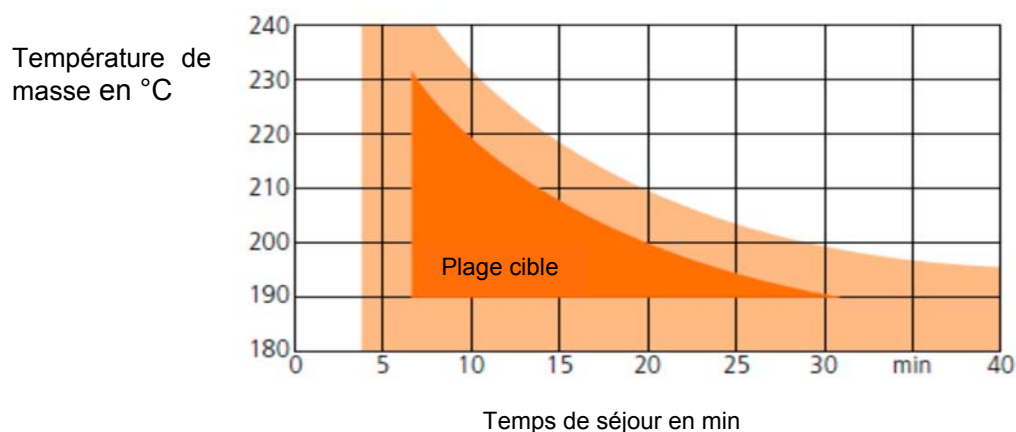
Hostaform® C 9021

Celanese Corporation – POM Copolymère

Propriétés ASTM & ISO & DIN

Physique	Valeur	Unité	Norme du test
Densité	1410	$kg.m^{-3}$	ISO 1183
Retrait au moulage, parallèle	2,0	%	ISO 294-4
Retrait au moulage, perpendiculaire	1,8	%	ISO 294-4
Thermique	Valeur	Unité	Norme du test
Température de ramollissement Vicat	160	°C	ISO 306
Température de fusion	166 à 170	°C	ISO 11357-3
Température de transition vitreuse	-60 à -65	°C	Méthode interne
Température de cristallisation	148	°C	Méthode interne
Conductivité thermique	0,31	$W.m^{-1}.K^{-1}$	DIN 52612
Chaleur spécifique	1470	$J.kg^{-1}.K^{-1}$	Méthode interne
Rhéologique	Valeur	Unité	Norme du test
Gradient de cisaillement	10000	s^{-1}	
MFR(190°C/ 2,16 kg)	11	$g/10min$	ISO 1133
Moulage par injection	Valeur	Unité	Norme du test
Température de séchage	140	°C	
Temps de séchage	4	h	
Température pied de trémie	20 à 30	°C	
Température alimentation	170 à 180	°C	
Température homogénéisation	180 à 190	°C	
Température compression	190 à 200	°C	
Température buse	190 à 210	°C	
Température de masse	190 à 210	°C	
Température du moule	80 à 120	°C	
Pression d'injection	120	MPa	
Vitesse tangentielle de la vis	0,5	$m.s^{-1}$	
Coefficient de rétractation	0,7		
Débit d'air préconisé pour le séchage d'1 kg de matière	2	$m^3.h^{-1}$	
Colorants : rouge, jaune, bleu et noir			
Le % de mélange maître : 2 %			

Temps de séjour recommandé dans la vis de plastification



DT4 - EQUIPEMENTS DE LABORATOIRE.



DSC 822 METTLER TOLEDO



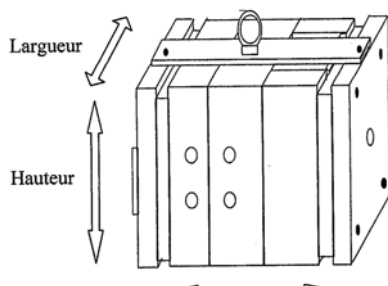
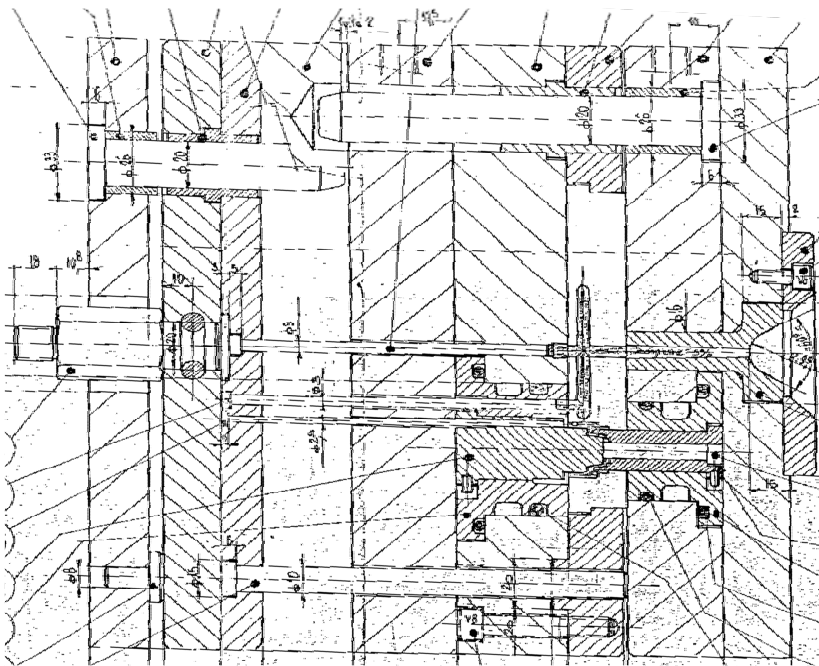
MFI XNR-400



SPECTROMETRE IR ALPHA BRUKER



BANC DE TRACTION AIS



Référence de l'outillage : 48

Outillage deux empreintes à tiroir

Alimentation de la pièce par carotte canaux seuils.

Rayon de seuil d'alimentation : 1 mm

Masse de l'outillage : 100 Kg

Dimensions de l'outillage : Hauteur 250 mm, largeur 200 mm, épaisseur 242 mm.

Fixation sur presse par bridage.

Pression en bout de vis sur la matière : 1200 bars maxi

Pertes de charges : 40 %

Ejection : Attelée

Diamètre de la bague de centrage : 100 mm

Portée de la buse : sphérique R20 mm

Surface projetée des canaux : 2,2 cm²

Surface projetée du passe câble : 6,5 cm²

Masse de l'outillage : 100 kg

Matière Hostaform® C 9021 100 % vierge + 2% de colorant maitre

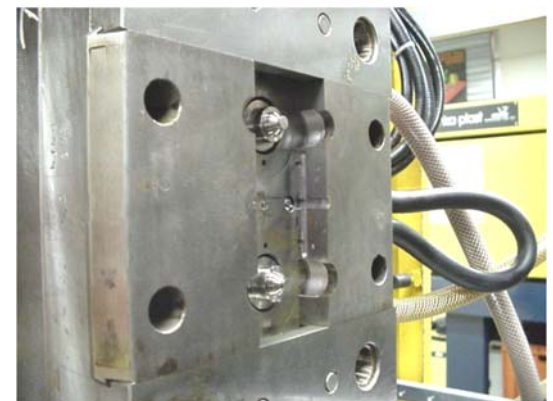
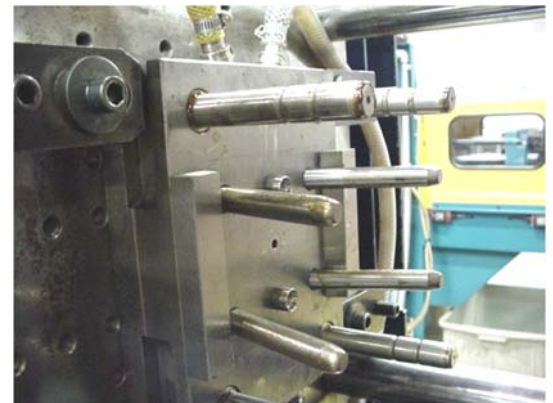
Masse de l'alimentation: 2,7 g+/-0,2

Masse du passe câble : 5,5 g+/-0,2

Masse moulée (passes câble + alimentation) : 13,7 g

Type de régulation : Thermorégulateur, **par huile**

Température régulation outillage : 100°C



Régulation par huile :
La contenance du circuit externe au régulateur (moule + tuyaux) est estimée à 1,5 kg.

La contenance du circuit interne du régulateur pour les calculs est estimée à 47 kg.

Pour des raisons de changement de production, il ne faut pas mettre plus de 30 minutes pour porter l'outillage à température.

Temps de cycle pour les passes câbles : 19 secondes.

DT6 – DOSSIER PRESSES A INJECTER

PRESSES CARACTERISTIQUES	ARBURG 470 S ALLROUNDER	ENGEL VICTORY	BILLION PROXIMA	KRAUSS MAFFEI 50C2	FANUC	BOY 22S
Force de fermeture (kN)	1100	500	800	500	650	220
Passage entre colonnes (mm)	470 x 470	-	460	320 x 320	320 x 320	254 x 254
Course d'ouverture maxi (mm)	500	400	330	350	250	200
Epaisseur moule mini / maxi (mm)	250 / 750	200 / 600	200 / 400	200 / 550	150 / 400	200 / 400
Diamètre bague de centrage (mm)	125 H 7	125 H 7	125 H 7	125 H 7	125 H 7	110 H 7
Diamètre vis (mm)	35	30	35	22	28	22
Système de fixation	Bridage	Bridage	Bridage	Bridage	Bridage	Vissage
Volume injectable maxi (cm ³)	140	99	168	40	58	30,4
Volume injectable 80% (cm ³)	112	79,2	134,4	32	46,4	24,3
Pression en bout de vis maxi (bar)	2200	1450	2645	2227	2500	1732
Type d'éjection	Hydraulique	Hydraulique	Hydraulique	Hydraulique	Electrique	Hydraulique
Pression hydraulique maxi (bar)	214	209	190	200	-	160
Puissance d'installation (kW)	20,8	21,8	39	17,4	49	13,1
Encombrement au sol (m) L × l	5,1 x 1,5	3,4 x 1,3	4,4 x 1,4	3,18 x 1,24	3,7 x 1,1	1,9 x 0,81

DT7 – CARACTERISTIQUES DES ENSEMBLES VIS FOURREAU

Fourreaux

Source issue du catalogue BMS

Afin de s'adapter aux besoins des différents process et matériaux, 4 types de fourreaux bimétalliques sont disponibles avec différentes combinaisons et niveaux de résistance à l'abrasion et à la corrosion.

La carcasse structurale des fourreaux bimétalliques est composée d'un alliage d'acier maintenant la résistance et la rectitude une fois le moulage de la chemise en alliage haute résistance effectué. Contrairement à de nombreux constructeurs, nous pouvons fournir de longs fourreaux, supérieurs à 6,1m. Vous bénéficiez alors d'un fourreau plus résistant et parfaitement rectiligne, sans rétention de matière pouvant endommager ou contaminer votre process.



	B102	B200	B800	B306
	Résistant à l'usure	Résistant à la corrosion et à l'usure	Résistant à la corrosion et l'hyper usure	Résistant à la corrosion
Usure	***	****	*****	**
Corrosion	**	***	****	*****
Éléments majeurs	Fe, Ni, C, B	Fe, Cr, Ni, Mo, B	Ni, W, Cr, C, B	Co, Ni, Cr, B, (Mo)
Dureté HRC	58-64	64-69	58-65	48-54

B102	Par un usage général	Composition : alliage enrichi avec un nickel bore-fer Très bon rapport qualité / prix pour l'injection ou pour l'extrusion de polymères peu ou non chargés Bonne stabilité thermique Meilleur que la plupart des fourreaux bimétalliques Faible résistance à l'abrasion Dureté : 58-65 HRC Utilisation extrusion et Injection
B200	Résistant à l'usure	Alliage de bore-fer très enrichi en chrome Bonne résistance à l'abrasion et à la corrosion Dureté : 64-69 HRC Utilisation extrusion et Injection
B800	La référence incontestée	Composition : particules de carbure de Tungstène uniformément dispersées dans une matrice en alliage de nickel résistant à la corrosion Résistance exceptionnelle à l'usure abrasive et à la corrosion Essentiel pour des matières hautement abrasives telles que celles contenant 35% ou plus de fibres de verre ou de compounds minéraux (carbonate de calcium...) ou les matières difficiles à fondre comme HMW-HDPE ou LLDPE Résiste aux attaques corrosives des dégazages de polymères et additifs Dureté : 58-66 HRC Utilisation extrusion et Injection
B306	Très bonne résistance à la corrosion	Dureté : 48-56 HRC Utilisation extrusion et Injection Alliage Nickel/Cobalt : un des alliages les plus résistants à la corrosion.

Vis

Source issue du catalogue BMS



La plupart des vis sont réalisées à partir d'acier d'alliage de chrome HT (AISI 4140), acier de nitruration ou d'acier inoxydable. Des alliages spéciaux résistant à la corrosion sont également disponibles.

Aciers trempés	H13	Bonne tenue à haute température. Bonne résistance à l'abrasion. Utilisation : vis d'injection, diam. Max.105 mm DIN X40CrM0 V 5 1.	NITRALLOY 135M		Le Nitalloy 135 M est utilisé sur les vis d'un diamètre supérieur à 70. mm pour toutes les matières chargées comme le PA, PP et PE. Alliage d'acier d'aluminium de molybdène de chrome. Dureté de 65 à 69 HRc en surface. Il peut être utilisé sur des applications plus abrasives que le 4140. Peut-être nitruré pour une meilleure dureté. Utilisation : avec ou sans traitement de surface (compatible avec l'alliage du fourreau). S'il est seulement nitruré, il a bonne durée de vie avec tous les matériaux chargés en pigments de couleur organique. En bimétallique : il a une excellence protection des hauts de filets et notamment résiste aux matières chargées jusqu'à 15% de fibre de verre. DIN 41CrAlMo7
	D2	Meilleure résistance à l'usure que le H13. Dureté de 55 à 58 HRc. Non ré-usinable. Travail en environnement corrosif / assez performant en abrasion. Utilisation : vis d'injection diam. max 105 mm DIN X155CrVMo 12 1.	INOX 17-4PH		Cet inox est utilisé pour toutes les matières avec colorants. GFR, moyennement corrosives. Pour PVC (flexible et rigide) et PC. Alliage d'acier d'aluminium de molybdène de chrome. Dureté de 65 à 69 HRc en surface. Il peut être utilisé sur des applications plus abrasives que le 4140. Peut-être nitruré pour une meilleure dureté. Utilisation : avec ou sans traitement de surface. S'il est seulement nitruré, il a une bonne durée de vie avec tous les matériaux chargés en pigments de couleur organique. DIN X 5CrNiCuNb 17-4
				L'inconel est utilisé pour les polymères fluorés corrosifs	
Métallurgie des poudres	Vanadis 4 CPM 9V ELMAX CPM 420V Vanadis 10	Ces aciers sont généralement utilisés en fonction de l'environnement de travail : S'il est abrasif : comme la fibre de verre, les matériaux chargés en céramique, métal et ceux chargés en colorant. Dans ce cas-là, nous utiliserons le Vanadis 4 et le CPM 9V. Le CPM 9V peut bénéficier d'une nitruration ionique pour augmenter sa résistance à l'abrasion. S'il est corrosif : (PA, LCP, auto extinguisibles, ...). Dans ce cas, nous utiliserons l'ELMAX ou le CPM 420. Le CPM 420 offre une bonne résistance à l'usure, il peut bénéficier d'une nitruration ionique pour ajouter une résistance à l'abrasion.	INCONEL	INCONEL 625	Pour PVC (flexible et rigide) et PC. Très haute résistance à la corrosion et de très bonnes résistances mécaniques. Peut être réparé par soudure. Utilisable pour les polymères fluorés (application médicale). Peut être utilisé avec ou sans traitement de surface. DIN NiCr22 9 Nb
Travail en environnement haute température (450°C)	AISI 41 40 HT	Alliage de molybdène de chrome. Haute résistance à la fatigue et donc bien approprié pour des applications intenses. Bonne dureté. Il peut être nitruré pour une meilleure résistance à l'abrasion DIN 42CrMo4. La version standard du ASI 4140 bimétallique : Traitement de surface : dépôt de X 183 (similaire au colmonoy 56) ou de X830 (Carbure de Tungstène) sur le haut des filets de la vis. Les fonds de filets devront toujours être chromés. Utilisation : dans toutes les applications avec une excellente protection du diamètre extérieur contre l'usure.		INCONEL 718	Pour PVC (flexible et rigide) et PC. Très haute résistance à la corrosion (moins que le 625). Peut-être soudé efficacement. Utilisable pour des opérations à haute température. DIN NiCr 19 FeNbMO



PLASTICS AUTOMATION

MORETTO

DEUMIDIFICATORI SERIE SX 200 - 60 Hz SERIES SX 200 DEHUMIDIFYING DRYERS - 60 Hz **SX 200**



Référence déshumidificateur

Caratteristiche tecniche - Technical specifications								
Modello Model	Temp. Temp. °C	Port. aria* Air Flow m³/h	Press. statica Static pressure mbar	Pot. soffiante Blowing Power kW	Riscaldamento Heating kW	Pot. installata Total power kW	Cons. medio Energy cons. kWh at 80°C	Fasi** Phases
SX 201	70÷150	45	100	0,25	2	4,3	0,7	3 ph
SX 202	70÷150	70	160	0,5	3,5	7,6	1,5	3 ph
SX 203	70÷150	100	220	1,3	3,5	8,4	2,6	3 ph
SX 204	70÷150	150	170	1,5	9	19,6	3,6	3 ph
SX 205	70÷150	200	220	2,55	9	20,6	4,9	3 ph

* m³ a 20°C e 1 atm / m³ at 20°C and 1 atm

** Alimentazione standard / Standard power supply: 380V/3ph/60Hz

Référence Trémie

Dimensioni - Dimensions					Abbinamenti-Couplings											
Modello Model	A	B	H	d	Abbinamento tramogge / Hoppers combination											Peso Weight kg
	mm	mm	mm	Ø mm	TC 30	TC 50	TC 75	TC 100	TC 150	TC 200	TC 300	TC 400	TC 600	TC 800	TC 1000	
SX 201	400	663	1182	50		○	●	●	○							
SX 202	491	861	1369	50			○	●	●	●	○					
SX 203	491	861	1369	50				○	●	●	●	○				
SX 204	591	981	1559	64					○	●	●	●	○			
SX 205	591	981	1559	64						○	●	●	●	○		

○ = Abbinamenti possibili / Possible combinations.

● = Abbinamenti consigliati / Recommended combinations.

Exemple : TC400 : Trémie avec une contenance de 400 litres

DT9 – CARACTERISTIQUES DES THERMOREGULATEURS

Oil Advanced - Huile jusqu'à 350°C

Systèmes compacts de thermorégulation à huile jusqu'à 350°C



Source issue catalogue BMS
FRANCE



Caractéristiques techniques

Ensembles		D1	D2	D3	D4	D5
Plage de température max.	°C	300	300/350	300/350	300/350	300/350
Volume externe max.	l	16	86/66	157/121	142/106	92/65
Puissance de chauffe	kW	6/12	9/18/27/36	24/36/48	36/72/108	72/108/144
Puissance de refroidissement (°C aller/°C eau de refroidissement)	kW	50	50/116	116	116/232	116/232
Débit de circulation max.	l/min	60/80*	100/150*/180*	360/325*/340*	530/550*/600*	1050/1080*/950*
Pression de circulation max. (valeurs max. de la courbe)	bar	6/11*	8/11*	4.2/4.8*/5.8*	4.2/4.7*/6.2*	3.5/4.5*/6.2
Puissance du moteur de la pompe	kW	1/2,8*	2.8/4*	3/4*/5.5*	4/5.5*/7.5*	5.5/7.5*/11*
Raccordement fluide caloporteur		G 1/2* MPT	AD 28-L	DN 32	DN 40	DN 65
Raccordement service eau froide		G 3/8*	up to G 1/2"	G 1/2"	G 1/2"	G 1/2"
Volume de remplissage interne	l	8	22	40	55	105
Dimensions (sans raccordements)	L mm	805	1125	1330	1780	1925
	W mm	345	395	580	730	730
	H mm	970	1210	1680	1780	2230
Poids env.	kg	120	225	460	650	900

P	Puissance de chauffe	kW
m₀	masse de l'outillage	kg
m_f *	masse du fluide	kg
C₀	Capacité thermique massique outillage	J·kg ⁻¹ ·°C ⁻¹
C_f	Capacité thermique massique fluide	J·kg ⁻¹ ·°C ⁻¹
Δθ =	θ _s - θ _i	
θ_s	Température de service	°C
θ_i	Température initiale (20 °C)	°C
t	Temps de montée en température	heures
s	Facteur de sécurité (1,2 recommandé)	

* la masse de fluide à prendre en compte comprend les contenances internes (remplissage du régulateur) et externes (tuyaux et moule)

$$P = \frac{1}{3\,600 \cdot 10^3} \times \frac{(m_0 \times C_0 + m_f \times C_f) \times \Delta\theta}{t} \times s$$

Valeurs utiles :

	C ₀			C _f	
Unité	ACIER	CUIVRE	ALUMINIUM	EAU	HUILE
J·kg ⁻¹ ·°C ⁻¹	500	400	900	4180	1700

MC12/MC18/MC30

Spécifications techniques

CAPACITÉ

- MC12 : 0,07-72 kg/h
- MC18 et MC30 : 0,07-180 kg/h

APPLICATIONS

Moulage par injection et extrusion



MOVACOLOR

COLORING THE WORLD



MC12 / MC18 / MC30

Dosage volumétrique d'additifs précis

Exemple de calculs pour déterminer la capacité du doseur

La capacité de production du doseur :

Masse de la moulée : 100 g

Temps de dosage : 4 s

% de colorant : 2 %

Donc il faut 2 g toutes les 4s

Soit $2 \times 3600/4 = 1800 \text{ g/h}$ ou 1,8 kg /h

3 Appareillage

3.1 Appareillage de base

3.1.1 L'appareil se compose principalement d'un plastomètre d'extrusion (rhéomètre capillaire) opérant à température fixe. La forme générale est représentée à la figure 1. Le thermoplastique, contenu dans un cylindre vertical, est extrudé à travers une filière au moyen d'un piston chargé. L'appareillage comporte les parties principales suivantes.

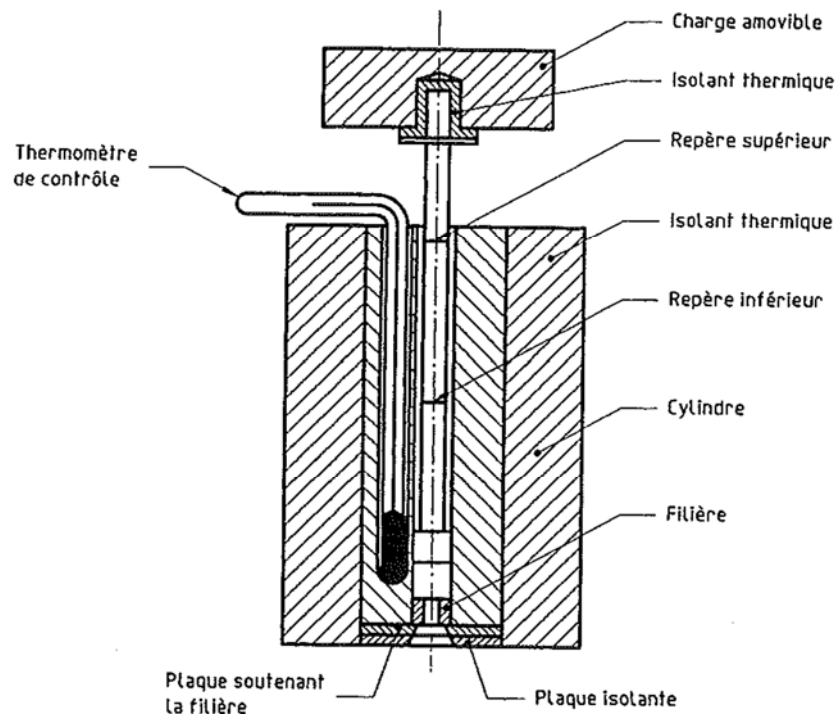


Figure 1- Appareil type pour la détermination de l'indice de fluidité à chaud (montrant l'une des méthodes possibles de soutien de la filière et un modèle de piston)

6 Mode opératoire A

6.1 Nettoyer l'appareil (voir 5.2). Avant de commencer une série d'essais, s'assurer que le cylindre (3.1.2) est à la température choisie, depuis au moins 15 min,

6.2 Mettre 3 g à 8g de l'échantillon pour essai dans le cylindre selon l'indice de fluidité à chaud présumé (voir tableau 2 à titre de guide). Pendant ce chargement, comprimer la matière en exerçant une pression manuelle au moyen de la tige de chargement (3.2.1.1). Pour un chargement aussi exempt d'air que possible, dans le cas de matières subissant une dégradation, effectuer le chargement en 1 min au maximum. Placer le piston, chargé ou non, selon l'indice de fluidité à chaud de la matière, dans le cylindre.

Si l'indice de fluidité à chaud est élevé, c'est-à-dire supérieur à 10 g/10 min, la perte d'échantillon lors du préchauffage sera importante. Dans ce cas, utiliser un piston non chargé ou faiblement chargé au cours de la période de préchauffage, et amener cette charge voulue à la fin d'un temps de préchauffage égal à 4 min. Lorsque l'indice de fluidité à chaud est très élevé, il peut être nécessaire d'utiliser un obturateur.

Tableau 2

Indice de fluidité à chaud en masse ¹⁾ <i>g/10min</i>	Masse d'échantillon pour essai dans le cylindre ²⁾ <i>g</i>	Intervalle de temps entre deux coupes d'extrudat <i>s</i>
$\geq 0,1 \text{ mais } \leq 0,5$	3 à 5	240
$> 0,5 \text{ mais } \leq 1$	4 à 6	120
$> 1 \text{ mais } \leq 3,5$	4 à 6	60
$> 3,5 \text{ mais } \leq 10$	6 à 8	30
> 10	6 à 8	5 à 15 ³⁾

1) Il n'est pas recommandé de mesurer les indices de fluidité à chaud en masse si les valeurs sont inférieures à $0,1 \text{ g/10min}$ ou supérieures à 100 g/10min .
2) Quand la masse volumique de la matière est supérieure à $1,0 \text{ g/cm}^3$, il peut être nécessaire d'augmenter la masse d'échantillon par essai.
3) Pour parvenir à une répétabilité suffisante lorsqu'on applique cette méthode à des matières ayant un MFR supérieur à 25 g/10min , il est nécessaire d'effectuer des coupes au moyen d'un dispositif automatique permettant de mesurer des intervalles de temps avec une précision meilleure que 0,1 s ou d'utiliser le mode opératoire B.

6.3 Quatre minutes après avoir introduit complètement l'échantillon pour essai, temps au bout duquel la température doit être revenue à la valeur choisie, placer la charge choisie sur le piston, s'il n'était pas chargé ou s'il l'était insuffisamment. En fonction de la viscosité réelle de la matière, laisser descendre le piston chargé ou non chargé sous l'action de la pesanteur, jusqu'à ce qu'un filament exempt de bulles soit extrudé. La durée de cette opération ne doit pas dépasser 1 min. Couper l'extrudat au moyen de l'outil (3.2.2.1) et écarter la partie coupée. Continuer à laisser le piston chargé descendre sous l'action de la pesanteur. Quand le repère inférieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre, déclencher le chronomètre (3.2.2.2) et couper l'extrudat avec l'outil tranchant en écartant de nouveau la partie coupée.

Recueillir ensuite, afin de mesurer la vitesse d'extrusion, les extrudats successivement coupés à des intervalles de temps qui dépendent de l'indice de fluidité à chaud, de sorte que la longueur d'un extrudat ne soit pas inférieure à 10 mm et soit de préférence comprise entre 10 mm et 20 mm (le tableau 2 sert de guide pour les intervalles de temps entre deux coupes).

Pour les faibles valeurs de MFR (et de MVR) et/ou lorsque les matières subissent un gonflement relativement élevé dans la filière, il peut ne pas être possible de faire une coupe d'au moins 10 mm dans l'intervalle de temps maximal de 240 s. Dans Ces cas, on peut appliquer le mode opératoire A, mais seulement si la masse de chaque partie sectionnée en 240s est supérieure à 0,4 g. Sinon, le mode opératoire B doit être utilisé.

Arrêter le découpage lorsque le repère supérieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre. Écarter les extrudats qui présentent des bulles d'air. Après refroidissement, peser individuellement, à 1 mg près, les extrudats restants, au nombre de trois au minimum, et calculer leur masse moyenne. Si la différence entre les valeurs maximale et minimale des pesées individuelles est supérieure de 15 % à la moyenne, rejeter le résultat et recommencer l'essai sur une nouvelle partie d'échantillon pour essai.

Le temps écoulé entre le chargement du cylindre et la dernière mesure ne doit pas dépasser 25 min.

6.4 L'indice de fluidité à chaud en masse (MFR), exprimé en grammes pour 10 min, est donné par l'équation

$$MFR(\theta, m_{nom}) = \frac{t_{ref} \cdot m}{t}$$

où

θ est la température d'essai, en degrés Celsius ;

m_{nom} est la charge nominale, en kilogrammes ;

m est la masse moyenne, en grammes, des extrudats ;

t_{ref} est le temps de référence (10 min), en secondes (600s) ;

t est l'intervalle de temps, en secondes, entre deux coupes d'un extrudat.

Exprimer les résultats avec deux chiffres significatifs et indiquer les conditions d'essai mises en œuvre (par exemple: 190/2, 16).

DOSSIER QUESTIONNEMENT

QUESTIONNEMENT

1 CHOIX EQUIPEMENTS

1.1 Choisir la presse à injecter pour le moulage des passes câbles :

Répondre sur feuille de copie.

L'atelier PLASTURGIE a été réaménagé suite à l'investissement d'une presse FANUC. La production des passes câbles est réalisée sur cette presse. Cette machine a déjà un taux d'utilisation élevé et le responsable de production souhaite transférer la production en cas de surcharge sur une autre presse de l'atelier.

A partir des éléments contenus dans les documents DT1, DT2, DT3 et DT5, vous devez effectuer le choix de cette presse parmi celles proposées dans le document DT6.

Justifiez votre réponse sous forme d'un tableau en considérant les critères suivants :

- La force de verrouillage minimale. Nota : Prendre 10% de sécurité pour la force de fermeture.
- Le volume à doser (matelas à adopter 10% du volume à température de transformation). Le taux du dosage utilisé par rapport au dosage maximal de la machine, idéalement entre 20 et 80%).
- La pression maxi en bout de vis en fonction de la matière utilisée.
- L'encombrement (passage entre colonne, épaisseur moule,...).

1.2 Définition et choix d'un ensemble vis/fourreau.

Répondre sur feuille de copie.

Lors d'un contrôle dimensionnel de la vis d'injection qui équipe une presse du service moulage, la maintenance a remarqué que le taux d'usure était très important. Il est donc décidé de réagir pour équiper la presse d'un ensemble de plastification résistant à l'usure, à la corrosion avec une dureté inférieure à 64HRc.

A partir du document DT7 fourni par la société BMS et du document matière DT3, vous devez effectuer le choix concernant les matériaux de constitution de l'ensemble vis/fourreau.

La réponse doit se présenter sous cette forme :

- Vis : Référence
- Fourreau : Référence

QUESTIONNEMENT

1.3 Choix d'un doseur pour coloration matière.

Répondre sur feuille de copie.

Dans un souci permanent d'améliorer la qualité, l'atelier souhaite équiper la presse utilisée pour le moulage des passes câbles, d'un doseur automatique.

A partir des documents DT5 et DT10, vous choisirez le doseur adapté en tenant compte des paramètres suivants :

- Le temps de dosage de 0,6 secondes.
- La masse de la moulée
- Le % de mélange maître : 2 %

Le critère de sélection pour le choix du doseur est : La capacité de production de mélange maître en kg/h.

1.4 Choix d'un thermorégulateur

Répondre sur feuille de copie.

Suite à une étude SMED visant à réduire les temps de changement de fabrication, il est nécessaire de préchauffer l'outillage à la température de régulation en temps masqué. Cela passe par l'achat d'un thermorégulateur réservé uniquement à cette opération.

A partir des documents DT3, DT5 et DT9, vous déterminerez le modèle qui convient le mieux sachant que le temps réservé au chauffage du moule est de 30 minutes.

1.5 Choix d'un ensemble sécheur + trémie

Répondre sur feuille de copie.

Un problème qualité sur les références du passe câble a mis en cause le séchage de la matière qui auparavant était effectué en étuve.

Pour pallier à ce problème, le service qualité propose l'achat d'un dessiccateur et d'une trémie.

A partir des documents DT3, DT5 et DT8, vous choisirez le modèle du sécheur et celui de la trémie.

Les critères de sélection pour le sécheur sont :

- La capacité de déshumidification de matière en kg/h
- Le débit d'air en trémie en m³/h.

Le critère de sélection pour la trémie est la capacité en dm³.

QUESTIONNEMENT

2 CHOIX MATIERE

Le service industrialisation de la société Raccorplast a en charge la recherche et les essais de nouvelles matières en relation avec des fournisseurs. Un des fournisseurs lui suggère l'utilisation pour l'injection de la pièce Passe câble, un autre polyoxyméthylène, appelé matière B.

Le prix d'achat de la matière B est plus faible que celui de la matière d'origine qu'on appellera matière A.

Données :

- Matière A : 2,5 €/kg
- Matière B : 2,3 €/kg

Pas de rebuts dans les deux cas

Les carottes et les canaux sont recyclés dans cette production.

Ne pas tenir compte des temps montage, réglage et démontage.

Faire les calculs sans les colorants.

Les deux matières ont la même masse volumique.

2.1 Calcul du coût matière

Répondre sur feuille de copie.

A partir des données de la fiche d'outillage DT5. Pour chaque matière, calculer le coût matière en €/pièce. Calcul du coût machine + main d'œuvre

Répondre sur feuille de copie.

Les premiers essais de moulage avec la matière B sur la presse donnent un temps de cycle de 22 s, donc plus élevé que pour la matière A .

Calculer le coût machine + main d'œuvre en €/pièce pour chaque matière.

Donnée : Coût horaire (presse +main d'œuvre) : 50 €/h.

2.2 Calcul du coût de revient total

Répondre sur feuille de copie.

Pour chaque matière, calculer le coût de revient totale en €/pièce et conclure sur la pertinence de poursuivre les essais avec la matière B.

3 CALCUL PRE-REGLAGE

Données :

- Température de masse de la matière : 200°C
- Vitesse tangentielle de la vis : 0,5 m/s
- Volume à chaud de la moulée : 13,88 cm³
- Température du moule : 100°C
- Diamètre de la vis : 22 mm
- Matelas : 5 mm
- Epaisseur de la pièce pour les calculs : 1,8 mm

Voir document DT3 et DT5 pour les autres données.

QUESTIONNEMENT

3.1 Phase de plastification

Répondre sur feuille de copie.

- Calculer la fréquence de rotation de la vis (en tr/min)
- Calculer la course de dosage (en mm)

3.2 Phase d'injection quasi-statique

Répondre sur feuille de copie.

Calculer le Temps de maintien T_m (en s)

Rappel : On calcule la diffusivité thermique α de la matière en mm^2/s

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \times c}$$

Le temps de maintien T_m (en s)

$$T_m = \frac{R^2}{5,784 \alpha \times 10^6} \ln \left(1.599 \frac{\theta_{\text{inj}} - \theta_{\text{moule}}}{\theta_{\text{figeage}} - \theta_{\text{moule}}} \right)$$

Avec les documents DT3 et DT5, définissez les données ci-dessous :

- R : rayon du seuil d'alimentation
- α : diffusivité thermique en m^2/s
- λ : Conductivité thermique de la matière ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
- ρ : masse volumique de la matière $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- c : chaleur spécifique de la matière en ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
- θ_{inj} : température matière en $^{\circ}\text{C}$
- θ_{moule} : température moule en $^{\circ}\text{C}$
- θ_{figeage} : température de figeage (cristallisation) de la matière en $^{\circ}\text{C}$.

3.3 Temps de refroidissement

Répondre sur feuille de copie.

Calculer le temps de refroidissement T_k (en s)

$$T_k = \frac{e^2}{\alpha \times 10^6 \times \pi^2} \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \times \frac{\theta_{\text{inj}} - \theta_{\text{moule}}}{\theta_{\text{dem}} - \theta_{\text{moule}}} \right)$$

Avec les documents DT3 et DT5, définissez les données ci-dessous :

- e : épaisseur
- L'épaisseur « e » est loin d'être uniforme, on se basera sur l'épaisseur générale.
- α : diffusivité thermique
- θ_{inj} : température d'injection de la matière
- θ_{moule} : température du moule
- θ_{dem} : température de la matière au moment de l'éjection
(On choisit comme température de démoulage θ_{dem} la température « Vicat » -20°C .)

QUESTIONNEMENT

3.4 Temps de refroidissement machine T_r

Répondre sur feuille de copie.

Calculer le temps de refroidissement T_r en secondes

$$\text{Avec } T_r = T_k - T_m$$

4 VALIDATION MATIERE

Afin de permettre au bureau des méthodes de garantir une production de qualité, il est indispensable de s'assurer de la nature de cette matière et de mesurer l'indice de fluidité en masse.

4.1 Calculer l'indice de fluidité en masse

Répondre sur le document réponse DR4.

Un test MFR est réalisé à la réception d'un lot de matière. A l'aide de l'extrait de la norme NF EN ISO 1133, document DT11, de la fiche matière DT3, et sachant que :

- Le bureau des méthodes accepte une dérive de 5% par rapport aux données fournisseur ;
- L'intervalle de coupe des extrudâts est de 15 secondes ;
- La masse en grammes des extrudâts est donnée dans le tableau suivant :

Extrudâts	1	2	3	4	5
Masse en g	0,285	0,273	0,293	0,262	0,282

Calculer l'indice de fluidité de cette matière, comparer la valeur calculée avec celle du fournisseur et conclure. Compléter la fiche DR4

Le passe câble est injecté en POM Hostaform C9021. Dans le but de préparer une feuille de consigne à l'usage des régleurs, on veut déterminer le temps de séjour réel de la matière dans le fourreau.

4.2 Calculer le temps de séjour réel de la matière dans le fourreau

Répondre sur feuille de copie.

A partir de la fiche matière DT3 et de la fiche outillage DT5.

Le volume de matière (matière dosée + matière dans les filets) plastifié dans le fourreau est de 40cm³. Le volume à chaud de la moulée : 13,88 cm³. Le temps de cycle est 19s. et la température de 200°C.

Calculer le volume à doser puis le temps de séjour réel de la matière dans le fourreau. Puis, à l'aide de la fiche matière, document DT3, conclure.

4.3 Identifier la matière

Répondre sur feuille de copie.

Le préparateur matière est en présence de deux sacs non identifiés de matières blanches, l'un est un polyamide l'autre doit être l'Hostaform® C9021. Pour préparer la future production de passe câble, il se doit d'identifier la bonne matière.

Au vu des équipements de laboratoire à sa disposition DT4, quel (s) test (s) lui permettrait (ent) d'identifier la matière ? Justifier votre réponse

QUESTIONNEMENT

5 CAPABILITE

Suite à un retour qualité et à la décision de refaire l'empreinte n°1 du moule n°48, la société réalise une capabilité machine afin de valider les réglages et la machine.

Nous nous intéressons ici donc à l'une des cotes les plus importantes est le diamètre extérieur, c'est-à-dire $\varnothing 29,40 \pm 0,25$.

On a prélevé et mesuré un échantillon de 50 pièces sur l'empreinte n°1.

L'ensemble des valeurs relevées figurent sur le document réponses DR1.

5.1 A partir des valeurs du tableau

Répondre sur le document réponse DR1.

- Tracer l'histogramme des valeurs relevées pour l'échantillon.
- Calculer les fréquences et pourcentages cumulés de l'histogramme.
- Tracer la droite de Henry de l'échantillon.
- A partir de la droite de Henry tracer et calculer :
 - La moyenne estimée de l'échantillon
 - L'écart type estimé de l'échantillon
 - Les indices de capabilité machine C_m et C_{mk}

5.2 A partir des résultats de la question 5.1

Répondre sur feuille de copie

Peut – on envisager la production ? Justifier

Doit – on intervenir sur les réglages ? Si oui, comment ?

6 IMPLANTATION DE L'ÎLOT

Les passes câbles sont des produits industriels. La société RACCORPLAST souhaite que le contrôle et le conditionnement se réalise en sortie de presse afin d'éviter tout risque d'erreur par un transfert intermédiaire.

La société souhaite aménager un poste de travail le plus agréable possible pour l'opérateur car il sera présent pour contrôler et effectuer la mise en carton.

Réaliser l'implantation de l'îlot à partir de la liste de matériels disponible dans la société. Situer l'opérateur.

Répondre sur le document réponse DR5.

Réf	Désignation	Réf	Désignation	Réf	Désignation
1	Presse	6	Carton de conditionnement	11	Table de contrôle qualité
2	Déshumidificateur	7	Trémie + monte matière 2 voies + doseur	12	Bac pièces non conforme
3	moule	8	Sac de POM + colorant	13	Tapis convoyeur
4	Pic carotte	9	Table de dépose des pièces injectées	14	Thermorégulateur
5	Stock cartons	10	Palan	15	broyeur

QUESTIONNEMENT

7 PLANIFICATION DE LA PRODUCTION

Afin d'honorer la commande, on demande de définir les éléments de planification de la production.

Données de production :

- Temps de démarrage de la production (montage outillage jusqu'à la première pièce conforme) : 1 h

Nota : A prendre en compte qu'une seule fois pour la totalité de la production.

- Temps de changement de couleur + purge (jusqu'à la première pièce conforme) : 1 h
- Temps d'arrêt de la production (avec démontage de l'outillage) : 1 h
- Temps de cycle passe câbles rouges, bleus, noirs et jaunes : 19s
- Matière : POM + colorant maîtres 2% pour chaque couleur.
- Les carottes et les canaux sont réintroduits à 100 % dans la production.
- Purges et aléas : prévoir 0,5% de matière et colorant en plus.
- Taux de rebuts pour toutes les couleurs : 1,2%

7.1 En prenant en compte la fabrication des pièces et des rebuts, à partir des données du moule, document DT5 et la fiche matière, document DT3, prévoir les quantités de matière et de colorant ainsi que les temps de fabrication nécessaires à la production des lots de passes câble ?

On vous demande de calculer pour la couleur rouge en répondant sur le document DR2, les éléments suivants :

Expliciter les calculs sur feuille de copie.

- Le nombre de pièces à produire réelles en associant le taux de rebut
- Le nombre de moulées
- Le temps de production (en heure) et en jour : heure
- La quantité de matière théorique (en Kg)
- La quantité de matière en associant le taux de purge (en Kg)
- La quantité de colorant (en Kg)
- La quantité de matière à colorer (en Kg)

- Et de reporter les valeurs pour les autres couleurs.

Calculer le nombre de sacs de POM de 25 Kg à commander

7.2 Estimer la date et l'heure de fin de production.

Rappel : Entreprise travaillant 7 jours sur 7, 24h sur 24 en 3x8h.

Début de la fabrication le lundi 22 mai à 0h. ordre de fabrication rouge, jaune, bleu, noir.

A partir de la réponse à la question 7.1, planifier la production, estimer la date et l'heure de fin de production. ***Répondre sur le document réponse DR3***

8 ASSURER LA SECURITE DES PERSONNES

Répondre sur le document réponse DR6.

Compléter le fiche de consigne du POLYOXYMETHYLENE (POM) de type **HOSTAFORM®** C9021, sur le document DR6, à l'aide de vos connaissances et de la fiche matière DT3.

DOSSIER DOCUMENT REPONSE

DR1 : Capabilité

DR2 : Préparation de la production

DR3 : Planification de la production

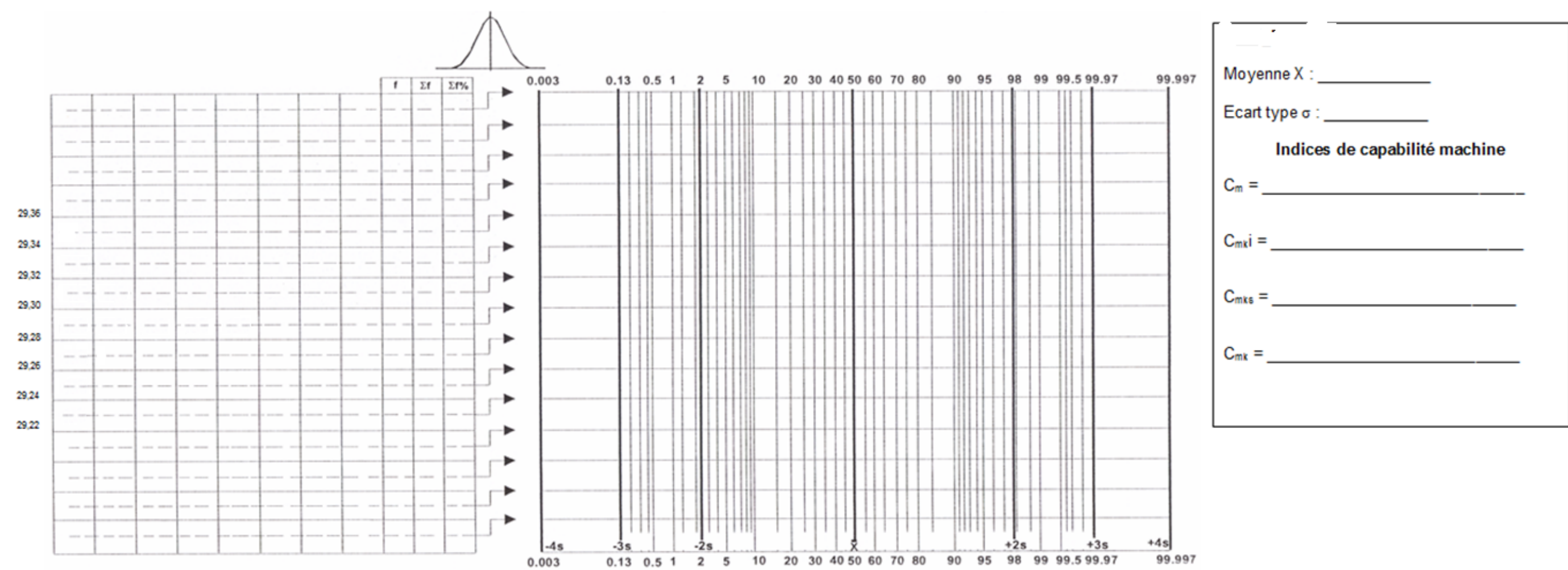
DR4 : Essai MFR

DR5 : Analyse de l'implantation de l'îlot

DR6 : Fiche de consigne du POLYOXYMETHYLENE (POM) de type **HOSTAFORM®** C9021

DR1 : Capabilité

Produit	Machine	Opération	Spécification et valeur	Repère empreinte
Passe câble		Cote	29,4 ± 0,25	1



29,23	29,30	29,22	29,27	29,33	29,29	29,32	29,34	29,34	29,29
29,27	29,29	29,24	29,33	29,30	29,29	29,32	29,29	29,29	29,36
29,29	29,30	29,26	29,29	29,26	29,28	29,28	29,23	29,29	29,27
29,29	29,28	29,29	29,31	29,32	29,31	29,24	29,30	29,26	29,26
29,31	29,29	29,29	29,30	29,24	29,28	29,25	29,25	29,29	29,26

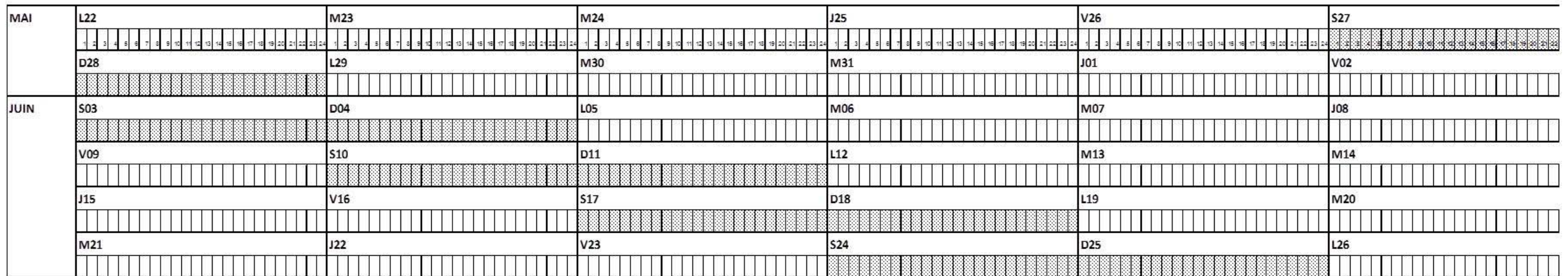
DR2 : Préparation de la production

Couleur des passes câbles et ordre de fabrication	Nombre de pièces à produire	Taux de rebuts	Nombre de pièces réelles à produire en associant le taux de rebuts	Nombre de moulées	Temps de cycle	Temps de production en heure	Nombre de jour	Masse d'une pièce	Quantité de matière théorique	% purge En plus	Quantité de matière réelle avec le taux de purge	Taux de colorant	Quantité de colorant	Quantité de matière à colorer
		(En %)	(Arrondir à la pièce près)	(Arrondir à la moulée près)	(En seconde)	(Arrondir à l'heure près)	(Arrondir au jour près)	(En g)	(Arrondir au Kg près)	(En %)	(Arrondir au Kg près)	(En %)	(Arrondir au Kg près)	(Arrondir au Kg près)
Rouge	50 000	1,2								0,5		2		
Jaune	50 000	1.2								0,5		2		
Bleu	50 000	1.2								0,5		2		
Noire	50 000	1.2								0,5		2		
						TOTAL								

Nombre de sacs à commander en Avril 2017 : _____

DR3 : Planification de la production

Compléter le diagramme de GANTT avec un jalonnement au plus tôt. Planifier en ayant une logique dans les couleurs.



1 Heure de production

Production des passes câbles ROUGE

Production des passes câbles JAUNE

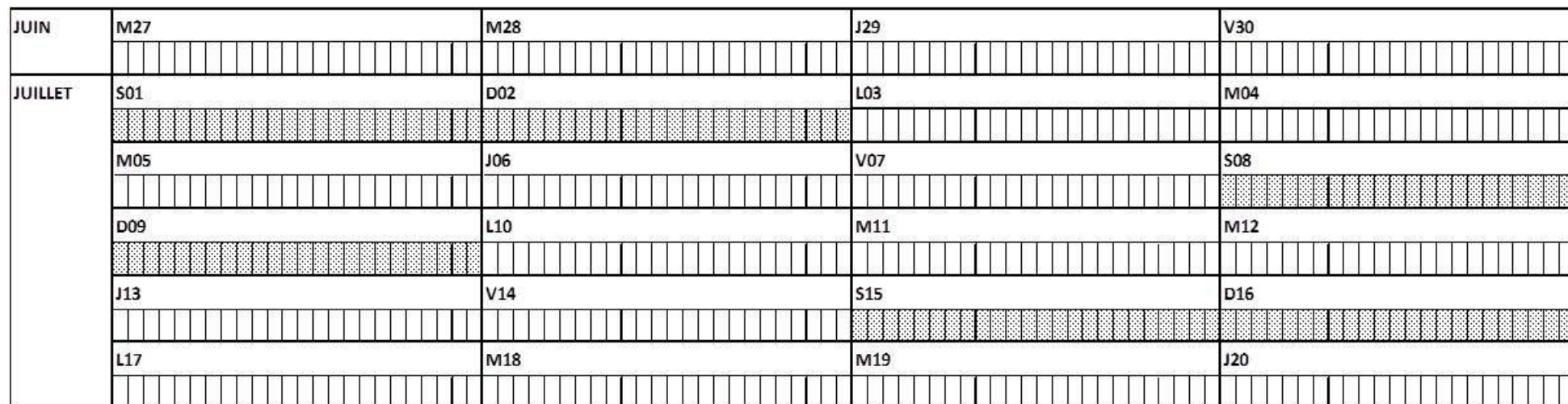
Production des passes câbles BLEU

A Temps d'arrêt de la prodction

C Temps de changement de couleur

Production des passes câbles NOIR

D Temps de démarrage de la production



Date et heure de fin de production : _____

DR4 : Essai MFR

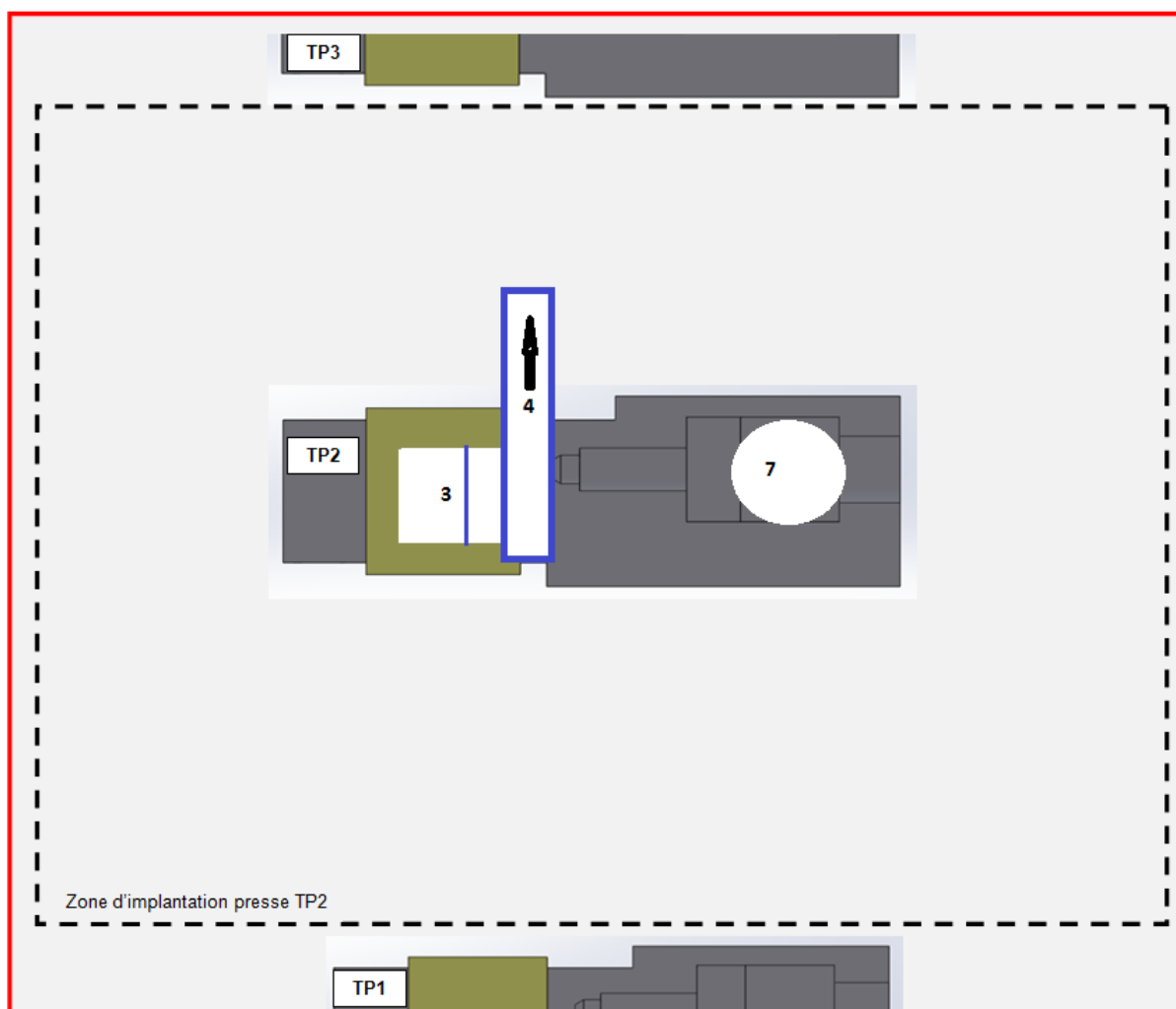
Calculer l'indice de fluidité en masse et compléter entièrement la fiche ci-dessous.

RACCORDPLAST	Mesure de l'indice de fluidité à chaud (MFR)			NORME NF EN ISO 1133	
Conditions d'essai			Caractéristiques matière		
Charge amovible	kg		Nom		
Température d'essai	°C		Fournisseur		
Intervalle de coupe t	s		REF		
Extrudâts	1	2	3	4	5
Masse en g					
Masse moyenne m en g					
MFR donné par le fournisseur			% dérive acceptable:		
MFR(θ , charge nominal) $= \frac{m \times 600}{t}$					
Conclusion	Lot accepté			Lot refusé	
Observation					

DR5 : Analyse de l'implantation de l'îlot

Presse équipée :

- Monte matière 2 voies
- Colorateur doseur
- D'une trémie équipée d'une étuve pouvant recevoir l'arrivée d'air d'un déshumidificateur
- D'un pic carotte (production prévue avec réintroduction des canaux et des carottes à 100%)



DR6 : Fiche de consigne du POLYOXYMETHYLENE (POM) de type HOSTAFORM® C9021

Compléter le fiche de consigne du POLYOXYMETHYLENE (POM) de type **HOSTAFORM®** C9021 sur le document DR6 à l'aide de vos connaissances et de la documentation matière.

Fiche de consigne pour l'injection	HOSTAFORM® C9021
Caractéristiques générales	
Type de plastique :	
Famille de matière :	
Température de fusion en °C :	
Température de dégradation en °C :	
Caractéristiques de mise en œuvre	
Température de moule mini préconisée en °C :	
Température de moule maxi préconisée en °C :	
Température matière mini en °C :	
Température matière maxi en °C :	
Pression d'injection préconisée en MPa :	
Temps de séjour maxi à 200°C en min :	
Consignes de sécurité	
Consignes de sécurité au démarrage et à l'arrêt de production :	
Consignes de sécurité lors d'un changement de matière :	
Avertissement (dégradation)	
Gaz produit lors de la dégradation :	
Conduite à tenir en cas de dégradation matière dans le cylindre :	