

**Partie B : Matières plastiques**

**Questions sur les matières plastiques – sur 18 points**

**Question no. 1 (1 point)**

On dit qu'un des avantages des plastiques réside dans la réduction des coûts d'assemblage (permanent ou non) de pièces en usine. Nommez un exemple industriel concret (pièces ou série de pièces) où l'on a tiré partie d'un tel avantage. Soyez très précis.

1 L'industrie de l'aéronautique et de l'automobile ont été les principaux à en tirer profit, en réduisant de beaucoup la quantité de métal dans leur produit. Les résines plastiques leur ont permis de fusionner plusieurs pièces initialement en métal en une seule pièce en plastique.

**Question no. 2 (1 point)**

2.1 Quel est le principal avantage du moule d'injection à canaux chauds sur le moule d'injection à trois plaques?

05 Le moule d'injection à canaux chauds permet un arrachement du produit sans déchet.

2.2 Lequel des types de moules d'injection permet un gain très important de productivité sur une plus petite presse ?

0 Les moules multi-cavité, puisqu'ils permettent de produire plusieurs pièces à la fois par un temps de cycle quasi égal à celui d'une seule pièce.

**Question no. 3 (2 points)**

a) Donner une courte définition du terme « plastification » tel qu'applicable pour les procédés d'injection ou d'extrusion (pellicule de films ou autre).

06 La plastification est la fonte, le mélange et l'homogénéisation de la résine plastique solide. A la fin de la plastification la résine est visqueuse-liquide et est prête à recevoir un procédé de formage.

b) Quelles sont les unités utilisées en SI pour la quantifier ?  $\text{kg/hr}$  ou  $\text{L/hr}$

C'est à dire masse produite / he

23

**Partie B : Matières plastiques**

**Question no. 4 (1,5 points)**

1. Nommez deux avantages significatifs reliés à l'utilisation de concentré maître de colorant comparativement à l'achat de résine pré-colorée pour un fabricant d'articles domestiques de moyenne gamme tels des plats, des bacs, des portes rouleau, poubelles, etc....

1- L'achat de concentré maître de colorant permet de changer plus rapidement de couleur en production puisque l'alimentation de résine reste la même et que l'on fait seulement charger d'additif.

2. Un camion semi-remorque (45 pieds ou env. 14 m) contient :  
(s.v.p. encercler la bonne réponse) 60 000 kg

a) env. 30 RPM  
b) env. 300 RPM

c) env. 1 000 RPM  
d) env. 1 750 RPM

3. Qu'elle est la vitesse maximale de rotation de la vis d'une extrudeuse ?  
(s.v.p. encercler la bonne réponse) 300 RPM

a) environ 60 000 kg de résine plastique en boîtes  
b) environ 20 000 kg de résine plastique en boîtes  
c) environ 120 000 kg de résine plastique en boîtes

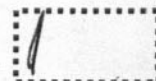
2- Les pertes de matière brute sont moins dispendieuses s'il reste du concentré versu si on reste de la résine pré-colorée.

**Question no. 5 (2 points)**

Vous êtes l'ingénieur(e) responsable de déterminer l'équipement et l'installation de ces équipements dans une nouvelle usine pour produire des profilés en PVC (petite section évidée d'env. 130 mm X 150 mm X 1,5 mm d'épaisseur) destinés au marché de la fenestration. Les profilés doivent être produits à un très gros volume soit environ 12 millions de mètres annuellement. Malheureusement, vous avez un budget assez restreint pour le montage en entier d'une seule ligne d'extrusion.

1. Nommer trois (3) principales spécifications ou caractéristiques qui vous aideront dans la sélection de l'extrudeuse. Indiquer également entre parenthèses les unités correspondantes en SI.

- Le diamètre de la vis (mm) → Plus le diamètre est gros, plus la capacité est grande  
• La force du moteur (hp)  
• Capacité de plastification (i.e. quantité max. de kilos de PVC fondu / heure)



Partie B : Matières plastiques

Qu'est-ce qui devrait vous aider à déterminer la longueur du bac (ou du système) de refroidissement (et/ou conformation) devant être utilisé dans le procédé d'extrusion d'un profilé quelconque? Justifier techniquement votre réponse. (évidemment avec des raisons autres que l'espace plancher disponible s.v.p.)

Les paramètres qui déterminent la longueur du bac de refroidissement sont:

- 1- LA vitesse à laquelle le système avance (fonction de la vitesse de plastification)
- 2- L'épaisseur du produit : plus le produit est épais plus il prend du temps à refroidir.

Question no. 6 (1 point) 3- LA température du système de refroidissement versus la température du produit.

Associer les vitesses de production aux procédés de transformation des plastiques.

- |                           |                        |                        |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| a) livres / heure         | b) heure / 1000 pièces | c) kg / heure          |
| d) mètres / heure         | e) pièces / heure      | f) 1000 pièces / heure |
| g) secondes / cycle       | h) cycles / heure      | i) pièces / heure      |
| j) aucune de ces réponses |                        |                        |

Remarque : Une réponse peut être utilisée pour plus d'un procédé.

|                                                      |                |
|------------------------------------------------------|----------------|
| 1. thermoformage de capotage d'appareil électronique | g) sec/cycle   |
| 2. extrusion gonflage de film (pellicule)            | g) sec/cycle   |
| 3. extrusion de profilés de fenêtre                  | d) mètre/h     |
| 4. injection soufflage de bouteilles de 2 li.        | g) sec/cycle   |
| 5. injection de pièces plastiques                    | f) 1000 pces/h |

Question no. 7 (1,5 points)

1. Pour un fabricant de shampoing (qualité moyenne gamme) ayant besoin d'une bouteille de 500 ml, quels seraient les avantages, à coûts comparables, qu'il aurait à choisir une bouteille fabriquée par injection-soufflage et non une bouteille fabriquée par extrusion-soufflage ? (au moins 2 avantages significatifs et courte justification)

L'injection-soufflage est très adapté pour les bouteille de petit format, comparativement à l'extrusion-soufflage, le procédé permet une meilleure étanchéité (il n'y a pas de pincement) et il permet de faire des détails plus précis comme le goulot et la base stable des bouchons.

3.9

Partie B : Matières plastiques

2. Pour quels types de bouteilles utilise-t-on principalement le procédé d'injection soufflage bi-orienté ? Pourquoi ? Et quelle est la résine plastique la plus fréquemment utilisée dans ce cas ?

On l'utilise pour les bouteilles de moins de 2 Litres - à cause du degré d'étirement limite.  
LA RESINE LA PLUS UTILISEE EST LE PET

Question no. 8 (1,5 points)

En tant que jeune ingénieur(e) industriel(le), vous travaillez pour un manufacturier (une petite PME à Ville de Laval) de chauffes piscine au gaz naturel. Ces chauffes piscine sont d'un concept nouveau, breveté et d'une technologie très innovatrice. Ils semblent présenter un bon potentiel de ventes selon votre patron et son directeur des Ventes et Marketing. Ceci est votre premier projet que vous développerez avec un jeune designer industriel. Vous avez donc la responsabilité de choisir le procédé pour faire fabriquer le « capotage » pour l'habillage de ces chauffes-piscine. Les prévisions de ventes du directeur Ventes et Marketing sont estimées à environ 7 500 destinés au marché québécois et ontarien d'ici les 5 prochaines années. Vous pensez déjà au thermoformage.

Nommez 3 raisons qui, à vos yeux, justifient l'usage du procédé de thermoformage par rapport au procédé d'injection pour la fabrication de ces capots d'habillage. Justifier en quelques mots ces trois raisons.

(Pour vous donner un aperçu du format, ce capot d'habillage est d'un volume similaire à un gros climatiseur de fenêtre)

- ✓ Etant donné que les prévisions du marché sont pas de l'ordre des millions le thermoformage est adapté par le fait que l'équipement requis est simple et que l'outillage est peu coûteux comparativement à l'injection. L'objectif étant de faire une coque pour contenir le produit le fini intérieur de la coque ne nous importe peu donc ce qui est généralement un inconvénient du thermoformage par rapport à l'injection n'est pas un ici.
- ✓ Le procédé d'injection est beaucoup plus adapté pour des petite pièce en série que des grandes pièce en petite série ou moyenne série contrairement au thermoformage. Etant donné que l'injection nécessite un moule qui englobe la pièce en entier.

10012107

l'injection sont beaucoup plus élevés que ceux du thermoformage

réponse simple & moule  
coût de la machine  
possibilité de modifier sans frais fixes de

1/5

Partie B : Matières plastiques

Question no. 9 (2 points)

1. Dans les matériaux composites, le renfort contribue essentiellement à la résistance mécanique d'une pièce fabriquée en matériaux composites. Nommez précisément les 4 éléments qui influencent les propriétés mécaniques de cette pièce en composites; laquelle sera très moyennement sollicitée mécaniquement. Précisez en quelques mots ces éléments.

- 8
- Le choix de résine qui agit comme agent liant <sup>par ailleurs ce</sup>
  - Le choix de renfort pour les propriétés mécaniques <sup>que se choisit</sup>
  - Le choix du procédé de formage du composite (catalyseur, accélérateur, pression) ✓
  - Le sens dans lequel on positionne les fibres du renfort.

2. Le procédé de moulage par projection possède l'avantage sur le procédé de moulage contact de réduire les coûts de main d'œuvre directe (MOD) mais également l'inconvénient de présenter des variations importantes d'épaisseurs de paroi et de poids de pièce à pièce. Comment peut-on techniquement contrecarrer ces inconvénients tout en continuant d'utiliser ce procédé ?

\_\_\_\_\_

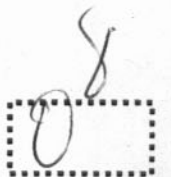
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Partie B : Matières plastiques

Question no. 10 (1.5 points)

PARMI LES PROCÉDÉS SUIVANTS,

- |                                  |                    |                                   |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| a) injection                     | b) extrusion       | c) extrusion-soufflage            |
| d) thermoformage                 | e) surmoulage      | f) injection soufflage bi-orienté |
| g) injection aux gaz             | i) moulage contact | j) enroulement filamentaire       |
| k) aucun des procédés mentionnés |                    |                                   |

LEQUEL EST LE PLUS SUCEPTIBLE D'ÊTRE UTILISÉ POUR FABRIQUER LES OBJETS COURANTS SUIVANTS FABRIQUÉS EN PLASTIQUE ?

*Il est à remarquer qu'un procédé peut être utilisé pour plus d'une réponse ou aucune réponse. Il est à noter aussi que plus d'un procédé peut être utilisé comme mode de fabrication pour une pièce.*

*Inscrire la lettre ou procédé correspondant.*

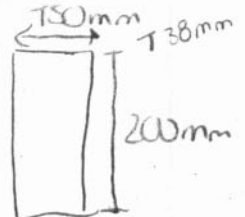
|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.1 une bouteille d'eau de source 25 litres (très grand format)   | c   |
| 1.2 une bouteille d'eau de source 2 litres                        | f   |
| 1.3 une planche civière pour rayons X                             | d x |
| 1.4 un boîtier de cassette vidéo                                  | a   |
| 1.5 une gouttière pour maison                                     | b   |
| 1.6 un pare-chocs de voiture (de couleur harmonisée à la voiture) | a   |
| 1.7 une « barquette » de biscuits                                 | d   |
| 1.8 un gros contenant de recyclage (env. 200 li)                  | d x |
| 1.9 un tuyau de drain agricole                                    | b   |
| 1.10 un boîtier de clé USB                                        | a   |

1.2

Partie B : Matières plastiques

Question no. 11 (3 points)

1. Vous avez à mouler un dessus de boîtier de téléphone (*modèle de table avec fil*) en ABS résistant au feu. Le moule de type à trois plaques permettra le moulage de 4 boîtiers à la fois. Le boîtier fait environ 6 po. par 8 po. (150 mm X 200 mm) avec une profondeur d'environ 1,5 pouce (38 mm). L'épaisseur nominale des parois est de 0,090 pouce (2,2 mm). Le seuil d'alimentation sera de type sous-marin [*submarine or tunnel gate*]. Quelle devrait être la force minimale de verrouillage (ou de fermeture) en tonnes force déployée par la presse d'injection à utiliser ? (*Calculs et hypothèses à l'appui*)



Force verrouillage = (surface de projection)  $\times$  2 tonnes

= (6 x 8) po<sup>2</sup> x 2

= 96 tonnes x 4 car.

2. Le cycle de moulage prévu pour ces pièces est de 48 secondes par cycle. Si on doit produire 850 000 unités pour l'an 2009 et 725 000 unités pour l'an 2010, Évaluer le nombre d'heures-machine requis pour chacune de ces années. (*Calculs à l'appui*)

cycle = 48 sec = 0,8 min = 0,013 hr

2009 :  $\frac{0,013 \text{ hr}}{\text{unité}} \times 850\,000 \text{ unités-machine} = 11\,050 \text{ hr-machine}$

2010 :  $\frac{0,013 \text{ hr}}{\text{unité}} \times 725\,000 \text{ unités-machine} = 9\,425 \text{ hr-machine}$

3. Dans l'identification de la presse la plus appropriée pour mouler ces pièces, nommez 3 critères les plus importants ou significatifs servant à la caractériser.

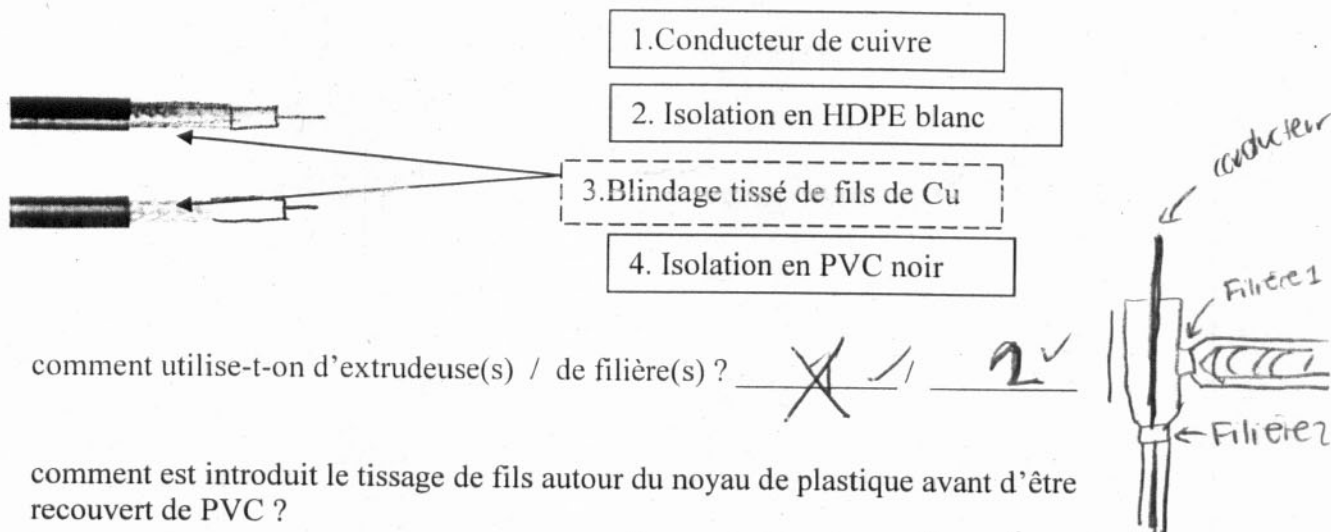
- Force de fermeture (tonnes)
- Capacité d'injection (volume)
- Capacité de plastification

22

Partie B : Matières plastiques

Question boni (1 point additionnel)

B.1. Lors de l'extrusion mono passe d'un câble coaxial (type câble TV) avec blindage tissé en fils de cuivre



- a) comment utilise-t-on d'extrudeuse(s) / de filière(s) ? ~~1~~ / 2 ✓
- b) comment est introduit le tissage de fils autour du noyau de plastique avant d'être recouvert de PVC ?

Il est introduit dans l'unité de conformité au centre du PVC (voir dessin)

B2. Il existe des billets de monnaie en plastique. Certains ont circulé en classe lors d'une séance de cours. On vous demande :

- a) par quelle caractéristique pouvait-on reconnaître visuellement qu'ils étaient fabriqués uniquement à partir de plastique et que l'on ne retrouve pas sur les billets en papier ?

Le reflet de la lumière plus intense, ne sont pas froissés.

- b) de quel pays étaient ces dénominations ? (nommez 1 des 3 pays les utilisant)

Suisse

Bonne chance et bonne carrière en ingénierie.  
Bonnes Vacances  
Michel Labonté  
2009-04-20

04