

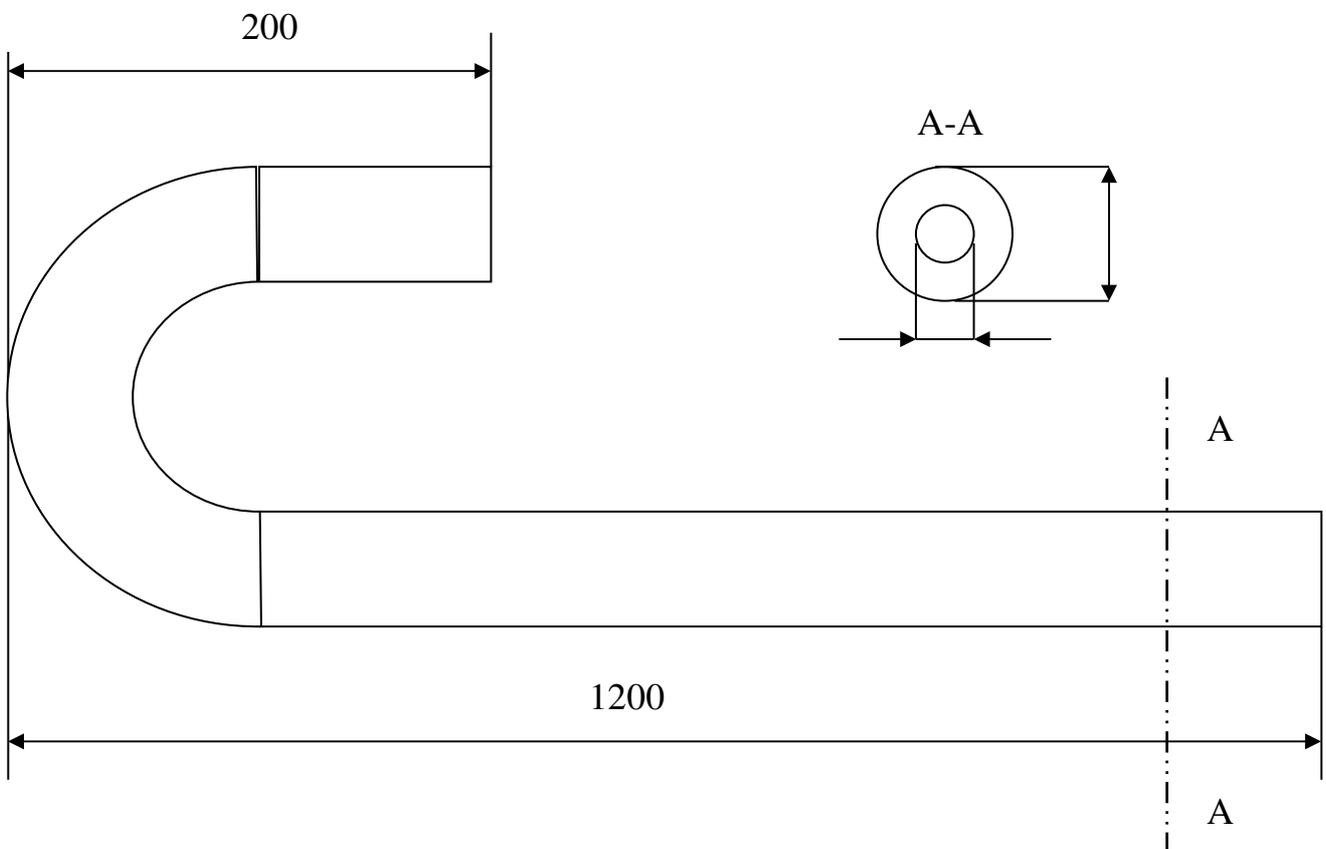
TECHNOLOGIE PROFESSIONNELLE

E.P. 1 – 2

Durée : 3 h
Coefficient : 3

PREMIERE PARTIE (sur 40 points)

Le tube de vidange de machine à laver a les dimensions suivantes :



Ce tube en caoutchouc a pour formule

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 1/18 |

| Produits | Parts (Pce) | densité |
|--------------------------|-------------|---------|
| EPDM | 100 | 0,86 |
| ZnO | 5 | 5,57 |
| Acide stéarique | 1,5 | 0,85 |
| N 550 | 80 | 1,80 |
| Kaolin calciné | 225 | 2,0 |
| Plastifiant paraffinique | 100 | 0,90 |
| PEG | 3 | 1,21 |
| Soufre | 2,5 | 2,10 |
| TBzTD | 1,4 | 1,42 |
| DPTT | 0,5 | 1,27 |
| ZDBC | 0,6 | 1,40 |

1) Choisir parmi les phrases de cahier des charges suivantes, celles qui correspondent aux contraintes auxquelles sera soumis le tube.

Justifier votre choix pour chaque phrase choisie. (3 points)

- A. Résistance à l'eau et produits chimiques.
- B. Résistance aux huiles et produits pétroliers.
- C. Résistance à la lumière, à l'ozone.
- D. Résistance à la chaleur : 170°C maxi
- E. Résistance à la chaleur : 90°C maxi
- F. Résistance à l'abrasion
- G. Résistance à la flamme
- H. Résistance rupture moyenne : 10 MPa
- I. Résistance rupture moyenne : 40 MPa
- J. Bonne extrudabilité
- K. Bonne moulabilité
- L. Faible coût du mélange final

2) En vous référant au cahier des charges. Justifier le choix des produits, de la formule donnée ci-dessus, selon les points suivants :

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMÈRES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DURÉE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 2/18 |

- **Elastomère : (1 point)**

A-t-on choisi le bon élastomère ? **Justifier votre réponse.**

- **Charges et plastifiant : (1 point)**

Pourquoi a-t-on choisi la charge Kaolin calciné ? **Justifier votre réponse.**

A-t-on choisi le bon plastifiant ? **Justifier votre réponse.**

Pourquoi trouve-t-on du PEG (polyéthylène glycol) dans la formule ?

- **Vulcanisation : (1 point)**

A-t-on choisi le bon agent de vulcanisation ? **Justifier votre réponse.**

Le système de vulcanisation est-il **efficace ou conventionnel ou semi-efficace** ? **Justifier votre réponse.**

Expliquez pourquoi le système de vulcanisation choisi est le plus adapté à l'utilisation de la pièce ?

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 3/18 |

3) Expliquer la nature et le rôle de chacun des ingrédients de la formule (**selon l'exemple donné**). **(4 points)**

| Ingrédients | famille | rôle |
|--------------------------|---|--|
| EPDM | | |
| ZnO | Oxyde métallique (oxyde de zinc) | Activateur de la vulcanisation par le soufre (augmente l'efficacité de la réticulation) |
| Acide stéarique | | |
| N 550 | | |
| Kaolin calciné | | |
| Plastifiant paraffinique | | |
| Soufre | | |
| TBzTD | | |
| DPTT | | |
| ZDBC | | |

4) Donner la signification de « EPDM » et écrire sa formule développée. **(2 points)**

5) Le choix du grade d'EPDM n'étant pas défini ; on vous demande de **sélectionner le grade (caractéristiques des grades ci-dessous) qui semblerait le plus adapté à la fabrication du tube (Tube fabriqué par extrusion). (3 points)**

| Elastomère | Marque commerciale | Viscosité Mooney (UM) | Taux éthylène (%) | Taux de diène (%) | Distribution macro moléculaire |
|------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| EPM | Vistalon 404 | 29 | 40 | 0 | Très large |
| EPDM | Vistalon 2504 | 25 | 50 | 3.8 | Très large |
| EPDM | Vistalon 7000 | 60 | 70 | 5.7 | étroite |

Justifier, pour chaque caractéristique, quel est le grade le plus adapté pour la production du tube. (Selon **l'exemple donné**) :

| Caractéristique | Choix du grade | Justification |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Distribution macromoléculaire | Vistalon 404 et Vistalon 2504 | Une très large distribution permet une meilleure mise en œuvre. |
| Viscosité MOONEY | | |
| Taux d'éthylène | | |
| Taux de diène | | |

Choix final du grade le plus adapté :

6) Justifier le choix du noir N550 dans la formule. **(1point)**

Quelle est la signification du premier et du deuxième chiffre de N550 ? **(1 point)**

Comment est quantifié le renforcement et la structure du noir de carbone (nom de l'essai et unité de mesure) ? **(1 point)**

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|----------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | PAGE : 5/18 | |

7) L'EPDM est-il sensible à la dégradation par l'ozone ? justifier votre réponse. **(1 point)**

8) Le mélange est réalisé dans un mélangeur interne de 50 litres.

- a) Quel est le type de mélangeur le plus approprié pour cette formule ? Justifier votre réponse **(1 point)**
- b) Qu'elle est ; entre la **méthode normale ou inverse** ; celle qui vous semble la plus appropriée ? Justifier votre réponse. **(1 point)**
- c) Etablir la feuille de pesée de mélange en kg (coefficient de remplissage = 1) et déterminer la **masse volumique** du mélange en précisant son unité. **(3 points)**

| INGREDIENTS | PARTS (Pce) | DENSITE | VOLUME () | POIDS () |
|--------------------------|-------------|---------|------------|-----------|
| EPDM | 100 | 0,86 | | |
| ZnO | 5 | 5,57 | | |
| Acide stéarique | 1,5 | 0,85 | | |
| N 550 | 80 | 1,80 | | |
| Kaolin calciné | 225 | 2,0 | | |
| Plastifiant paraffinique | 100 | 0,90 | | |
| PEG | 3 | 1,21 | | |
| Soufre | 2,5 | 2,10 | | |
| TBzTD | 1,4 | 1,42 | | |
| DPTT | 0,5 | 1,27 | | |
| ZDBC | 0,6 | 1,40 | | |

| | | | | | |
|-------------|--|--------------|--|-------------------------------|--|
| TOTAL PARTS | | VOLUME TOTAL | | POIDS TOTAL THEORIQUE MELANGE | |
|-------------|--|--------------|--|-------------------------------|--|

| | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| Volume utile cuve | | | | |
| MASSE VOLUMIQUE DU MELANGE CALCULEE | | COEFFICIENT DE REMPLISSAGE | | COEFFICIENT MULTIPLICATEUR |

- d) Afin d'améliorer la qualité du mélange final, il est envisagé de modifier le coefficient de remplissage de la cuve.

Allez-vous procéder à un **sous-remplissage** ou à un **sur-remplissage** du mélangeur interne ? Justifier votre réponse et indiquer une **valeur de coefficient de remplissage choisi. (1 point)**

- e) Rayer les conditions initiales fausses sur le tableau ci-dessous. **(1 point)**

| Méthode utilisée | Normale | Inverse | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Température initiale de régulation | 20°C | 60°C | 90°C |
| Vitesse des rotors | 18 tr/min | 40 tr/min | 90 tr/min |

- f) Établir la gamme de fabrication de ce mélange, (ordre d'incorporation des ingrédients, temps) en donnant une idée des températures relevées pendant la réalisation du mélange.

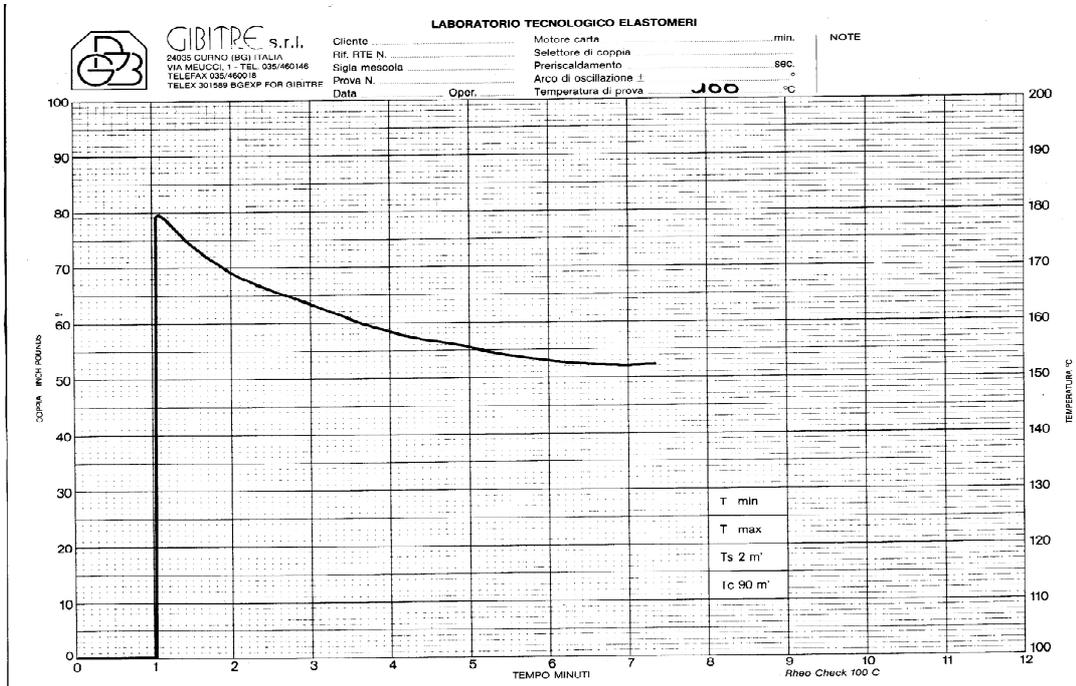
Préciser et justifier votre choix concernant l'accélération du mélange. **(2 points)**

| Ordre incorporation des produits | Temps (s) | Températures relevées (°C) |
|----------------------------------|-----------|----------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Commentaires sur l'accélération :

- 8) Suite aux contrôles réalisés sur le mélange final fabriqué, le laboratoire vous amène 3 courbes (**voir courbe 1,2 et 3**). Expliquez pour chacune d'elle (en vous aidant des courbes) :
- Quel est le principe de l'essai (appareillage utilisé, description de l'essai)
 - Quelles sont les informations recherchées

- Les points caractéristiques (**avec les unités**) de chaque courbe (détailler les différents calculs des points caractéristiques).



Courbe 1 : (2 points)

| | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 8/18 |

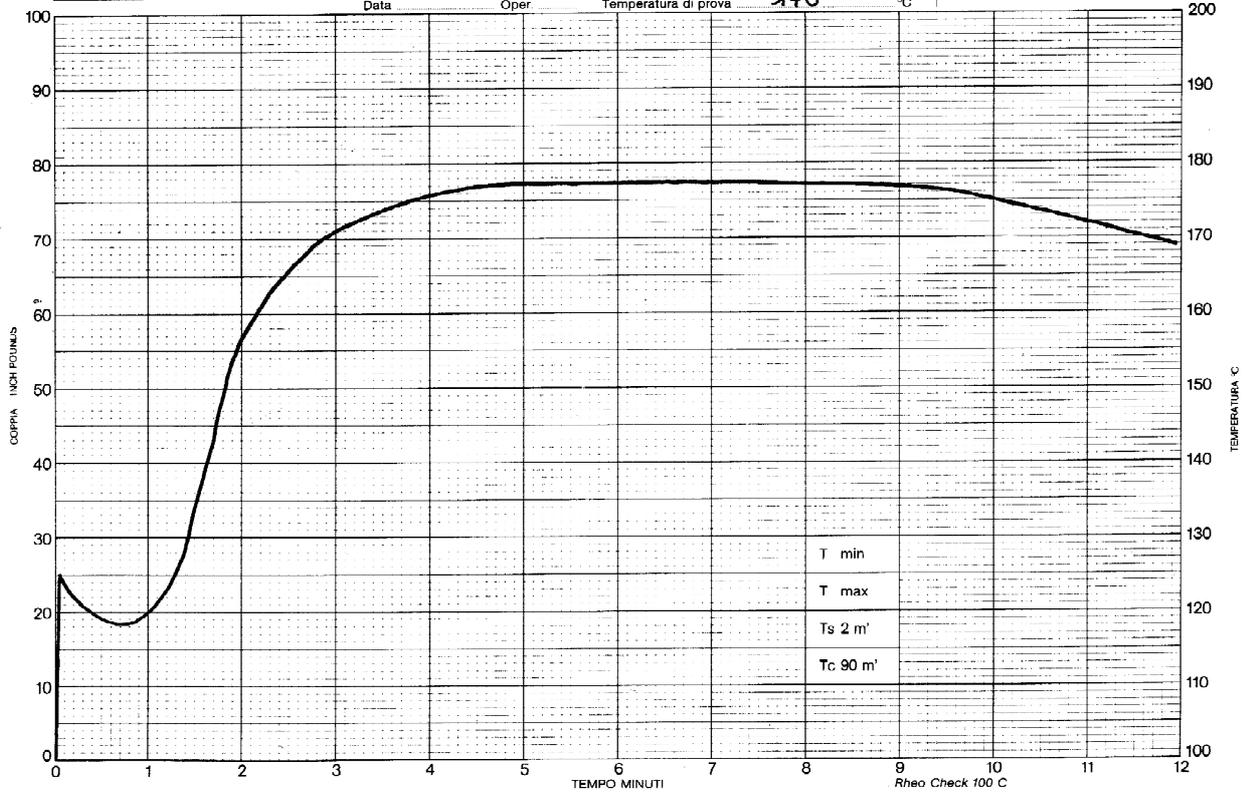


GIBITRE s.r.l.
24035 CURNO (BG) ITALIA
VIA MELICCI, 1 - TEL. 035/490146
TELEFAX 035/460018
TELEX 301589 BGEXP FOR GIBITRE

LABORATORIO TECNOLOGICO ELASTOMERI

Cliente _____ Motore carta _____ min.
Rif. RTE N. _____ Selettore di coppia _____
Sigla miscela _____ Preriscaldamento _____ sec.
Prova N. _____ Arco di oscillazione \pm 3
Data _____ Oper. _____ Temperatura di prova 170 °C

NOTE



Courbe 2 : (2 points)

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 9/18 |



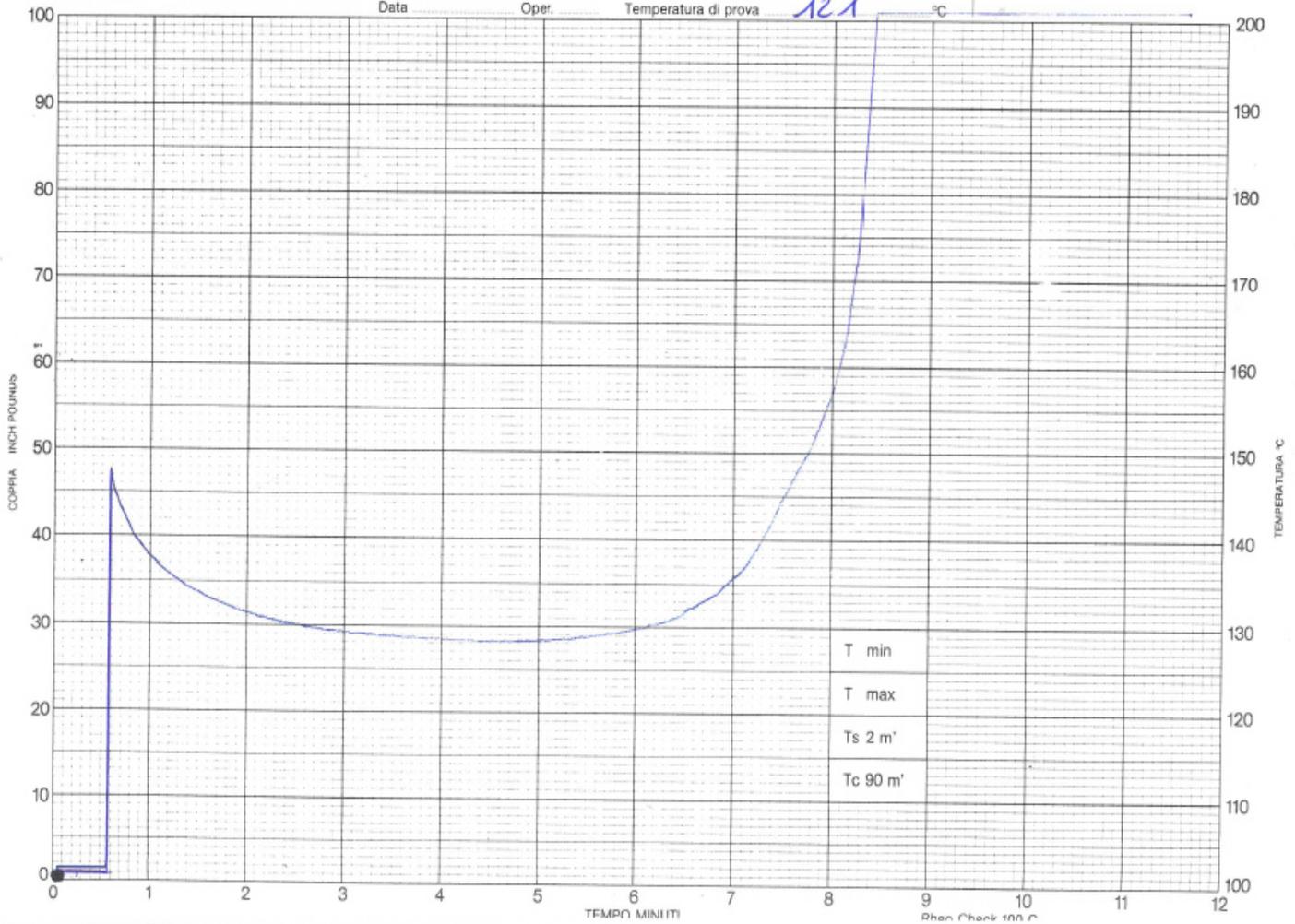
GIBITRE s.r.l.
 24035 CURNO (BG) ITALIA
 VIA MEUCCI, 1 - TEL. 035/460146
 TELEFAX 035/460018
 TELEX 301589 BGEXP FOR GIBITRE

LABORATORIO TECNOLOGICO ELASTOMERI

Cliente _____ Motore carta _____ min.
 Rif. RTE N. _____ Selettore di coppia _____
 Sigla miscela _____ Preriscaldamento _____ sec.
 Prova N. _____ Arco di oscillazione \pm _____ °
 Data _____ Oper. _____ Temperatura di prova **121** °C

NOTE

petit rotor.



T min
 T max
 Ts 2 m'
 Tc 90 m'

Courbe 3 : (2 points)

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|----------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | PAGE : 10/18 | |

9) Le laboratoire procède à différents essais (plaques laboratoire de caoutchouc vulcanisé) sur les lots de mélanges fabriqués.

Pour chaque essai, décrire le principe de l'essai, nom de la machine, description et/ou calcul des différentes valeurs obtenues, unités et éprouvettes utilisées (selon l'exemple donnée).

a) **Essai de dureté :**

Principe essai : **Dureté Shore ou DIDC : Mesure de la résistance du matériau à l'enfoncement d'un indenteur (pointe ou bille) sous faible charge**

Nom de la machine d'essai : **Duromètre shore ou DIDC**

Valeurs obtenues et unités : **Valeurs en Points shore ou DIDC (Unité arbitraire)**

Éprouvettes utilisées : **Disque ou carré de matière entre 6 et 10 mm d'épaisseur**

b) **Essai de traction : (2 points)**

Principe essai :

Nom de la machine d'essai :

Valeurs obtenues et unités :

-
-
-

Formule du calcul de la résistance :

Formule du calcul de l'allongement relatif :

Éprouvettes utilisées :

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 11/18 |

c) **Essai d'abrasion : (2 points)**

Principe essai :

Nom de la machine d'essai :

Valeurs obtenues et unités :

Eprouvettes utilisées :

d) **Essai de gonflement dans eau +lessive à 60°C pendant 72 heures. (2 points)**

Principe essai :

Nom de la machine d'essai :

Valeurs obtenues et unités :

Formule du calcul du gonflement en volume :

Éprouvettes utilisées :

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 12/18 |

DEUXIÈME PARTIE (sur 20 points)

Traiter au choix la partie A "Caoutchouc Industriel" ou la partie B "Pneumatiques"

A) Caoutchouc industriel

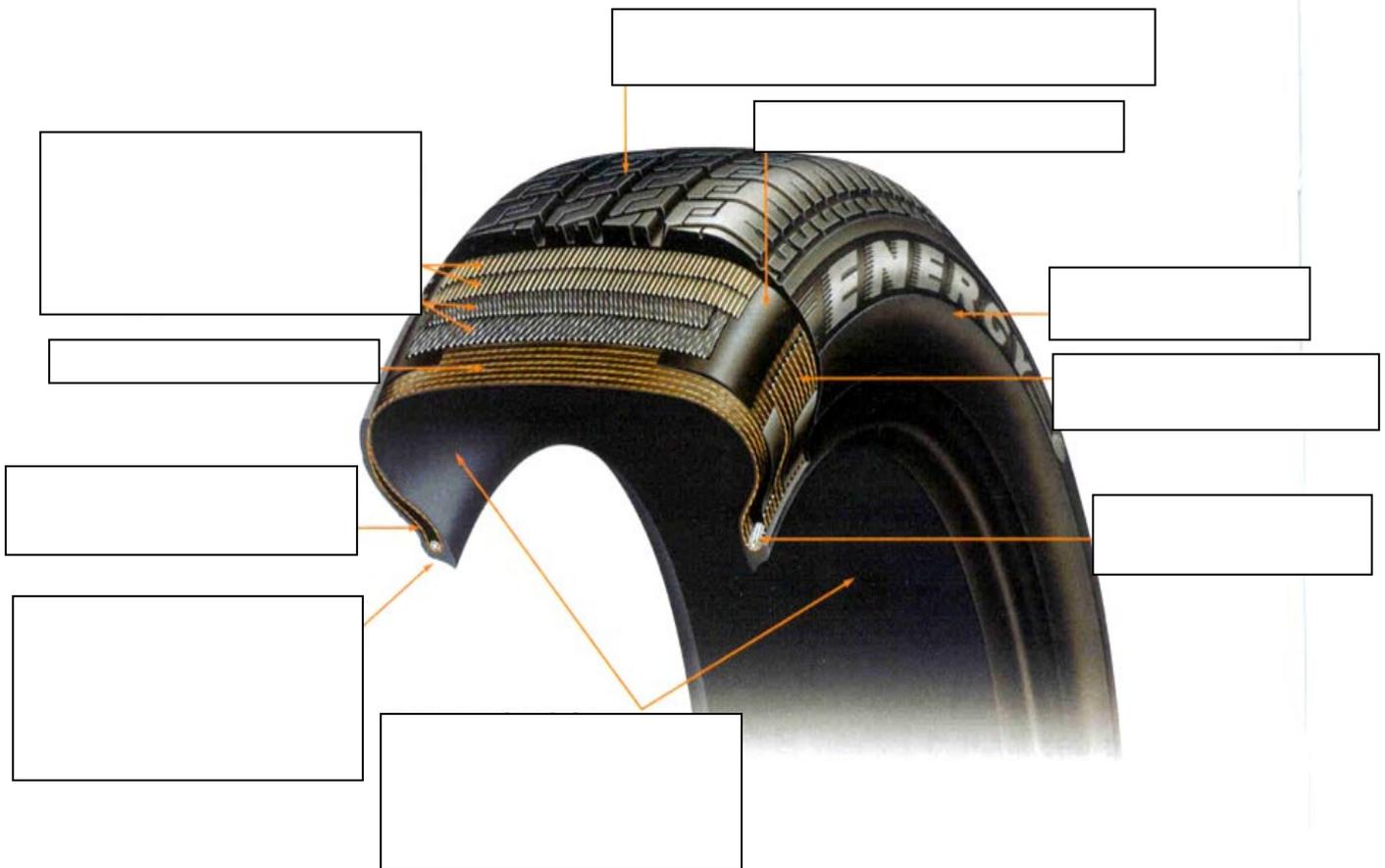
Le tube de vidange de machine à laver est fabriqué par extrusion à l'aide d'une extrudeuse $\varnothing 45 - 17 D$.

- a) A l'aide d'un schéma, donner le principe de fabrication incluant les méthodes de vulcanisation.
- b) Expliquer chacune des phases de cette fabrication
- c) Pourquoi les mélanges gonflent-ils à la sortie d'une filière ?

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMÈRES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DURÉE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 13/18 |

B) Le pneumatique

- 1) Compléter le schéma définissant les différentes parties d'un pneumatique. (2 points)



- 2) Donner la signification de l'appellation suivante. (1 point)

205 / 65 R 15 86 H

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 14/18 |

3) Nommer l'élément du pneu qui correspond à la fonction proposée (selon l'exemple donné) : (2 points)

A/ Assure le contact avec le sol. **Élément du pneu correspondant : Bande de roulement**

B / Assurent la rigidité circonférentielle du bloc sommet pour le gonflage, l'écrasement sous charge et pour le guidage du véhicule lors du roulage

C / Maintient la pression d'air par une structure composite : Mélange / Métal /Textile

D / Protège la carcasse des agressions mécaniques et chimiques.

E / Assure l'enveloppement de la tringle, et contribue à la transmission des efforts moteur et freineur.

F / Assure le contact avec la jante, et contribue aussi à la transmission des efforts moteur et freineur.

G / Assure l'étanchéité du pneu.

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 15/18 |

4) Sur le même principe, nommer l'élément du pneu correspondant à la caractéristique du mélange (selon l'exemple donné). (2 points)

A/ Faible échauffement, rigide, imperméable à l'oxygène et à l'eau, résistant à l'oxydation et à la fatigue avec une forte adhésion aux fils métalliques

B/ Imperméable et peu rigide, résistant à la fatigue.

C/ Rigide avec une forte adhésion à la jante et résistant à l'abrasion

D/ Résistant à la fatigue avec une forte adhésion aux renforts textiles ou métalliques.

E/ Résistant à l'usure et ayant un faible échauffement. **Élément du pneu correspondant : Bande de roulement**

F/ Très rigide et adhérent aux câbles métalliques

G/ Résistant à la fatigue (flexions répétées), aux chocs, à l'abrasion et aux attaques chimiques ($O_2/O_3/UV$).

5) Citez les principaux types de pneus et éléments de ceux-ci utilisant : (2 points)

- a) le coton
- b) la rayonne
- c) le Nylon polyamide
- d) l'acier

6) Quelles sont les principales différences de mise en œuvre des fils d'acier laitonné, des fils de rayonne et des fils de coton au cours du calandrage. (2 points)

7) A quoi sert le liner ? Où est-il placé ? En quoi est-il réalisé ? (2 points)

8) Combien existe-t-il de types de carcasses ? Comment les appelle-t-on ? Où sont-elles utilisées ? (2 points)

9) A quoi sert le contrôle aux rayons X ? (2 points)

10) Les images ci-dessous montrent les étapes de fabrication d'un pneumatique. Numérotez les étapes à partir du début jusqu'à la fin de fabrication.

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMÈRES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DURÉE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | | PAGE : 16/18 |

Associer ensuite, ces numéros d'étape aux phrases décrivant l'étape correspondante. **(Selon l'exemple donné). (3 points)**



Etape



Etape



Etape



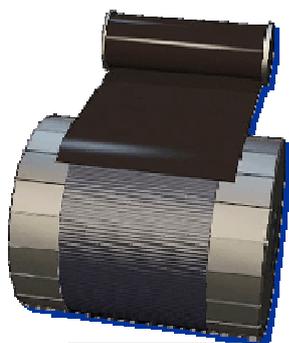
Etape



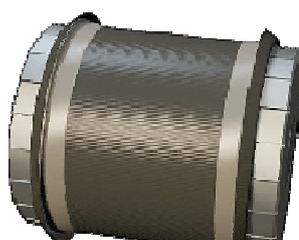
Etape



Etape



Etape 1



Etape



Etape

| | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|----------|
| B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES | | | | |
| SUJET N° 1 | SESSION 2017 | CODE : 22501 | DUREE : 3h00 | COEF : 3 |
| Épreuve : U20 TECHNOLOGIE | | | PAGE : 17/18 | |



Etape 12



Etape



Etape

| Numéro d'étape | Description de l'étape |
|----------------|--|
| 12 | Sortie de l'ébauche du pneu pour la vulcanisation |
| | Pose des bandes APEX |
| | Pose des flancs |
| | Rapprochement des bords du tambour et gonflage de la partie centrale |
| | Pose des nappes de ceinture |
| | Pose des tringles |
| | Pose des nappes de renforcement |
| 1 | Pose nappe intérieure étanche (liner) |
| | Pose de bandes diverses de liaisons |
| | Retournement de la nappe carcasse pour enrober la tringle |
| | Pose de la bande de roulement |
| | Pose de la nappe carcasse |