

Durée : 3 h  
Coefficient : 3

## PREMIÈRE PARTIE (sur 40 points)

Les membranes de suspension de poids-lourds sont constituées d'un tissu polyester recouvert, d'un coté, d'une couche de 2 mm d'épaisseur de mélange et de l'autre côté d'une couche de 1 mm d'épaisseur de mélange.

Elles comportent à leur base un trou de 80 mm de diamètre pour leur fixation sur le châssis et sont remplies d'air comprimé dont la pression règle la hauteur de suspension.



Les formules des 2 mélanges utilisés sont les suivantes :

Mélange A		
Ingrédients	pce	Densité
CR	100	1,23
ZnO	5	5,57
MgO	4	3,65
Acide stéarique	0,5	0,86
N 550	50	1,80
Huile ester	15	0,90
6PPD	1	1,10
TMQ	1	1,08
ETU	1	1,10
Soufre	1	2,10
MBTS	1,5	1,31

Mélange B		
Ingrédients	pce	Densité
Chlorobutyl	100	0,92
Acide stéarique	0,5	0,86
N762	90	1,80
Huile Paraffinique	8	0,89
ZnO	5	5,57
Soufre	1	2,10
MBT	0,5	1,49
DPG	0,8	1,10

# 1. Analyse des formules de mélanges (15 points)

- 1.1 Indiquer quel est l'élastomère utilisé sur l'extérieur de la membrane. Justifier la réponse. **(2 points)**
- 1.2 Donner 2 raisons de l'emploi de chlorobutyle pour cette application et justifier l'emploi du chlorobutyle (CIIR) au lieu du butyle (IIR) **(2 points)**
- 1.3 Écrire la formule chimique du polychloroprène **(1 point)**
- 1.4 Citer 2 qualités du polychloroprène **(2 points)**
- 1.5 Citer 2 défauts du polychloroprène **(2 points)**
- 1.6 Expliquer la nature et le rôle de chacun des ingrédients de la formule **(Selon l'exemple donné)**. **(4 points)**

Ingrédient	Famille	Rôle
CR		
ZnO		
MgO		
<b>Acide stéarique</b>	<b>Acide gras</b>	<b>Solubilise le ZnO / Agent de mise en œuvre</b>
N 550		
Huile ester		
6PPD		
TMQ		
ETU		
Soufre		
MBTS		

1.7 En vous aidant du tableau de caractéristiques des noirs de carbone, préciser la différence entre les noirs des formules de mélange A (N550) et B (N762). **(2 points)**

ASTM D-1765			Types Commercialisés			
Classe	Diamètre moyen (nm)	Surface Spécifique (m <sup>2</sup> /gr)	Exemple de dénomination	Diamètre moyen (nm)	Surface Spécifique (m <sup>2</sup> /gr)	Indice DBP (ml/100gr)
5	40 - 48	36 - 52	N550 FEF	47	43	120
6	49 - 60	26 - 42	N660 GPF	54	36	91
			N683 APF	58	38	135
7	61 - 100	17 - 33	N762 SRF - LS	95	26	65
			N765 SRF - HS	70	28	122
			N774 SRF	72	30	74
			N754 SL	103	-	58

**Tableau de caractéristique des noirs de carbone.**

## 2. Le mélangeage (10 points)

Les mélanges sont réalisés sur un mélangeur à cylindres de caractéristiques : 600 x 2100. Le volume optimal sur le mélangeur est de 40 litres.

- 2.1. Préciser la signification de 600 x 2100 (1 point)
- 2.2. Établir le mode opératoire du mélange à base de CR, en choisissant les valeurs de conditions initiales adaptées et mettre les phases de mélangeage dans le bon ordre d'incorporation (**selon l'exemple donné**). (3 points)

CONDITIONS INITIALES			
Température de régulation	20°C	40°C	60°C
Vitesse cylindre arrière	2	21	200
Vitesse cylindre avant	8	18	180
<b>Ecartement initial</b>	<b>Minimal</b>	<b>Maximal</b>	

MODE OPÉRATOIRE	
Numéro d'ordre d'incorporation	Nature des opérations
<b>1</b>	<b>Plastification du CR</b>
	ZnO
	1/4 N550 + Huile ester
	Soufre
	TMQ + 6PPD
	MgO
	3/4 N550 + Acide stéarique
	ETU + MBTS

- 2.3. Indiquer les différentes actions à réaliser et points à contrôler lors de la phase de mélangeage (2 points)

2.4. Calculer la masse volumique et la densité du mélange à base de CR

Calculer le coefficient multiplicateur et indiquer la quantité à peser pour réaliser un mélange (Rappel : Capacité optimal du mélangeur : 40 litres). **(2 points)**

	Ingrédient	pce	Densité	Volume	Masse
1	CR	100	1,23		
2	ZnO	5	5,57		
3	MgO	4	3,65		
4	Acide stéarique	0,5	0,86		
5	N 550	50	1,80		
6	Huile ester	15	0,90		
7	6PPD	1	1,10		
8	TMQ	1	1,08		
9	ETU	1	1,10		
10	Soufre	1	2,10		
11	MBTS	1,5	1,31		
	Total				

**Masse volumique :**

**Densité :**

**Coefficient multiplicateur :**

**Masse totale du mélange :**

2.5. Il est possible de réaliser les mélanges en mélangeur interne. Il existe deux technologies de mélangeur interne. **(2 points)**

- Préciser le nom des deux technologies et en quoi elles diffèrent.
- Remplir le tableau des avantages et inconvénients des mélangeurs à cylindres et interne.

	AVANTAGE		INCONVENIENT	
<b>Mélangeur à cylindre</b>				
<b>Mélangeur interne</b>				

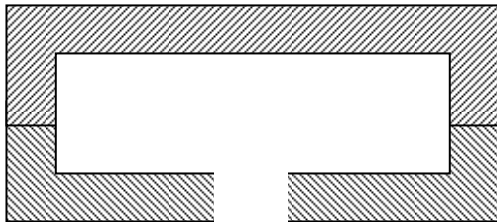
### 3. Contrôle des mélanges (15 points)

Un contrôle viscosimétrique est réalisé tous les 5 mélanges et un contrôle rhéométrique est réalisé sur tous les mélanges.

3.1. Justifier l'intérêt du contrôle viscosimétrique et rhéométrique. (2 points)

3.2. Terminer les schémas et compléter les informations des deux appareils de contrôle (2 points)

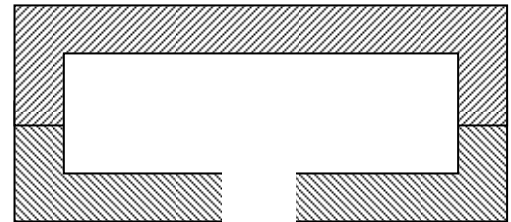
Viscosimètre \_\_\_\_\_



Rotation :

Température :

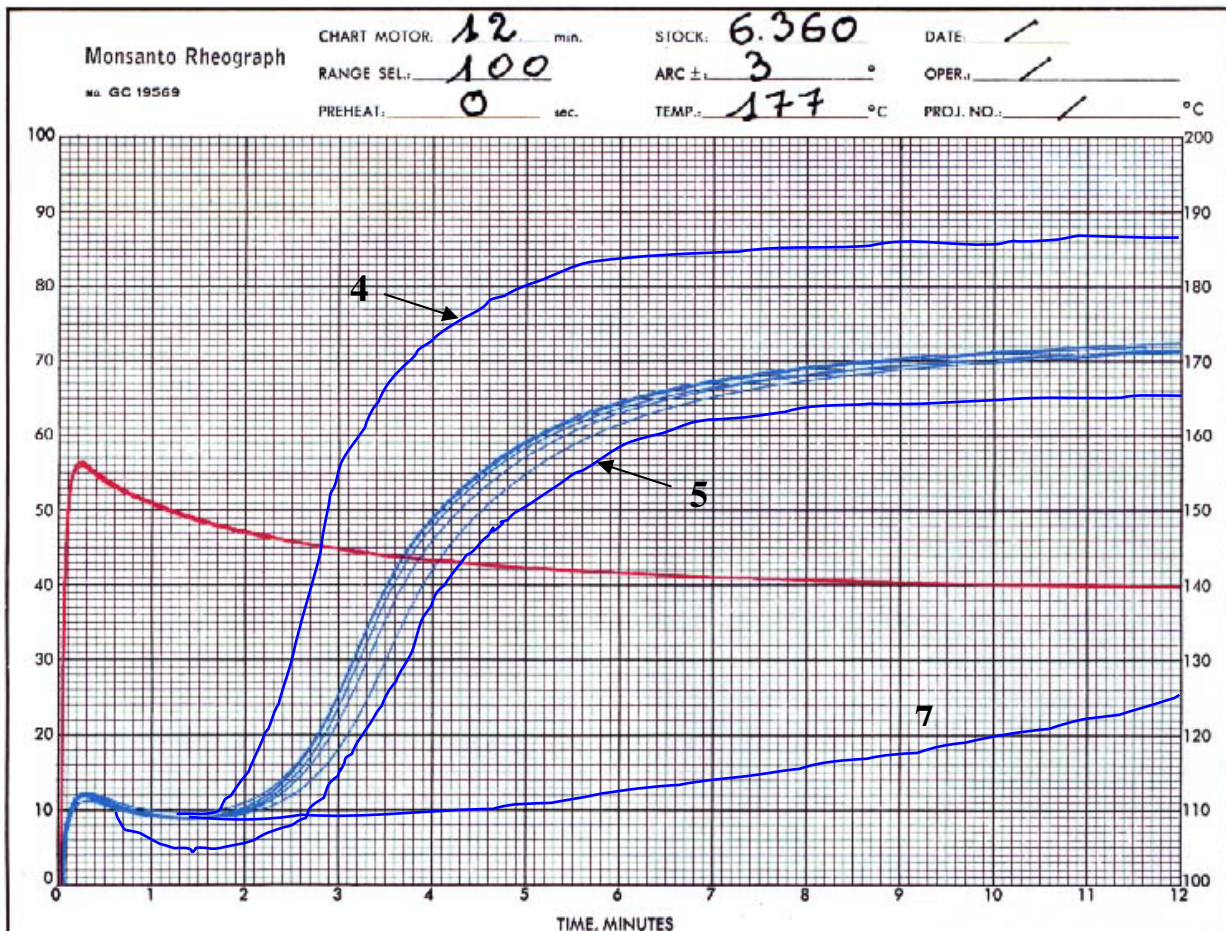
Rhéomètre \_\_\_\_\_



Rotation :

Température :

3.3. Les courbes rhéométriques (courbes bleues) et viscosimétriques (courbes rouges) de 10 mélanges à base de CR (formule identique) sont les suivantes :



3.4. Préciser, pour les courbes de rhéométrie et de viscosimétrie, les points remarquables (avec leurs unités) et les renseignements apportés par ceux-ci. (3 points)

3.5. Les lots de mélanges 4, 5 et 7 présentent des courbes différentes des autres lots fabriqués. Après investigations, on suspecte différentes erreurs expliquant ces écarts. Complétez le tableau en indiquant la correspondance entre l'erreur suspectée et le numéro de lot concerné. (3 points)

Erreur suspectée	Numéro de lot
Temps de mélangeage trop long ou mélangeage à trop basse température	
Erreur de dosage de l'accélérateur	
Oubli ou erreur de dosage de l'agent de vulcanisation	

3.6. **Les pièces sont livrées avec un certificat d'analyse, dont un extrait est joint.**

**1/ ÉTAT INITIAL.**

		Exigences de la spécification NF EN 2430	Valeur	Incertitudes
Dureté Shore	point	66 à 75*	68	± 1
Résistance minimale à la traction	MPa	10 mini	15,0	
Allongement minimal à la rupture	%	200 mini	350	± 1 % sur moyenne valeurs
Résistance minimale au déchirement Angulaire non entaillée	kN / m	20 mini	36	

**Extrait du certificat d'analyse**

Indiquer pour les essais de **dureté shore**, **traction** et **déchirement** :

- Le nom de l'appareil utilisé (**1 point**)
- Le type d'éprouvette utilisé (faire un schéma, le cas échéant) (**1 point**)
- Le principe de l'essai (**3 points**)



## DEUXIÈME PARTIE (sur 20 points)

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

### Partie A : Caoutchouc Industriel

#### Fabrication des membranes

1. Citer la technique permettant de vulcaniser les membranes
2. Citer deux objets en caoutchouc, de forme différente, qui pourraient vous aider à expliquer la méthode de fabrication des membranes
3. La fabrication des membranes comporte 3 étapes principales :

Etape 1 : fabrication du tissu caoutchouté,  
Etape 2 : confection des ébauches,  
Etape 3 : vulcanisation des membranes.

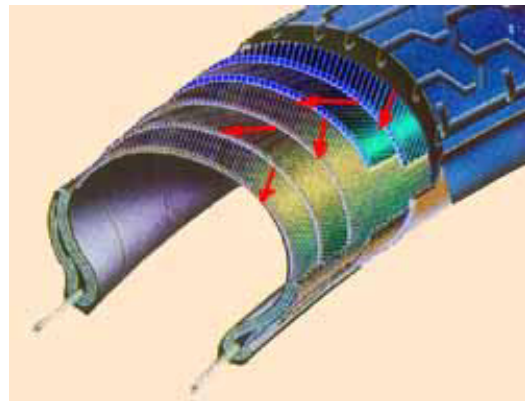
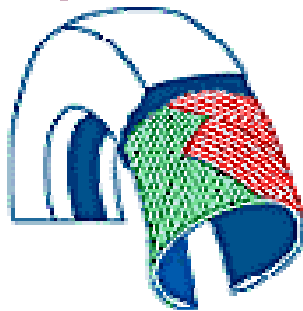
Décrire un mode opératoire précis, si possible à l'aide de schémas, de chacune des étapes de fabrication de ces membranes

B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES			
SUJET 1	SESSION 2018	DURÉE : 3 h	Page 9/12
Épreuve : U20 TECHNOLOGIE		COEF : 3	

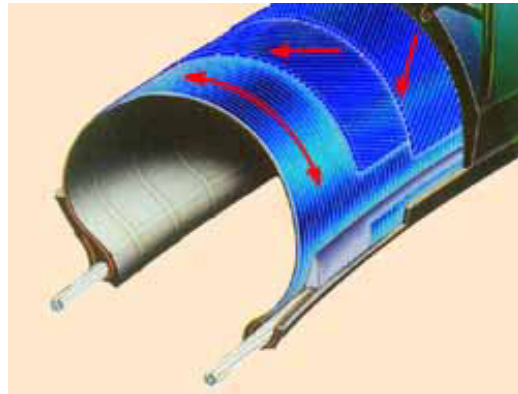
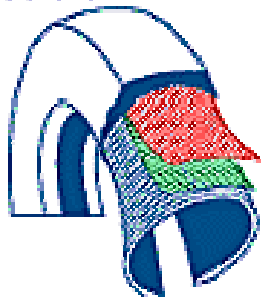
## Partie B : Pneumatique

1. En exploitant les schémas de coupe d'un pneu radial et d'un pneu diagonal, expliquer la différence entre les 2 types de pneus au niveau des :
  - Structures du pneu
  - Propriétés du pneu**(4 points)**

### Architecture diagonale



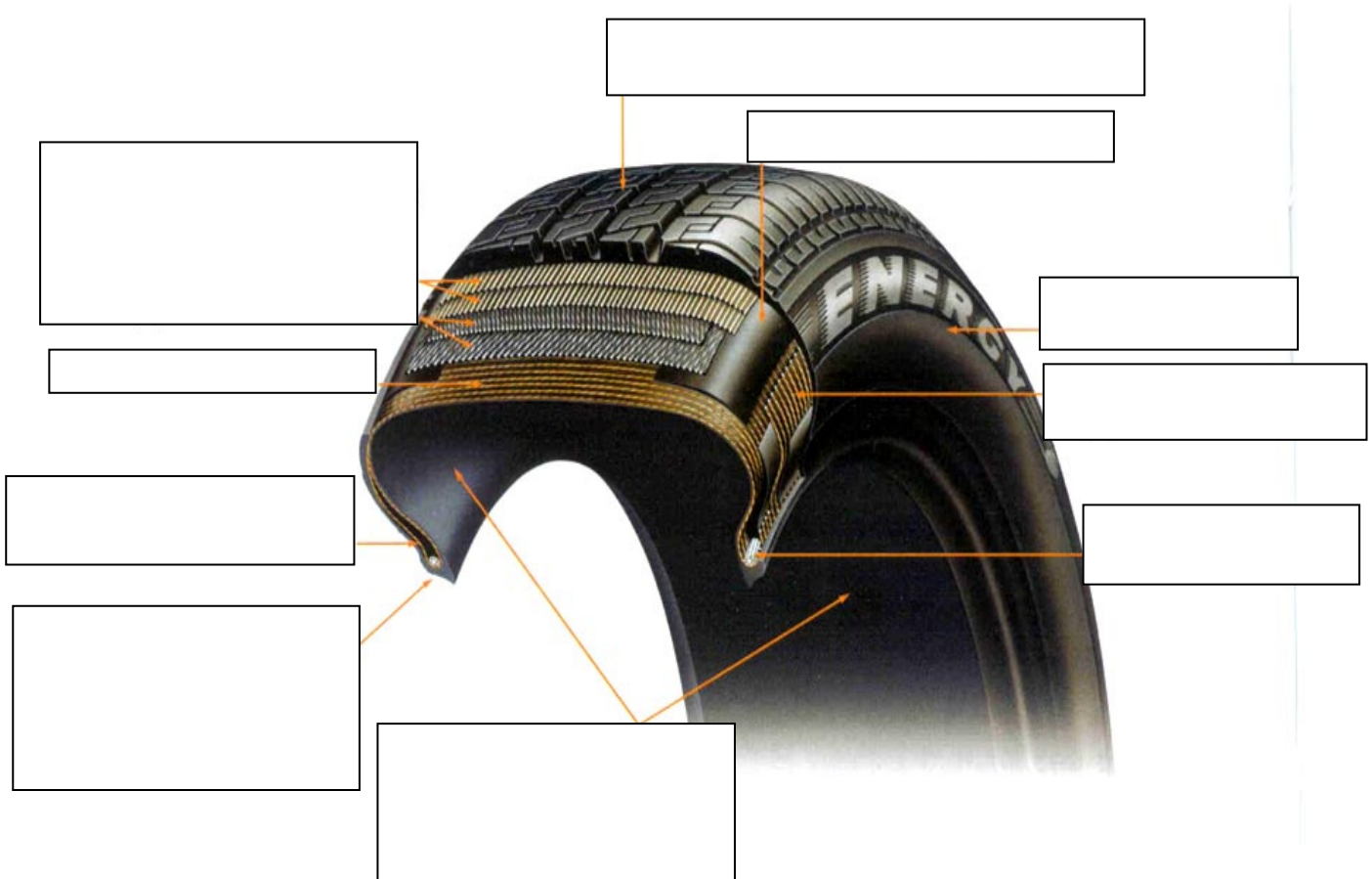
### Architecture radiale Inventée par Michelin



2. Dans la fabrication des pneumatiques radiaux, on utilise régulièrement de l'acier. Indiquer dans quelles parties et pour quels types de pneumatique. **(3 points)**

B.P. MISE EN ŒUVRE DES CAOUTCHOUCS ET DES ÉLASTOMERES THERMOPLASTIQUES			
SUJET 1	SESSION 2018	DURÉE : 3 h	Page 10/12
Épreuve : U20 TECHNOLOGIE		COEF : 3	

3. Compléter le schéma d'une coupe de pneu en indiquant les éléments importants constitutifs (4 points)



4. Le caoutchouc naturel, le SBR sont les caoutchoucs les plus utilisés dans le pneumatique, mais aussi le Polybutadiène (BR).  
Expliquez et justifiez la présence de BR dans les parties du pneumatique telles que :

- Le flanc
  - La bande de roulement
- (4 points)**

5. La fonction du mélange constituant la bande de roulement est :

**« Résistance à l'usure, faible échauffement, faible consommation de carburant et forte adhérence sur sol mouillé »**

Dans le cas d'un **pneu hiver**, sélectionnez le ou les élastomères, charges et produits divers (tableau liste des produits joint) permettant de répondre à la fonction bande de roulement **(5 points)**

#### Liste des produits

Liste des produits				
<b>ÉLASTOMERE(S)</b>	<b>SBR (50 pce)</b>	<b>SBR (70 pce)</b>	<b>BR (30 Pce)</b>	<b>BR (50 pce)</b>
<b>CHARGE(S)</b>	<b>Noir N990</b>	<b>Noir (quelques pce)</b>	<b>silice</b>	<b>Noir N 110</b>
<b>PRODUITS DIVERS</b>	<b>Agent de couplage (silane)</b>	<b>Agent protecteur</b>	<b>Agent de recouvrement (PEG)</b>	<b>Cire paraffinique</b>