

RECOLTE ET USINAGE DU CAOUTCHOUC NATUREL :
INFLUENCES
SUR LES PROPRIÉTÉS ET LA MISE EN OEUVRE

J.F. Savard

Avril 1982

No. 58/82

Dans le cadre des travaux sur l'évolution de certaines propriétés du caoutchouc naturel en fonction des conditions d'exploitation rencontrées sur plantation, le Département de Technologie de l'IRCA a proposé une étude de l'influence de différents paramètres de récolte et d'usinage du caoutchouc naturel sur les caractéristiques de la gomme brute et d'un mélange cru, la mise en oeuvre, et certaines propriétés des vulcanisats, objet du sujet de recherche de J.F. SAVARD, élève à l'Ecole Supérieure des Industries du Caoutchouc (ESICA).

RÉSUMÉS

- | | | |
|----|---|---|
| 81 | <p>Récolte et usinage du caoutchouc naturel. Influence sur les propriétés et la mise en œuvre (J.F. Savard).</p> <p>Le caoutchouc naturel, même spécifié, présente parfois, lors de sa mise en œuvre, des différences de comportement souvent imprévisibles. L'étude systématique d'échantillon dont on connaît l'historique avec précision a permis de mettre en évidence des différences au niveau de certaines caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques de la gomme brute et des mélanges chargés crus, et de certaines</p> | <p>propriétés dynamiques des vulcanisats suivant l'origine clonale, la coagulation délibérée à l'acide ou naturelle, les conditions d'usinage et, en particulier, la température de séchage.</p> |
| 81 | <p>Collection and preparation of natural rubber. Influences on properties and processing. (J.F. Savard)</p> <p>Natural rubber, even when specified, sometimes presents often unpredictable differences in behaviour at the time of processing. Systematic study of samples whose history is known with precision has enabled the demonstration of differences at the level of certain physico-chemical and rheological characteristics of the crude gum and crude fil-</p> | <p>led mixtures, and of certain dynamic properties of the vulcanisates, according to the clonal origin, deliberate acid or natural coagulation, the conditions of preparation, and, in particular, the drying temperature.</p> |
| 81 | <p>Ernte und Bearbeitung des Naturkautschuks. Einflüsse auf die Eigenschaften und Verarbeitung (J.F. Savard).</p> <p>Der Naturkautschuk, selbst spezifiziert, zeigt bisweilen bei seiner Verarbeitung oft unvorhersehbare Verhaltensunterschiede. Die systematische Untersuchung von Mustern, deren Vergangenheit genau bekannt ist, ermöglichte Unterschiede hinsichtlich verschiedener physikochemischer und reologischer Eigenschaften des Rohgummis und unvulkani-</p> | <p>sierter gefüllter Mischungen, und auch hinsichtlich verschiedener dynamischer Eigenschaften des Vulkanisats herauszustellen. Sie hängen vom Ursprungsland, der ausgewählten Koagulierungsart (mit Säure oder auf natürliche Weise), den Bearbeitungsbedingungen und vor allem der Trocknungstemperatur ab.</p> |

RÉCOLTE ET USINAGE DU CAOUTCHOUC NATUREL : INFLUENCES SUR LES PROPRIÉTÉS ET LA MISE EN ŒUVRE

J.F. Savard*

Le caoutchouc naturel représente actuellement le tiers de la quantité des élastomères consommés dans l'industrie. Pour augmenter sa compétitivité sur le plan technique face à son concurrent synthétique, les producteurs ont cherché à fournir au transformateur une matière première dont les caractéristiques soient mieux définies et, de plus, pour certaines d'entre elles, plus constantes dans le temps. Ainsi, la classification visuelle des feuilles (1) a été complétée par des informations sur l'aptitude à la vulcanisation : marques rouges, jaunes ou bleues suivant la vitesse de vulcanisation caractérisée par la contrainte à 100 % de déformation d'un vulcanisat préparé dans des conditions standard (2). Avec les caoutchoucs granulés compacts apparus sur le marché en 1965, un pas important est franchi depuis la mise en place d'une spécification du caoutchouc naturel conformément à la norme ISO 2000 admise par tous les pays producteurs et servant de référence pour la vente de caoutchoucs spécifiés avec souvent, en plus, une nomenclature rappelant leur pays d'origine : SMR : Standard Malaysian Rubber ; SIR : Standard Indonesian Rubber, pour ne citer que celles des deux plus grands producteurs mondiaux. Une qualité de caoutchouc «à viscosité stabilisée» ou CV mise au point en Malaisie (3) permet à l'utilisateur d'avoir à sa disposition une matière première dont la consistance ne varie pas au cours du temps.

* Texte résumé du rapport de fin d'études, présenté le 5 novembre 1981 par J.F. Savard, devant le Jury de l'Ecole Supérieure des Industries du Caoutchouc. Il est possible de se procurer ce rapport en s'adressant à l'IFOCA, 12, rue Carvès - 92120 Montrouge (prix 110,00 F H.T.).

En dépit de ces améliorations vers la fourniture d'un produit plus homogène, le manufacturier continue d'observer lors de la mise en œuvre du caoutchouc naturel des écarts de comportement de la matière première l'obligeant parfois à effectuer une sélection rigoureuse, et si nécessaire, un «blendage» de divers lots.

Nous avons profité de la possibilité offerte par l'IRCA (Institut de Recherches sur le Caoutchouc) grâce à l'obligeance de son laboratoire de Côte d'Ivoire, que nous remercions ici, d'obtenir des échantillons de caoutchouc naturel dont l'historique soit parfaitement connu depuis l'arbre (origine clonale) jusqu'à la mise en balle. Il a paru intéressant de tenter de mettre en évidence l'influence de certains paramètres sur les caractéristiques initiales de la gomme brute, puis sur le comportement rhéologique et la mise en œuvre de ces caoutchoucs, ainsi que sur les propriétés dynamométriques et dynamiques des vulcanisats correspondants. Les paramètres intéressants peuvent être liés soit à l'origine clonale ou au mode de coagulation (artificielle à l'acide ou naturelle), soit à l'usinage (température de séchage, par exemple).

CHOIX DES ÉCHANTILLONS

Origine clonale

Après avoir obtenu au Brésil 70 000 graines, Wickham réussit à faire pousser 2400 plants d'hévéa, qui sont à l'origine de tous ceux existants actuellement en Extrême-Orient et en Afrique. Au fil des années, ils ont fait l'objet de sélections végétales rigoureuses et ils ont conduit, par greffage, à des souches

recherchées pour une ou plusieurs caractéristiques intéressantes, clone haut producteur, clone résistant à la casse, au vent, à la saignée ou à croissance rapide. Certains auteurs (4, 5) ont mis en évidence des différences de masse moléculaire, de plasticité Wallace initiale Po ou de consistance Mooney suivant l'origine clonale des caoutchoucs. Parmi d'autres, deux clones : PR 107 et GT 1, ont été particulièrement étudiés en Côte d'Ivoire (6) où ils sont bien connus et très répandus. Ils conduisent à un caoutchouc dont les caractéristiques à cru, ainsi que les propriétés dynamiques sont légèrement différentes (7). Ils ont été retenus pour produire les échantillons de caoutchouc, objet de cette étude.

Mode de coagulation

Le latex s'écoulant de l'arbre peut être : soit récolté sous cette forme pour être coagulé à l'acide et usiné, soit abandonné dans la tasse, ou éventuellement dans un sac en polyéthylène permettant le cumul de plusieurs saignées (polybag). Il coagule alors naturellement. Les produits obtenus sont alors fort différents : l'un de premier choix appartient aux classes 5 L et 5 de l'ISO, l'autre aux classes 10, 20 ou 50, suivant son degré de pollution et de dégradation. Celle-ci peut résulter d'un séjour sur plantation ou d'un transport plus ou moins long et de conditions d'usinage plus ou moins sévères. Sur le plan de la spécification, le degré de pollution est apprécié par la détermination du taux d'impuretés (8), le degré de dégradation par la mesure de la plasticité Wallace initiale Po (9) et le PRI ou indice de rétention de plasticité

(10). Des travaux effectués par le RRIM (11), par l'IRCA (12) ont montré que la coagulation naturelle suivie d'une maturation plus ou moins longue du coagulum a pour effet de conduire à des caoutchoucs dont la gomme brute possède des caractéristiques différentes suivant l'origine clonale : chute plus ou moins importante du PRI, augmentation de la consistance Mooney et, dans certaines conditions, variation en mélanges vulcanisés de quelques propriétés dynamiques (rebondissement Lüpke, échauffement interne) et dynamométriques (chute de la contrainte à 100 % de déformation).

Deux modes de coagulation ont été retenus pour la préparation des échantillons de cette étude :

- latex acidifié à pH 5,2 puis mûré pendant 20 heures avant usinage ;
- latex récolté en sac plastique, coagulé naturellement et laissé à mûrir pendant 4 semaines sous couvert d'hévéa avant usinage.

Ce mode de coagulation un peu particulier avait pour but de simuler le traitement subi par le caoutchouc de petits planteurs («smallholders») d'Extrême-Orient qui, une fois coagulé naturellement, attend parfois

plusieurs semaines ou plusieurs mois avant d'être usiné. Il diffère un peu du mode de coagulation en polybag où le caoutchouc obtenu correspond au mélange de coagula anciens (premières saignées, fond du sac) et récents (dernières saignées, haut du sac).

Usinage : température de séchage

Après avoir été coagulé artificiellement ou naturellement, le caoutchouc subit un traitement mécanique, granulation ou crêpage et granulation, pour le réduire en miettes ou granulés. Il est alors séché. La feuille fumée traditionnelle est toujours séchée 3 ou 4 jours à 60 °C, tandis que, pour des raisons évidentes de rendement des usines, les granulés sont séchés en quelques heures à 120 °C, voire même 130 °C. On conçoit aisément qu'une telle différence de température puisse entraîner la modification de certaines caractéristiques de la gomme brute ou des propriétés des vulcanisats comme l'ont déjà montré certains auteurs (5, 11, 13).

Deux températures de séchage ont été retenues pour la préparation des

échantillons de cette étude : 60 °C et 125 °C.

En résumé le tableau I récapitule schématiquement l'origine clonale, le mode de coagulation, d'usinage et de séchage de chacun des échantillons.

Ce lot a été complété par :

- un caoutchouc à viscosité stabilisée préparé à partir de latex du clone PR 107 additionné de 0.15 % de sulfate d'hydroxylamine (par rapport au poids de caoutchouc sec), acidifié à pH 5.2, granulé et séché à 125 °C ;

- un caoutchouc de la classe 50 (NAT 50), mélange de caoutchouc de terre, samanby et coagulum d'eaux blanches préparé industriellement sur une plantation de Côte d'Ivoire.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Etude de certaines caractéristiques des gommages brutes

Ont été déterminées, d'une part, les caractéristiques dépendant plus ou moins directement de la masse moléculaire du caoutchouc comme la plasticité Wallace Po (9), la consistance Mooney ML 1+4 à 100 °C (VM) et le nombre viscosimétrique limite $[\eta]$ et, d'autre part, la mesure de l'indice de rétention de plasticité PRI (10) qui donne des informations sur la résistance de la gomme à la thermooxydation. Cette dernière mesure consiste à déterminer le rapport entre la plasticité Wallace d'éprouvettes préparées dans des conditions normalisées vieillies une demi-heure à 140 °C en étuve et des éprouvettes non vieilles. Le tableau II récapitule les principaux résultats obtenus.

Tableau I : Origine clonale, mode de coagulation, d'usinage et de séchage des échantillons.

Coagulation	GT 1 ↓ Acide		PR 107 ↓ Naturelle	
	Granulation à sec		Crêpage + Granulation	
Usinage				
Séchage	60 °C	125 °C	60 °C	125 °C

Tableau II : Etude comparative de quelques caractéristiques des gommages brutes

Mode de coagulation	Acide					Naturelle				
Température de séchage	60 °C		125 °C		CV	60 °C		125 °C		NAT 50
Clone	PR 107L	GT 1 L	PR 107L	GT 1 L		PR 107C	GT 1 C	PR 107	GT 1 C	
Po	39	40	39	39	26	54	51	48	42	24
Consistance Mooney (VM)	72	77	74	77	49	82	83	74	65	48
$[\eta]$ ml - g toluène	460	400	425	360	360	560	530	425	380	300
PRI	82	79	77	76	81	53	49	50	24	33

L'influence des divers paramètres de récolte et d'usage apparaît de plus en plus nettement lorsque l'on examine les résultats concernant la plasticité Wallace initiale P_0 puis la consistance Mooney, puis le nombre viscosimétrique limite $[\eta]$.

Influence de l'origine clonale

Celle-ci est, dans l'ensemble, peu nette et les résultats sont parfois contradictoires. Cependant, en examinant ceux concernant la viscosité en solution, le clone GT 1 conduit à des caoutchoucs dont les valeurs de nombres viscosimétriques limites $[\eta]$ sont plutôt moins élevées que celles des gommés de PR 107 laissant prévoir une masse moléculaire plus faible.

Influence du mode de coagulation

L'augmentation de P_0 , VM et $[\eta]$ est très sensible pour les caoutchoucs de coagulation naturelle séchés à 60 °C ; après séchage à 125 °C, les caoutchoucs de PR 107 coagulés naturellement ont des caractéristiques voisines de celles des échantillons provenant de latex acidifié, tandis que le GT 1 voit sa consistance Mooney chuter nettement.

Influence de la température de séchage

Elle est peu nette en ce qui concerne les caoutchoucs de latex acidifié : par contre, le traitement de quelques heures à 125 °C entraîne surtout, dans le cas du caoutchouc coagulé naturellement issu du clone GT 1, une chute importante des valeurs de P_0 , VM et $[\eta]$ par rapport à celles résultant d'un séchage même prolongé à 60 °C.

Les caoutchoucs NAT 50 et CV à viscosité stabilisée ont des valeurs de P_0 , VM et $[\eta]$ en accord avec les indications fournies par la littérature ou la norme ISO 2000.

PRI

La coagulation naturelle suivie d'une maturation prolongée conduit à des caoutchoucs à PRI nettement plus faibles que ceux obtenus à partir de latex délibérément coagulé. On note pour le clone GT 1 une influence très nette et néfaste du séchage à 125 °C.

Comportement rhéologique des gommés brutes

Plastification au Brabender

Afin d'avoir une idée du comportement au malaxage des gommés brutes, les divers échantillons de caoutchouc naturel ont, après homogénéisation standard, été introduits et malaxés pendant 15 mn dans un micro-mélangeur de laboratoire Brabender dont la température initiale de la chambre était réglée à 140 °C. Les principaux résultats sont rassemblés dans le tableau III.

Compte tenu de la précision des mesures, seule la température de séchage entraîne certaines différences de comportement du caoutchouc au cours du malaxage avec en particulier :

- des couples maxima plus faibles pour les caoutchoucs de coagula séchés à haute température,
- un couple minimum nettement plus faible pour le caoutchouc de GT 1 coagulé naturellement et séché à haute température,
- une énergie de dégradation et une température finale de la gomme plus faible pour le caoutchouc de GT 1 coagulé naturellement et séché à haute température.

Le comportement des échantillons CV et NAT 50 est très différent et normal pour un caoutchouc CV et un

caoutchouc de la classe 50 donc très dégradé. Ces caoutchoucs à basse viscosité sont connus pour être moins gourmands en énergie.

Rhéomètre capillaire

Cet appareil permet de suivre, à une température donnée, le comportement de la gomme qui est poussée par un piston à travers un capillaire, puis de tracer les courbes d'écoulement donnant la viscosité η en fonction du taux de cisaillement ou de la vitesse d'écoulement $\dot{\gamma}$ et enfin de connaître le gonflement de l'extrudat à la sortie du capillaire.

Les essais ont été faits sur un rhéomètre capillaire Instron aimablement mis à notre disposition par la Société Kléber.

Sur la figure 1, sont tracées les courbes d'écoulement $\eta = f(\dot{\gamma})$ à 110 °C des divers échantillons. Ces courbes ont été obtenues à partir de gomme brute homogénéisée dans les conditions standard. A la suite d'une erreur de manipulation, la courbe de l'échantillon GT 1 L 125 °C n'a pu être obtenue. A l'examen des courbes correspondant aux caoutchoucs de latex, apparaît un épaulement qui, d'après les travaux de Folt (15) correspond à un début de cristallisation du caoutchouc. Cet épaulement se manifeste pour un taux de cisaillement qui diminue lorsque le nombre viscosimétrique limite augmente, observation confirmée aussi dans le cas des CV.

L'effet de l'origine clonale se fait donc sentir sur le taux de cisaillement critique. Dans le cas de caoutchoucs de coagula, l'épaulement est remplacé par une simple rupture de pente. Aux taux de cisaillement élevés, les caoutchoucs de latex sont plus visqueux que les caoutchoucs de coagula.

Tableau III : Plastification au Brabender

Mode de coagulation	Acide					Naturelle				
Température de séchage	60 °C		125 °C		CV	60 °C		125 °C		NAT 50
Clone	PR 107 L	GT 1 L	PR 107 L	GT 1 L		PR 107 C	GT 1 C			
								PR 107 C	GT 1 C	
CM (m. kg)	4,1	4,4	3,8	4,0	3,1	4,3	4,2	3,6	3,4	2,7
Cm (m. kg)	2,0	1,9	2,0	1,9	1,6	2,0	1,9	1,9	1,6	1,4
E (kJ)	108	105	107	105	81	109	108	102	88	72
Temp. fin. gomme °C	163	161	163	162	145	165	165	162	160	152

CM = couple maximum ; Cm = couple minimum ; E = énergie fournie lors de la mastication

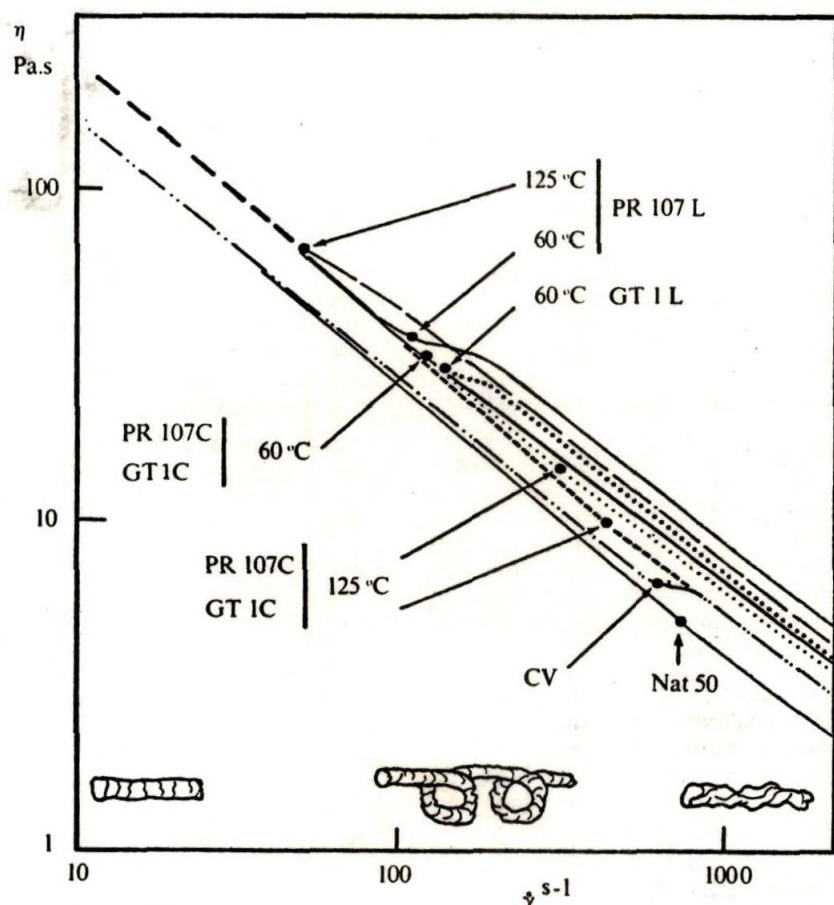


Figure 1 : Rhéomètre capillaire, courbes d'écoulement à 110 °C des caoutchoucs de latex acidifiés et coagulés naturellement.

Peut-on attribuer ces différences de comportement à des différences de structures macromoléculaires (ramifications par exemple)? On a remarqué aussi que l'aspect de l'extrudat variait en fonction du taux de cisaillement avec, en particulier, l'obtention d'un extrudat en spirale (cf figure 1)

au moment de l'épaulement ou du changement de pente.

Les mesures de gonflement n'ont pas permis de mettre en évidence de différences au niveau des caoutchoucs de latex, sauf pour le CV qui gonfle nettement moins ; par contre, les

caoutchoucs de coagula séchés à 125 °C gonflent plus que ceux séchés à 60 °C, sans que nous puissions en donner la raison.

Propriétés à cru des mélanges peu chargés

Le caoutchouc naturel étant utilisé généralement en mélange chargé, souvent avec du noir de carbone, on a étudié le comportement rhéologique à l'extrusion et au rhéomètre capillaire des divers échantillons en mélange-maître peu chargé (35 pcc de noir HAF N 330).

Essais d'extrusion

Ils ont été faits sur une extrudeuse de laboratoire Andouart n° 7 dans les conditions prévues par la norme NF-T 43.016. Les résultats obtenus ne permettent pas de tirer de conclusions nettes. Il aurait fallu pouvoir disposer de quantités de caoutchouc beaucoup plus importantes et travailler sur une boudineuse de plus grand diamètre. On note cependant que les caoutchoucs de coagula gonflent plus que les caoutchoucs de latex comme le laissait prévoir leur consistance Mooney plus élevée.

Rhéomètre capillaire

Les essais ont été conduits dans les mêmes conditions que pour les gommages brutes. On observe globalement que les différences observées entre certains échantillons lors des essais sur les gommages brutes sont nivelées par l'incorporation du noir de carbone et le mélangeage, les paramètres de récolte et d'usinage étudiés ayant peu d'effet sur l'écoulement des polymères. Notons, cependant, que les caoutchoucs de coagula, sauf celui du clone GT 1 séché à 125 °C, gonflent

Tableau IV : Propriétés dynamiques

Mode de coagulation	Acide					Naturelle				
	60 °C		125 °C		CV	60 °C		125 °C		NAT 50
Température de séchage	PR 107	GT 1	PR 107	GT 1		PR 107	GT 1	PR 107	GT 1	
Origine clonale	PR 107	GT 1	PR 107	GT 1	CV	PR 107	GT 1	PR 107	GT 1	NAT 50
$E' \times 10^{-7} (N.m^{-2}) (1)$	1,05	1,05	0,97	1,04	1,06	0,97	0,97	0,93	0,85	0,96
$\tan \delta (1)$	0,110	0,114	0,116	0,115	0,132	0,099	0,097	0,102	0,086	0,134
$P (m.J.s^{-1}) (1)$	29	32	29	31	37	25	25	25	19	34
Rebondissement Lüpke % (2)	64	64	63	64	61	68	67	68	67	61

(1) 1 % de déformation 30 °C - (2) Essai réalisé à température ambiante
 E' = module élastique - δ = angle de perte
 P = puissance dissipée par cycle

plus que les caoutchoucs de latex. L'aspect des extrudats varie en fonction de la vitesse d'extrusion :

- une phase lisse aux très bas taux de cisaillement
- une phase plus ou moins nivelée
- une phase régulière et lisse pour les très hauts taux de cisaillement.

Sur la figure 2 est représentée, en fonction du taux de cisaillement croissant, l'importance relative des trois phases d'extrusion des divers échantillons. Plus le mélange a une viscosité intrinsèque élevée, plus la zone d'irrégularité est étendue : d'après Leblanc (16), plus un caoutchouc a une masse moléculaire élevée, plus le seuil au-delà duquel l'extrudat présente des irrégularités (Melt fracture) apparaît à un faible taux de cisaillement toutes choses égales par ailleurs.

Propriétés des mélanges vulcanisés

Les mélanges-maîtres précédents ont été vulcanisés avec un système soufre 2,5 pcc ; CBS 0,8 pcc. Les caractéristiques de vulcanisation mesurées au rhéomètre, les propriétés dynamométriques et les essais de vieillissement accéléré n'ont pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre les échantillons. Seuls le CV et le NAT 50 présentent une certaine paresse à la vulcanisation, bien connue pour le premier, et des propriétés dynamométriques un peu plus faibles. Il aurait sans doute fallu procéder à un nombre de répétitions suffisant pour pouvoir procéder à une analyse statistique permettant de déceler d'éventuelles différences.

Propriétés dynamiques

Le caoutchouc naturel est apprécié des transformateurs en grande partie à cause de ses très bonnes propriétés dynamiques : faible échauffement interne, résilience élevée etc... Il convenait donc de vérifier si les paramètres de récolte et d'usinage considérés pouvaient avoir une influence sur les caractéristiques dynamiques du caoutchouc naturel. La résilience de rebondissement Lüpke et les essais au viscoélasticimètre Metravib ont été faits sur des éprouvettes vulcanisées à densité pontale constante pour supprimer au maximum les différences d'aptitude à la vulcanisation observées.

Les principaux résultats sont donnés dans le tableau IV. La figure 3 illustre

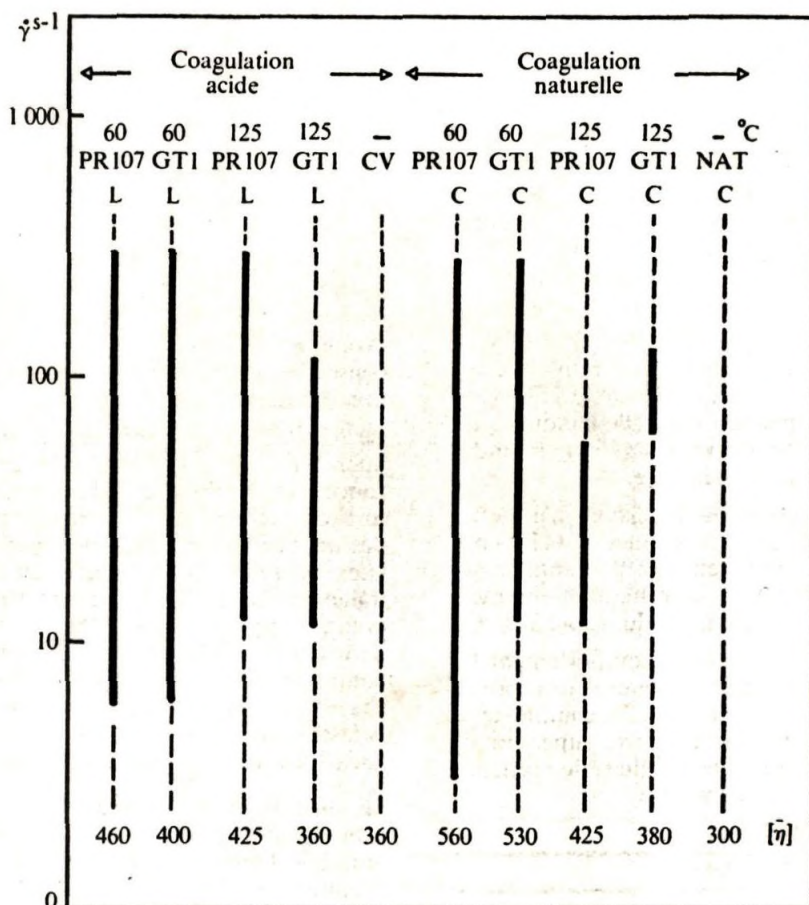


Figure 2 : Rhéomètre capillaire, importance relative de la zone d'irrégularité en fonction du taux de cisaillement.

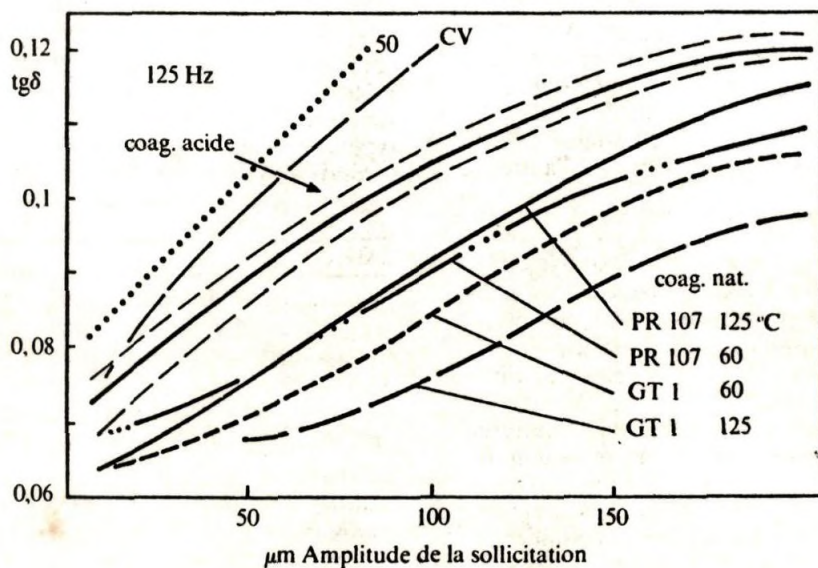


Figure 3 : Propriétés dynamiques mesurées au Metravib.

l'évolution de la tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) en fonction de l'amplitude de la sollicitation.

L'origine clonale ne semble pas avoir d'effet direct sur les propriétés dynamiques. Cependant, dans le cas des caoutchoucs coagulés naturellement, le comportement des caoutchoucs de GT 1 diffère de celui de PR 107 : l'échantillon séché à 60 °C et plus encore celui séché à 125 °C ont des propriétés dynamiques qui mettent en évidence un moindre échauffement interne.

Le mode de coagulation a un effet surtout sensible dans le cas de GT 1 où la coagulation naturelle conduit à un caoutchouc possédant un moindre échauffement interne.

La température de séchage n'a d'effet que sur les caoutchoucs de GT 1 coagulés naturellement : l'échantillon séché à 125 °C a un échauffement interne plus faible que celui séché à 60 °C.

On remarquera le comportement légèrement plus visqueux des caoutchoucs CV et NAT 50 compte tenu de leur angle de perte supérieur ce qui confirme les résultats de résilience de rebondissement.

DISCUSSION

L'influence de l'origine clonale est assez peu sensible dans le cas des caoutchoucs provenant de latex acidifié dans la mesure où leurs caractéristiques macromoléculaires sont voisines. Il s'ensuit un comportement similaire des gommés aussi bien au niveau de la mise en œuvre que des propriétés des vulcanisats. Avec d'autres clones, les résultats auraient sans doute été différents. Par contre, dans le cas où le latex coagule naturellement, l'influence de l'origine clonale est plus nette d'un bout à l'autre de l'étude.

On conçoit aisément que le mode de coagulation joue un rôle important. Dès sa sortie de l'arbre, le latex d'hévéa est, dans la tasse ou le sac de récolte, le siège d'une intense activité enzymatique et bactériologique différente suivant l'origine clonale du caoutchouc (7, 12) et qui se manifeste, entre autres, par une évolution différente des pH de coagulation naturelle. Celle-ci est donc susceptible, d'une part, de modifier l'équilibre entre les antioxydants et prooxydants présents naturellement dans le latex, d'autre part, de créer des sites sensibles sur la macromolécule de polyiso-

prène naturel entraînant peut-être des modifications de sa structure : ramification, pontage par exemple. Des analyses élémentaires ou de structures, malheureusement coûteuses et délicates à faire, pourraient permettre de vérifier ces hypothèses, et apporter une explication aux différences de viscosité, de PRI, des propriétés rhéologiques et dynamiques observées entre les caoutchoucs de PR 107 et GT 1 coagulés naturellement. Par contre, la coagulation acide, suivie d'un usinage immédiat stoppe toute évolution du latex et permet de conserver un minimum d'éléments non caoutchouc.

Le résultat incontestablement le plus intéressant de cette étude est celui concernant l'influence de la température de séchage. Elle se traduit par des nuances pour les caoutchoucs de latex acidifié : ils résistent bien au traitement à 125 °C qu'il ne faudrait pourtant pas prolonger. Par contre, dans le cas des caoutchoucs coagulés naturellement, la température de séchage a une influence considérable et néfaste dans la mesure où, surtout dans le cas du clone GT 1, elle entraî-

ne une certaine dégradation du caoutchouc. Cette dégradation est toutefois limitée si on compare les propriétés dynamiques des échantillons GT 1 C 125 °C et NAT 50 (figure 3). Sur le plan pratique, un séchage à 60-70 °C préserve donc au maximum les qualités du caoutchouc naturel.

L'échantillon de caoutchouc à viscosité stabilisé CV a conduit à des résultats logiques du fait de sa basse viscosité : mise en œuvre facilitée, meilleur comportement à l'extrusion ou rhéomètre capillaire. On a pu aussi vérifier certains des inconvénients de ce type de caoutchouc : paresse à la vulcanisation, moins bonnes propriétés dynamiques.

CONCLUSION

Cette étude aura permis de mettre en évidence un certain nombre de faits intéressants concernant la relation qui peut exister entre les paramètres de récolte et d'usinage et certaines propriétés du caoutchouc :

- origine clonale en liaison avec le nombre viscosimétrique limite et le comportement au rhéomètre capillaire de la gomme crue.
- mode de coagulation : par rapport à la coagulation à l'acide, la coagulation naturelle conduit à une augmen-

tation de plasticité Wallace, de consistance Mooney, du nombre viscosimétrique limite et une amélioration des propriétés dynamiques des vulcanisats.

- température de séchage néfaste à 125 °C pour les caoutchoucs de coagula de GT 1.

Le comportement particulier du caoutchouc de GT 1 suivant le mode de coagulation et la température de séchage mérite d'être confirmé : ce travail sera donc poursuivi à partir du latex de ce seul clone, traité dans les mêmes conditions mais avec plusieurs répétitions des différents motifs, modes de coagulation et température de séchage, et en insistant surtout sur l'étude fine des caractéristiques physicochimiques, du comportement au rhéomètre capillaire et des propriétés dynamiques.

Références

- (1) International Standards of Quality and Packing for Natural Rubber Grades.
- (2) Norme NF-T 43-002.
- (3) B.C. Sekhar, Proc. Nat. Rub. Res. Conf. Kuala-Lumpur, p. 512 (1960).
- (4) A. Subramanian, RRIM Techn. Bull. n° 4 (1980).
- (5) A. Subramanian, Proceeding of IR Conf. Kuala-Lumpur (1975).
- (6) J. Lévêque, RGCP 51, p. 949 (1974).
- (7) G. Loyer et H. de Livonnière, RGCP 52, p. 153 (1975).
- (8) Norme NF-T 43-109.
- (9) Norme NF-T 43-013.
- (10) Norme NF-T 43-014.
- (11) Chin Pen Sung, Proceedings of the RRIM Planters Conf. (1971).
- (12) P. Hanower, H. Crétin, P. Michel, G. Mouton, H. Roudeix et H. de Livonnière, RGCP 57, n° 605, p. 85 (1980).
- (13) C. Cardinet, Rapport de Recherche, Ecole d'Enseignement Technique I.F.C. (1968).
- (14) Norme NF-T 43-005.
- (15) V.I. Folt, Rub. Chem. and Techn. 44, p. 1 (1971).
- (16) J.L. Leblanc, Factors affecting the extrudate swell and melt fracture, phenomena of rubber compound, Note technique Monsanto (1981).

