

1 - 2 - 2  
 Les Phénol-oxydases et la Coagulation  
 P. Hanower et J. Brzozowska

*Phenol-oxidases and the coagulation of latex*

**Abstract**

By using dilute suspensions of rubber at pH 6,5 and 4,5 and employing the Woo technique it has been confirmed that the S (lutoid) serum and the C (cytoplasmic) serum have respectively an activating and protective function with respect to the coagulation of latex. In addition,  $\text{CaCl}_2$  (1 mM) is a powerful activator of coagulation.

Under the conditions adopted, coagulation took 5 to 6 h in air, but was accelerated in an atmosphere of oxygen (2 to 2½ h) and was retarded in nitrogen (24 to 30 h). Reducing agents such as mercaptoethanol, cysteine and dithionite retard coagulation whereas an addition of commercially available polyphenoloxidase (tyrosinase) accelerates it.

Of the various phenolic compounds tested with respect to coagulation, catechol and DOPA, both good substrates for the phenol oxidases, are the most effective activators of coagulation.

Various proteins, both enzymatic and otherwise, were added to the latex and their effect on coagulation noted. Trypsin was the most effective followed by phenoloxidase and phospholipase D. It should be noted that stimulation with Ethrel causes retardation of coagulation if the coagulability test used so far is considered.

The phenoloxidases in latex were studied after centrifuging on a density gradient and electrophoresis on a starch gel. It was confirmed that the main activity bears some relationship to the Frey-Wissling particles. However, from 4 to 5 anionic isozymes are found in the C serum whereas those in the S serum are cationic. Weaker phenoloxidase activity appears to be linked with a heavier fraction than that which corresponds to the Frey-Wissling particles.

The phenoloxidases in latex are activated by Ca, Mg and Cu, but inhibited by reducing agents, KCN, diethyldithiocarbamate and arsenate, their optimum pH being 6.0. Phenoloxidase activity is extremely variable depending on the clonal origin of the latex. Tj1 and Pb86 could be extreme cases because of their richness and deficiency respectively in phenoloxidases. This activity is greatly reduced by stimulation with Ethrel.

Analysis for total phenolic compounds reveals a wide variability associated with the clone, the season and influences such as those of stimulation. Latex from Pr107 contains from 200 to 750 µg of phenol/ml.

The breakdown of certain organised structures in latex as the result of the shock induced by tapping undoubtedly has an effect in various ways on micro-

*coagulation processes and arrest of the flow. It can be presumed that the establishment of contact between the phenoloxidases and both phenolic substrates and atmospheric oxygen may, especially in the region of the tapping cut, be a factor in arresting the flow of latex.*

★

La coagulation du latex, en provoquant l'arrêt de l'écoulement consécutif à la saignée, est un facteur limitant de la production.

De nombreuses hypothèses ont déjà été émises pour expliquer le mécanisme de cette coagulation, mais aucune d'elles ne semble être satisfaisante.

Nous avons abordé ce problème sous trois angles différents :

- recherche d'un système destabilisateur interne,
- étude des facteurs externes agissant sur la coagulation,
- recherche des systèmes enzymatiques impliqués dans le processus.

#### *Pouvoir destabilisateur du sérum S (1) et du sérum C (2)*

Les divergences de vues entre les auteurs attribuant les propriétés coagulantes, les uns au sérum lutoïdique (Southorn et Edwin, 1968 ; Yip et Southorn, 1968 ; Ribaillier, 1972), les autres au sérum cytoplasmique (Woo, 1973), nous ont amenés à vérifier, en premier lieu, ce point important.

Les essais ont été conduits, soit avec des suspensions de caoutchouc à pH 4,5, selon la technique de Woo (1973), soit avec les latex entiers tamponnés à pH 4,5 et à pH 6,5 (tableau 1). Après l'adjonction ou non du sérum S ou du sérum C, seuls ou conjointement avec  $\text{CaCl}_2$ , les étapes successives de destabilisation et de coagulation ont été suivies.

Dans tous les cas, le sérum S exerçait un pouvoir coagulant très net, alors que le phénomène inverse, un ralentissement du processus, survenait en présence du sérum C.

Il en est conclu que c'est bien le sérum S qui contient un système destabilisateur interne. Le sérum C serait siège d'un système antagoniste, il contiendrait

---

(1) Sérum S : sérum issu de la fraction sédimentable.

(2) Sérum C : surnageant clair, sérum cytoplasmique

---

W.A. SOUTHORN et E.E. ADWIN - *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, 20, 187, (1968).

E. YIP et W.A. SOUTHORN - *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, 20, 201, (1968).

D. RIBAILLIER - 1972 - Thèse Doctorat d'État, AO 7716, Abidjan.

C.H. WOO - *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, 23, 323, (1973).

Tableau 1

Action du sérum S, du sérum C et du  $\text{CaCl}_2$  sur la coagulation du latex à pH 6,5

Motifs	Temps nécessaire pour atteindre les quatre étapes successives de coagulation			
	Destabilisation	Début de coagulation	Coagulation	Prise en masse
Latex		30 h		
Latex + $\text{CaCl}_2$	4 mn	9 mn	12 mn	17 mn
Latex + sérum S	20 mn	25 mn	35 mn	140 mn
Latex + sérum S + $\text{CaCl}_2$	3 mn	8 mn	10 mn	12 mn
Latex + sérum C		38 h		
Latex + sérum C + $\text{CaCl}_2$	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn

Milieu : Latex - 3 ml ; tampon cacodylate 0,5 M pH 6,5 - 1 ml ;  
 $\text{CaCl}_2$  5 mM ; sérum S ou sérum C - 0,75 ml ;  $\text{H}_2\text{O}$  - q. s. p. 5 ml.

un ou des inhibiteurs du processus agissant, soit directement sur la coagulation, soit indirectement sur quelque agent impliqué dans le processus.

#### *Action des cations bivalents $\text{Ca}^{++}$ , $\text{Mg}^{++}$ et $\text{Cu}^{++}$*

Les mêmes essais (tableau 1) ont mis en évidence l'action spectaculaire du  $\text{CaCl}_2$  en tant que facteur coagulant. Cette action a été confirmée par d'autres expériences qui, en même temps, ont démontré les propriétés coagulantes du  $\text{MgCl}_2$ . Les deux cations entraînent une coagulation rapide du latex déjà à doses physiologiques, c'est-à-dire à des concentrations proches de celles trouvées dans le sérum «lutoïdique» (1 mM pour  $\text{Ca}^{++}$  et 20-50 mM pour  $\text{Mg}^{++}$ ).

Le  $\text{Cu}^{++}$  exerce également une action favorable sur la coagulation, mais son effet est plus faible.

#### *Rôle de l'oxygène atmosphérique*

Le rôle important de l'oxygène atmosphérique dans le processus de coagulation du latex, suggéré par Lioret (1971), a pu être mis en évidence tant dans les essais *in vitro* que dans ceux *in vivo*, sur l'encoche (avec des arbres saignés à l'air libre et sous azote).

Dans le premier cas, la coagulation du latex conservé sous oxygène a été nettement accélérée et celle du latex conservé sous azote fortement ralentie par rapport au témoin laissé à l'air libre (tableau 2).

Tableau 2  
Action de l'oxygène sur la coagulation du latex *in vitro*

Motifs	Temps nécessaire pour atteindre les trois étapes successives de coagulation		
	Début de coagulation	Coagulation	Prise en masse
Sous N <sub>2</sub>	22 - 25 h	24 - 30 h	36 - 45 h
A l'air libre	4 - 4 ½ h	5 - 6 h	8 - 10 h
Sous O <sub>2</sub>	1 ½ - 2 h	2 - 2 ½ h	3 - 3 ½ h

Dans le deuxième cas, on a observé, sous l'azote, une prolongation de la durée d'écoulement d'environ 1 h ½, ce qui s'est traduit par un accroissement du volume du latex ainsi récolté de l'ordre de 15 à 20%.

#### *Action des antioxydants*

Les substances antioxydantes, telles que le mercanto-éthanol, la cystéine et le dithionite de sodium, ajoutées au latex tamponné à pH 6,5, retardent sa coagulation. Un retard est aussi observé en présence d'acide ascorbique.

#### *Action d'une phénoloxydase exogène*

Les réactions d'oxydation jouant un rôle important dans la coagulation du latex, il était logique de supposer que certaines oxydases, et plus particulièrement les phénoloxydases, pouvaient être impliquées dans le processus.

Nous avons testé l'effet des doses croissantes d'une phénoloxydase commerciale (Tyrosinase de champignons) sur la coagulation du latex tamponné à pH 6,5, et nous avons constaté que son adjonction au latex provoque une coagulation rapide. La vitesse de coagulation croît avec la quantité d'enzyme ajoutée. De plus, en présence de tyrosine exogène, l'action de l'enzyme sur la coagulation se trouve accentuée.

L'hypothèse suivant laquelle les phénoloxydases endogènes pourraient jouer un rôle dans la coagulation du latex s'est trouvée ainsi renforcée.

#### *Action des quelques composés phénoliques*

Les différents composés phénoliques, dont certains constituants naturels du latex (tyrosine, acide o-coumarique, scopolétine), ont été testés pour leur action sur la coagulation. La coagulation la plus rapide a été observée en présence de deux des meilleurs substrats de la polyphénoloxydase (o-diphénoloxydase) du latex :

catéchol et DOPA. L'action de la tyrosine, substrat de la monophénoloxydase, a été nettement plus faible. Le processus de coagulation a été, par contre, très lent en présence des coumarines et particulièrement de la scopolétine.

Ainsi, les composés phénoliques, suivant leur nature, peuvent avoir des effets très différents sur la coagulation, d'où leur rôle probable dans le système régulateur interne.

### *Pouvoir coagulant des quelques protéines enzymatiques ou non*

Nous avons testé l'action sur la coagulation des quelques protéines (en majorité enzymatiques). En effet, l'action de la phénoloxydase exogène pourrait, en partie au moins, être attribuée à la protéine et non à l'enzyme.

Quatre, parmi les protéines enzymatiques testées (tableau 3) sont présentes dans le latex : phénoloxydase, peroxydase, catalase et phospholipase D ; cette dernière a été envisagée (Smith, 1953 ; rapport du R.R.I.M., 1966) comme enzyme responsable de la coagulation du latex.

La trypsine a été testée en tant que protéase ; ce type d'enzyme est susceptible de provoquer, selon Woo (1973), une destabilisation rapide de la suspension

Tableau 3

Pouvoir coagulant de quelques protéines enzymatiques ou non enzymatiques

Enzyme ou protéine testée	Temps (minutes) nécessaire pour atteindre les quatre étapes successives de coagulation			
	Destabilisation	Début de coagulation	Coagulation	Prise en masse
Trypsine	2	5	9	30
Polyphénol oxydase	5	25	30	65
Peroxydase	170	180	300	
Catalase	180	190	300	
Phospholipase C	80	100	120	180
Phospholipase D	240	260		
Héparine		300		
Albumine	180	190	300	

Milieu : 2 ml de latex 1 ml de tampon cacodylate 0,5 M pH 6,0 ; concentration en enzyme (ou protéine) : 1 mg/ml.

R.H. SMITH - *Biochem. J.*, 56, 240, (1953).

C.H. WOO - *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, 23, 323, (1973).

de caoutchouc. On a pu constater qu'au pH utilisé (6,0), la trypsine a le plus grand pouvoir coagulant. Elle est suivie de près par la phénoloxydase. La phospholipase C exerce également une action favorable sur la coagulation.

L'effet de la peroxydase, de la catalase et de la phospholipase D est comparable à celui de l'albumine et peut être attribué à l'apport des protéines.

Des résultats obtenus, il ressort que d'autres enzymes que la polyphénoloxydase, dont l'action se trouve une fois de plus confirmée, pourraient être impliquées dans le processus de coagulation du latex et notamment certaines protéases.

### *Action de la stimulation sur les propriétés coagulantes du latex*

L'effet principal de la stimulation des arbres par l'Éthrel, générateur de l'éthylène, est *in vivo* la prolongation de la durée de l'écoulement du latex après la saignée, c'est-à-dire un retard dans sa coagulation sur l'encoche. La stimulation semble modifier les propriétés coagulantes du latex. Nous avons testé ce phénomène *in vitro*, soit sur les latex entiers, non dilués, soit sur les latex tamponnés à pH 6,5.

Dans les deux cas, on a constaté un retard net (allant jusqu'à plusieurs heures) dans la coagulation des latex provenant des arbres stimulés, par rapport à ceux des arbres témoins ; ceci indique un pouvoir coagulant réduit.

### *Phénoloxydases du latex*

Partant de la constatation que la phénoloxydase et ses substrats exercent une action sur la coagulation, nous avons poursuivi les recherches sur les phénoloxydases du latex. La présence de deux systèmes phénoloxydasiques (ou, au moins, de deux fonctions phénoloxydasiques), a été mise en évidence : monophénoloxydase, opérant la transformation de la tyrosine en 3,4-dihydroxyphénylalanine (DOPA), et polyphénoloxydase (O-diphénoloxydase), dont l'activité est mesurée en utilisant la DOPA comme substrat. Aucune activité du type laccase n'a pu être, par contre, décelée dans le latex.

Le système polyphénoloxydasique (PPO), particulièrement actif dans les latex de certains clones, a fait l'objet d'études plus détaillées.

### *Localisation de l'enzyme au niveau subcellulaire*

L'activité PPO est liée à la fraction particulaire. Le sérum C est pratiquement inactif ; ajouté au sédiment, il inhibe fortement son activité. Au départ, deux hypothèses ont été envisagées : 1- la PPO serait exclusivement particulaire ; 2- elle serait de double origine, particulaire et sérique, mais se trouverait dans le sérum cytoplasmique à l'état latent, totalement inhibée par certains de ses constituants naturels. C'est cette dernière hypothèse qui s'est avérée vraie. Déjà Coupé et coll. (1972) ont signalé la présence sur les électrophoregrammes du surnageant d'une bande PPO distincte de celle trouvée au sédiment. Nous avons mis en évidence, par

l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide et sur plaques d'amidon, la présence dans le sérum cytoplasmique de toute une série d'isoenzymes, dont 4 à 5, à caractère anionique, sont propres à cette fraction. Les isoenzymes caractéristiques du sédiment sont, par contre, de nature cationique.

L'inhibiteur (ou les inhibiteurs) sérique (s) de PPO est thermostable ; ce n'est donc pas une protéine.

La localisation de la PPO sédimentable au niveau des particules de Frey-Wyssling, mise en évidence par Coupé et coll. (1972), a pu être confirmée en utilisant, après quelques modifications, les deux techniques empruntées aux auteurs. La première met à profit l'action sélective de la digitonine sur les organites du sédiment ; dans des conditions bien déterminées (durée d'action, concentration en digitonine), on obtient la lyse des particules riches en PPO avec la «solubilisation» de l'enzyme, qui passe dans le surnageant, alors que les lutoïdes, caractérisés par leur activité phosphatase acide (P-ase), restent intacts. Parallèlement à la «solubilisation» de la PPO, il y a la libération du  $\beta$ -carotène ; il s'agit donc bien des particules de Frey-Wyssling.

La deuxième technique emploie une centrifugation isopycnique. La distribution des protéines et des activités enzymatiques le long d'un gradient continu de saccharose (figure 1) montre que les protéines, la P-ase et la Perox (péroxydase), suivent la même distribution, distincte de celle de la PPO. Remarquons, en passant, le déplacement très caractéristique du pic des lutoïdes provenant des arbres stimulés vers les fractions plus légères du gradient.

La PPO, en plus du pic principal (fractions 8 - 11), correspondant aux particules de Frey-Wyssling, présente systématiquement un deuxième pic lié aux fractions les plus lourdes (1 - 2), fractions habituellement considérées comme étant constituées, soit par une autre population de lutoïdes de densité plus forte, soit par des particules agglutinées. Ce qui frappe toutefois, c'est que l'on n'y décèle que très peu de protéines, de P-ase et de Perox.

Compte tenu de ce fait, ainsi que des autres observations réalisées au cours des centrifugations différentielles, nous avons suggéré qu'il pourrait s'agit là d'un type de particule riche en PPO, non encore identifié, distinct de celles de Frey-Wyssling, correspondant à la zone 1.1. de Moïr (1959). Un examen au microscope électronique de la «fraction X» semble toutefois infirmer cette supposition.

### *Quelques caractéristiques de la PPO du latex*

Le pH optimum pour l'activité PPO se situe aux environs de 6.

*Activateurs* - les cations bivalents  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Cu}^{++}$  (les mêmes qui favorisent la coagulation du latex).

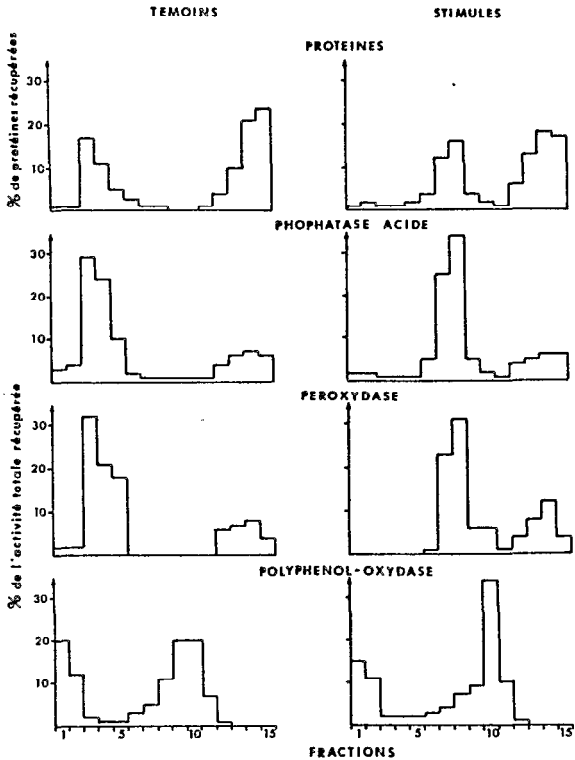


Figure 1

Histogramme représentant la distribution des protéines et des activités enzymatiques le long d'un gradient continu du saccharose

#### *Inhibiteurs -*

- a - les antioxydants - MSH, cystéine, acide ascorbique (tous retardateurs de la coagulation),
- b - les substances bloquant le cuivre (intramoléculaire) - KCN et Diethyldithiocarbamate,
- c - l'arséniate de Na.

*L'affinité de l'enzyme aux différents substrats -* dans l'ordre de l'affinité décroissante, on trouve le catéchol, la DOPA et l'acide chlorogénique.

#### *Substrats naturels de phénoloxydases - Composés phénoliques du latex*

La présence dans le latex des phénoloxydases actives nous a conduits à la recherche de leurs substrats naturels et, plus généralement, à l'étude des composés phénoliques du latex.



Nous avons constaté que, contrairement aux opinions répandues, le latex d'hévéa contient des quantités importantes de phénols. A titre d'exemple, dans le latex du clone PR 107, on trouve entre 200 et 750  $\mu\text{g}$  de phénols totaux/ml latex, dont 150-400  $\mu\text{g}$  dans le sérum cytoplasmique et 50-350  $\mu\text{g}$  dans le sédiment.

Les teneurs en phénols totaux varient dans des larges limites au cours de l'année. Une forte augmentation est observée à la fin du cycle végétatif.

La stimulation des arbres par l'Ethrel fait augmenter les phénols du latex (jusqu'à 150% du témoin).

L'identification des composés phénoliques présents dans le latex est en cours.

### *PPO - Différences clonales*

L'exceptionnelle variabilité de l'activité PPO de latex signalée par Coupé et coll. (1972) et la recherche d'un rapport entre cette activité et les propriétés coagulantes du latex nous ont amenés à étudier les variations d'origine clonale.

Quatre clones, très différents du point de vue de la qualité du latex, de la vitesse et de la durée d'écoulement, ont été choisis (tableau 4). Les mesures d'activité PPO (sur un très grand nombre d'échantillons) ont mis en évidence des différences clonales spectaculaires. Dans l'ordre d'activité décroissante, il faut citer Tjir 1, PR 107, GT 1 et PB 86. Une corrélation positive semble exister entre l'indice d'obstruction et l'activité PPO.

Il est à noter que les valeurs inférieures de la rubrique «Variations» (tableau 4) se rapportent, en général, à la fin du cycle végétatif. Cette baisse de l'activité PPO coïncide avec la montée déjà mentionnée de la teneur du latex en composés phénoliques.

Tableau 4  
Variations de l'activité polyphénoloxydasique du sédiment selon les clones

CLONE	Activité PPO moyenne en DO/ml latex/mn mesurée		Variations
	sans ions $\text{Ca}^{++}$	en présence des ions $\text{Ca}^{++}$	en présence des ions $\text{Ca}^{++}$
Tjir 1	0,772	2,145	1,250 - 5,760
PR 107	0,428	1,305	0,834 - 1,815
GT 1	0,068	0,320	0,225 - 0,412
PB 86	0,009	0,053	0,038 - 0,063

### *Action de la stimulation sur la PPO*

Le fait que la stimulation des arbres par l'Ethrel se répercute sur les propriétés coagulantes du latex nous a amenés à étudier l'action d'un tel traitement sur l'activité PPO.

Nous avons constaté qu'après une phase stationnaire ou même, parfois, une légère augmentation de l'activité PPO observée immédiatement après le traitement stimulant, cette activité décroît rapidement et ne présente, vers la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> saignées, que 20 à 30% de la valeur des témoins. L'effet dépressif de la stimulation sur l'activité PPO se maintient pendant plusieurs semaines après le traitement.

Ces résultats confirment l'existence d'un rapport direct entre l'activité PPO et le pouvoir coagulant du latex.

Une corrélation inverse semble exister entre l'activité PPO et la teneur globale en phénols qui, elle, augmente après la stimulation.

★

**En conclusion**, la coagulation du latex est un processus très complexe et beaucoup de facteurs y sont impliqués, facteurs qui, parfois, agissent de façon antagoniste.

Un système interne de régulation semble fonctionner au sein du latex. Les éléments figurés contiennent les facteurs destabilisateurs ; les lutoïdes : bas pH (acidité), cations bivalents, protéines à point isoélectrique élevé ; les particules de Frey-Wyssling : la PPO.

L'éclatement des structures avec la libération de leur contenu provoquerait, localement au moins, la coagulation du latex :

- par l'abaissement du pH, les phénomènes électrostatiques et la libération des activateurs d'enzymes ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ) dans le cas des lutoïdes,
- par la mise en contact de la PPO avec ses substrats phénoliques (formation des quinones et des mélanines) dans le cas des particules de Frey-Wyssling ; l'action de cette enzyme sur la coagulation est incontestable ; le rôle régulateur des différents constituants phénoliques du latex est à envisager.

Le sérum cytoplasmique représenterait un système antagoniste au système destabilisateur de particules. Il contiendrait des inhibiteurs de coagulation agissant soit directement sur le processus, soit indirectement sur quelque facteur de coagulation, comme c'est le cas pour la PPO.

L'oxygène atmosphérique et, plus généralement, les réactions d'oxydation, jouent un rôle important dans le processus de coagulation. Ceci pourrait expliquer le caractère superficiel de la coagulation du latex sur l'encoche.

Enfin, d'autres enzymes que la PPO pourraient être impliquées dans le processus, par exemple certaines protéases.

L'action de la stimulation s'exercerait, entre autres, au niveau de l'activité PPO ; la baisse de cette activité sous l'effet du traitement serait en rapport direct avec la moindre coagulabilité des latex des arbres stimulés.

★

1 - 2 - 3  
**Morphologie du système laticifère, Phloème, Cellules à tanin**  
 F. Halle

*Morphology of the laticiferous system*

*Morphogenesis and cambium function of the hevea are both rhythmic. It appears, however, that the number of laticiferous mantles is less than the number of age rings of the wood or of the «sheaths» of tannin-bearing cells surrounding the laticiferous vessels. This phenomenon which therefore conditions the richness of a bark in laticigenic tissue must play an important part in the production potential of the hevea. It is therefore worthy of careful study especially the cytological aspect.*

*A reminder is given that the latex collected by tapping is in reality a mixture of components derived from cells of different ages and various origins.*

★

La saignée des laticifères lèse dans le même temps de nombreuses cellules et les vaisseaux du liber. Qu'est-ce exactement que l'on baptise latex ?

\*

La morphogénèse de l'hévéa est rythmique. La manifestation de ce rythme endogène (42 jours environ) peut se constater sur la croissance en hauteur et en diamètre, la ramification, etc..

Le cambium a lui aussi un fonctionnement rythmique facilement observable par l'intermédiaire des cerneaux du bois.

Si la disposition des manteaux concentriques des tubes à latex est classique, le lien de leur apparition avec le rythme endogène l'est moins. D'après des résultats obtenus en 1968, il apparaît qu'il y a en réalité des sortes de ratés. Le nombre  $n$  de manteaux laticifères est inférieur au nombre  $N$  de cerneaux de bois qui, lui, est en corrélation exacte avec le rythme. Prenons un exemple (figure 1) :

- soit un stade de croissance caractérisé par 6 cerneaux de bois ; dans le liber 4 manteaux laticifères (n° 1, 3, 4 et 6) seulement sont décelables ; mais si l'on examine la carte des cellules à tanin qui sont en général étroitement liées aux laticifères, les manteaux n° 4 et 5 sont visibles ; ceci amène à l'interprétation « provisoire » des ratés, signalée précédemment.

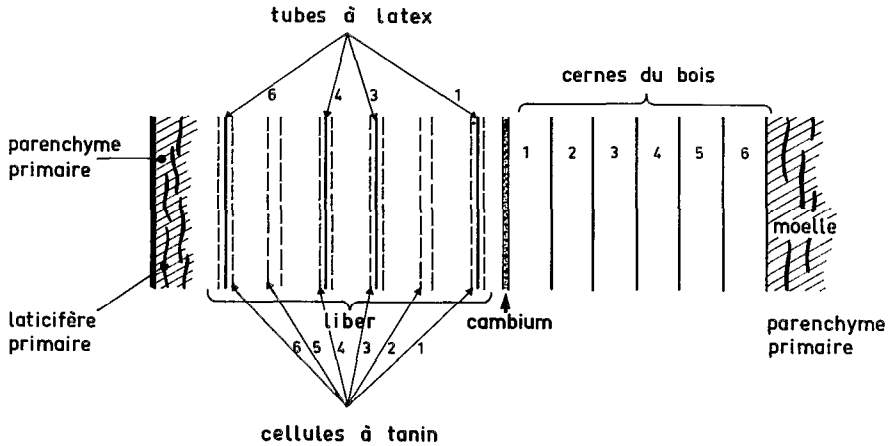


Figure 1  
Coupe schématique dans un rameau d'hévéa

- il semble que le manteau laticifère complet comporte des tubes à latex accompagnés d'une sorte de gaine de cellules à tanin, et que les structures incomplètes ne possèdent que des cellules à tanin (l'inverse n'a d'ailleurs jamais été observé).

L'amélioration du matériel végétal en hévéaculture devra donc tenir compte de ces observations, et faire en sorte que les manteaux laticifères des arbres soient toujours complets. Une recherche de variabilité à ce sujet entre des hévéas hauts producteurs et bas producteurs est souhaitable.

D'autre part, les cellules à tanin et les tubes à latex ne sont pas simplement juxtaposés : leur ontogénèse et leur évolution (jeunesse, maturité, senescence, dislocation) sont parallèles. Il en résulte que le latex obtenu par saignée est un mélange de constituants à des stades ontogéniques différents qui, par conséquent, ont des caractères histologiques et plus globalement biologiques très variés. Par ailleurs, le latex recueilli contient aussi des constituants d'origines cellulaires diverses : tanins, sève élaborée, etc.. Il ne faut donc en aucun cas oublier l'hétérogénéité de ce matériel végétal.

Enfin, de nombreux sujets de recherches se doivent d'être abordés :

- à quel moment du cycle cambial le tube se forme-t-il ?
- quel est le lien entre les tubes à latex et les tubes criblés ?
- comment peut-on envisager le rôle biologique du latex ?

Autant de questions dont les réponses sont nécessaires pour espérer progresser efficacement dans le domaine de la physiologie de l'hévéa et par extension celui de la productivité.

*Au cours de la discussion, une remarque importante est faite, à la suite d'une question sur l'inclinaison des tissus laticifères par rapport à l'axe du tronc. Monsieur le Professeur Hallé, contrairement à ce qui est généralement cru, pense que les laticifères ne sont pas systématiquement inclinés du même côté, mais que cette inclinaison est répartie également dans un sens ou dans l'autre.*

★