

COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU CAOUTCHOUC
C.S.T.C. - I.R.C.A.

Procès-verbal de la 14ème réunion
tenue le 17 mars 1989

IRCA-CIRAD, 42 rue Scheffer, F - 75116 Paris



Calques 130 B.



Institut de Recherches sur le Caoutchouc

*Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)
42, rue Scheffer 75116 Paris (France) - Tél. : (1) 47.04.32.15
Télex : 620871 INFRANCA PARIS*

COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU CAOUTCHOUC
C.S.T.C. - I.R.C.A.

Procès-verbal de la 14ème réunion
tenue le 17 mars 1989

IRCA-CIRAD, 42 rue Scheffer, F - 75116 Paris

- Calques 130 B
- ALBUM : F. 8.832.

IRCA CIRAD
JBS/nl

Juillet 1989



LISTE DES PARTICIPANTS :

* UNIVERSITE

MM	J. d'AUZAC	Président - USTL
	J.C. BENET	USTL
	J.C. BROUSSE	Université Le Mans
	J. CHEVAUGEON	(retraité de l'E. Nationale)
Mme	Y. DATTEE	INRA
MM	J.P. RONA	CNRS-Université Paris VII
	SEBILLOTTE	INAPG
	J.P. VAIRON	Université P. et M. Curie

* PLANTEURS

R CHAMBE	TERRES ROUGES
J. de CONDE	MICHELIN
A. DOAT	SAPH-SODECI
P. DROUET	Grands Travaux Côte d'Ivoire
D. GUELFUCCI	MICHELIN
G. de LABOULAYE	SIPH-SAPH
POLTON	SODECI
J. REMY	HEVECAM
J. ROULAND	TERRES ROUGES

* INDUSTRIELS, NEGOCIANTS, TECHNOLOGUES

G. BERNE	PAULSTRA
G. BERTRAND	IFOCA
J.L. CAILLAU	CFPI
M. COLINEAU	MICHELIN
J.M. FAUVIN	KLEBER
A. LAUZERAL	CFPI
B. PICHON	MICHELIN
P. NARBOUX	SAFIC ALCAN
B. ROZENBAUM	EURONAT

* ORSTOM

C. BOISSON

* IRAP

G. BOCCACCIO
A. MENIL

* BANQUE MONDIALE

B. GRAY

* INRA

J. CHATAIGNER

* CIRAD

	H. BICHAT	CIRAD
	M. BRAUD	IRCT
	J.M. DUMAS	CIRAD
Mme	N. MICHAUX-FERRIERE	CNRS

* IRCA/CIRAD

MM	Y. BANCHI	IRCA-CI
	J. CAMPAIGNOLLE	IRCA-PARIS
	M.P. CARRON	IRCA-MONTPELLIER
	O. CHABROL	IRCA
Mme	M.H. CHEVALLIER	IRCA-MONTPELLIER
MM	J. COMMERE	IRCA-CI
	D. DESPREAUX	IRCA-PARIS
	F. ENJALRIC	IRCA-MONTPELLIER
	J.M. ESCHBACH	IRCA-CI
	P. GENER	IRCA-PARIS
	J.L. JACOB	IRCA-MONTPELLIER
	J.C. LAIGNEAU	IRCA-CI
Mlle	M.C. LAMBERT	IRCA-MONTPELLIER
MM	H. de LIVONNIERE	IRCA-PARIS
	D. NICOLAS	IRCA-PARIS
	R. de PADIRAC	IRCA-PARIS
	J.C. PREVOT	IRCA-MONTPELLIER
	F. RIVANO	IRCA-GUYANE
	J. SAINTE-BEUVE	IRCA-PARIS
	J.B. SERIER	IRCA-MONTPELLIER
	M. de la SERVE	IRCA-PARIS
Mlle	M. TOUSSAINT	IRCA-PARIS
M	J.C. TOURON	IRCA-PARIS

* ABSENTS ET EXCUSES

P. BAUDIN
 F. CAILLEZ
 C. CARLIER
 P. COMPAGNON
 Y. DEMARLY
 J.B. DONNET
 J.M. GABRIEL-ROBEZ
 J.P. GASCON
 X. GIDROL
 J. LEFORT
 R. OCHS
 C. PIERI
 A. TONNING
 A. VERSCHAVE
 G. de VERNOU

S O M M A I R E

	<u>Pr J. d'Auzac</u>	pages
Introduction		1
AGRONOMIE		
AMELIORATION		
1. - Les principaux résultats du Symposium I.R.R.D.B. 1988 en amélioration	<u>D. Nicolas</u>	11
2. - La sélection clonale sur le continent africain ; Contraintes et limites du programme IRCA en Côte d'Ivoire	<u>D. Nicolas</u> <u>A. Clément-Demange</u>	13
3. - L'embryogénèse somatique de l'hévéa : le présent et le futur	<u>M.P. Carron</u>	19
PHYTOTECHE		
- Contraintes liées aux clones à développement rapide (type PB 235)	<u>A. Leconte</u>	27
PHYTOPATHOLOGIE		
- Le Fomès : synthèse des connaissances. Les remèdes actuels, les problèmes subsistants.	<u>D. Despréaux</u>	39
EXPLOITATION - PHYSIOLOGIE		
1. - Synthèse du Symposium I.R.R.D.B. 1988 en exploitation - physiologie	<u>J.L. Jacob</u>	55
2. - Application de la recherche : le développement du diagnostic latex.	<u>R. Lacrotte</u>	57
3. - La typologie clonale et la conduite de l'exploitation	<u>J. Commère</u> <u>E. Serres</u> <u>J.L. Jacob</u>	61

TECHNOLOGIE

- | | | |
|--|-------------------------|----|
| 1. - Situation et évolution du marché du caoutchouc naturel en 1988 | | 71 |
| | <u>Narboux</u> | |
| 2. - Propriétés technologiques des latex clonaux.
Fiches de clone | | 77 |
| | <u>J.C. Laigneau</u> | |
| 3. - Accélération de la vulcanisation des caoutchoucs de C.V. | | 83 |
| | <u>J.C. Laigneau</u> | |
| 4. - Le caoutchouc liquide époxydé. Quelles utilisations ? | | 89 |
| | <u>H. de Livonnière</u> | |
| Conclusions par le Président du C.S.T.C. | | 97 |

INTRODUCTION

du Président du C.S.T.C. Pr. J. d'Auzac

Cette réunion est la 14ème réunion plénière du Comité Scientifique et Technique de l' IRCA, département Caoutchouc du CIRAD qui, comme les années précédentes, rassemble autour du caoutchouc naturel, les planteurs, les négociants et les manufacturiers. A ce rassemblement, suscité à l'origine par les chercheurs de l' IRCA, participent des spécialistes scientifiques, des Professeurs de l'Université, des chercheurs de l' ORSTOM, du CNRS, de l' INRA, de l'IRCA et bien sûr de diverses disciplines du CIRAD.

Parmi les assistants, les plus constants depuis des années sont incontestablement les planteurs, les négociants et les manufacturiers. Le "turn-over" est nettement plus important du côté des scientifiques, à quelques exceptions remarquables près. Et c'est normal. En effet, l' IRCA, en fonction de l'évolution des programmes et des problèmes posés est amené à solliciter tout à tour l'aide de spécialistes de différentes disciplines. C'est ainsi que je tiens à souligner aujourd'hui la venue pour la première fois au CSTC du Pr. J. CHATAIGNER, spécialiste d' Economie Rurale à l' ENSA-M/ INRA-Montpellier ; du Pr. VAIRON, spécialiste en Physico-Chimie macromoléculaire à l' Université de Paris 6, du Pr. BROUSSE, chimiste macromoléculaire à l' Université du Mans, du Pr. SEBILLOTTE, spécialiste des réactions Sol-Plante à l' INRA, de mon collègue de Montpellier, le Pr. BENET qui nous soutient depuis des années dans des études de base sur le séchage du caoutchouc naturel.

Parmi les événements importants qui se sont produits depuis le dernier CSTC, il faut citer en premier le Colloque "Exploitation-Physiologie Amélioration de l' Hevea" de l' International Rubber Research and Development Board (IRRDB) qui s'est tenu ici même au mois de Novembre 1988. Le responsable de l'organisation en était J.L. JACOB en tant que Liaison-Officer pour la Physiologie et l'Exploitation de l'IRRDB. Ce colloque a rassemblé quelque 75 participants Physiologistes et Généticiens des 9 principaux pays producteurs de caoutchouc. Il a permis d'engranger une somme considérable de résultats rassemblés dans un volume de plus de 600 pages. Il apparaît une concurrence scientifique certaine entre des approches, voire des écoles de pensée différentes et une telle réunion est largement bénéfique à tous.

Puisque l'on parle de publications, signalons également deux publications sur l'Hevea. La première, "Physiology of Rubber Tree Latex", éditée par J.L. JACOB, H. CHRESTIN et J. d'AUZAC, est en quelque sorte la somme des connaissances acquises quant à la physiologie du latex par divers instituts francophones de recherche sur le caoutchouc. Ce livre est le résultat d'une ancienne et fructueuse collaboration en Physiologie-Biochimie entre l' IRCA, l' ORSTOM et l'Université.

Un autre livre, également édité en anglais, s'intitule sobrement "Rubber". Il est le fruit d'une collaboration entre divers chercheurs anglais, ayant appartenu jadis, pour la plupart, au Rubber Research Institute de Malaisie. C'est le pendant anglais de ce que l'on appelle communément maintenant chez nous, le "COMPAGNON".

L'année écoulée a vu la soutenance d'une thèse de Doctorat de Richard AURIA, chercheur ORSTOM à Montpellier, dirigé par le Pr. BENET de l' USTL, sur les bases fondamentales du séchage du caoutchouc naturel en feuille (financement de la région Languedoc-Roussillon). Une deuxième thèse, menée par Bruno COUSIN, est en route avec la même direction scientifique sur les bases du séchage du caoutchouc granulé cette fois. Ainsi l' IRCA disposera de bases scientifiques solides pour la mise en place de pilotes de séchage, mise en place que l' IRCA espère bien faire subventionner par l' UNIDO. L'obtention de ce contrat UNIDO est d'ailleurs vitale pour la technologie IRCA en Côte d'Ivoire, alors que le 2ème contrat UNIDO sur les caoutchoucs liquides modifiés arrive à son terme à la fin de 1989.

Je tiens à signaler en Technologie l'arrivée au siège de Jean-Claude TOURON, Ingénieur Arts et Métiers, qui vient soutenir les programmes de Développement de la Division Technologie à l' IRCA-Siège.

Restons dans le domaine des thèses pour signaler la mise en place, à la dernière rentrée universitaire, de 2 thèses sur le microbouturage de l'Hevea à Montpellier et de 2 autres thèses également sur l' Embryogénèse somatique de l'Hevea à l'Université de Clermont-Ferrand. Le financement de 3 de ces thèses a été obtenu dans le cadre de conventions CIFRE accordées par l' ANRT, sur la demande de la Société MICHELIN que je tiens à remercier ici officiellement. Trois autres thèses concernant aussi l'Hevea (Culture in vitro et Phytopathologie), se déroulent sans encombre, soit à l' IRCA-CIRAD, soit à l' USTL.

Il a été largement question de la culture in vitro. Laissez-moi rappeler que depuis un an et quelques mois fonctionne à Montpellier sur un site d' AGROPOLIS, la "Société de Microbouturage de l'Hevea" (SMH), fondée par les 3 principaux groupes français de plantation d'Hevea, avec le CIRAD et l' IFC.

Cet ensemble regroupe environ 15 chercheurs et techniciens. Des microboutures sont régulièrement expédiées à l' IRCA-Côte d'Ivoire où sont effectuées les études d'endurcissement, de sevrage et de mise en champs.

Tout ceci fait que la recherche sur l' Hevea, dans et autour du CIRAD à Montpellier, est de plus en plus importante puisqu'elle regroupe 25 chercheurs et techniciens et 4 secrétaires. L'Université de Montpellier apporte 6 chercheurs supplémentaires préparant DEA ou Thèses.

Je vous disais l'année dernière combien l' IRCA était préoccupé de mettre à profit pour l' Hevea les techniques modernes que sont la Biologie Moléculaire et le Génie Génétique, techniques sophistiquées et coûteuses qu'en aucune façon l' IRCA ne pouvait utiliser seul. Dans cette optique, nous avons tenté d'obtenir un financement européen dans le cadre des Programmes Science Technique Développement (STD-2) de la CEE. Peut-être trop ambitieux, ce programme a été rejeté. Dans le même cadre cependant, un financement a été obtenu pour la suite du programme "Germplasm" visant à la mise en valeur des nouveaux génotypes récoltés en Amazonie en 1981. Grâce à cette aide, une collaboration se met en place avec le laboratoire du Pr. BOUTRY de l'Université de LOUVAIN, afin d'utiliser des marqueurs de la distance génétique au moins aussi fins que les systèmes enzymatiques utilisés avec succès à ce jour au laboratoire d'Electrophorèse de M.H. CHEVALLIER. Il s'agit de fragments d' ADN mitochondriaux et de l'analyse dite "RFLP".

A également été obtenu un contrat CEE sur le développement des cultures vivrières, en intercalaire de l' Hevea dans les premières années de culture.

Nous n'avons pas renoncé pour autant à profiter de la Biologie Moléculaire. Un nouveau cadre s'offre en effet, celui de l' Institut International de Recherches Scientifiques pour le Développement d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire : l' IIRSDA spécialisé dans les techniques de pointe en Biotechnologie, Biologie Moléculaire, Génie Génétique et Electrophysiologie. Une convention animant divers partenaires, est en préparation. Le dispositif : personnel, financier, matériel et scientifique est quasiment en place, prêt à démarrer dès que sera acquis l'accord du Ministre de la Recherche de Côte d'Ivoire. L'objectif est de chercher des marqueurs moléculaires (protéines et acides nucléiques) liés à la haute production, à la réponse à la stimulation, à la résistance à l'encoche sèche. Cette étape moléculaire nous paraît indispensable avant d'entreprendre, par la suite, des manipulations de Génie Génétique qui devront s'appuyer sur la réussite préliminaire de la culture de protoplastes et de l'Embryogénèse Somatique, toutes recherches déjà en cours. Le maître d'oeuvre du projet actuel de Biologie Moléculaire est le Dr. H. CRESTIN, responsable du laboratoire concerné de l' IIRSDA.

L'année dernière nous regrettions tous ici d'avoir dû laisser partir Y. SENECHAL, Phytopathologiste IRCA auprès d' HEVECAM, pour un poste IRFA en Equateur (sur la banane). Par contre, nous avons pu obtenir du CIRAD le détachement à l' IRCA de Denis DESPREAUX, ex-phytopathologue Café-Cacao au Cameroun, qui travaillera à l' INRA-Versailles et apportera sa contribution aux efforts de recherche en phytopathologie en Afrique.

Nous tenons toujours énormément à l'antenne IRCA de KOUROU Guyane, dont F. RIVANO est le responsable, parce que c'est là que nous pouvons conserver une "Hévéa-thèque" aussi complète que possible, permettant d'étudier le fléau que constitue la maladie sud-américaine des feuilles de l' hévéa, le Microcyclus ulei. Un VAT a pu être affecté en appui à F. Rivano; il faudrait de plus, en attendant mieux, qu'un technicien le soit au laboratoire de Kourou qui est moderne et très satisfaisant. L' IRCA accorde donc beaucoup d'importance au screening des nouveaux clones quant à leur résistance au Microcyclus ulei et, guidé par les Pr. CHEVAUGEON et COLENO, à la recherche de clones présentant une résistance de type horizontal. Une collaboration tend à s'établir avec l'équipe allemande de l' Université de BRUNSWICK dirigée par le Pr. LIEBEREI qui soutient directement la meilleure équipe brésilienne de Phytopathologie de l' Hevea, elle-même dirigée par le Dr. JUNQUEIRA à l'Institut de MANAUS au Brésil. Nous espérons vivement développer une collaboration européenne franco-germano-brésilienne pour mener des études modernes sur la résistance au Microcyclus et si possible dans l'avenir intervenir dans la création de clones résistants.

Nous faisons état l'année dernière de problèmes sur la pérennité du fonctionnement des Diagnostics Latex (DL) au Cameroun. Nous avons, enfin, engagé un Physiologiste M. LE COZ qui est d'ores et déjà parfaitement à même de réaliser dans le cadre de l' IRA (EKONA), avec le soutien du Dr. JACOB, les DL industriels au profit des 3 grands groupes camerounais de plantations.

Depuis hélas de nombreuses années l' IRCA s'est dépensé pour la mise en place dans le S.O. de la Côte d'Ivoire d'une plantation expérimentale de 1500 ha avec l'aide de financements internationaux ; il faut bien reconnaître que malgré une énorme persévérance des responsables, la cadence annuelle de plantation ne correspond pas aux prévisions par suite de sévères contraintes locales.

1990 doit constituer pour l' IRCA un tournant en ce sens qu'il nous faut ajuster notre programme de recherches pour la période 1990-1995, dans le cadre défini par les diverses autorités nationales, aussi bien d'ailleurs qu'ajuster la politique générale et notamment géographique de l' IRCA. A cet effet, nous avons demandé à tous les chercheurs d'établir le bilan de leur recherche passée et de faire des propositions pour l'avenir. Au cours d'un séminaire fermé, hors téléphone, qui se tiendra en Juin dans un site retiré, nous préciserons nos projets avant que de les soumettre à la direction du CIRAD et aux autorités de tutelle.

C'est dire combien nous sommes actuellement dans une position d'écoute vis-à-vis des problèmes qui se posent à la profession, entre la plantation de la graine et le caoutchouc brut ou transformé, à la sortie de l'usine de plantation. Cette réunion du CSTC est aujourd'hui pour nous l'occasion de cette quête d'idées. De même que nous l'avons demandé aux chercheurs, nous sommes prêts à recevoir dans les 2 mois qui viennent toutes suggestions écrites d'où qu'elles viennent.

Je ne cacherai pas que d'ores et déjà des recherches sur l' encoche sèche (notamment dans le cadre de l' IRRDB), le système racinaire, la disponibilité en eau pour le système laticifère sont sérieusement envisagées.

Une parenthèse pour souligner, comme vous avez dû vous en apercevoir, l'importance que nous apportons à la réalisation de thèses qui nous permettent de façon économique, de développer nos connaissances de base indispensables à une recherche appliquée. C'est ainsi que nous souhaitons profiter de bourses de thèses obtenues par le CIRAD en Agronomie Tropicale pour travailler :

1. la connaissance du système racinaire de l' Hevea en liaison avec l' INRA-Avignon et l'Université d'Aix-Marseille,
2. la biologie moléculaire de la stimulation à l'Ethrel entre l' IIRSDA et l'Université de Paris-sud,
3. la nutrition minérale in vitro avec l'Université de Montpellier,
4. la mise au point de tests immunologiques de l'infection fongique avec l' INRA-Versailles.

Je vous rappelle, en terminant, que le principe fondamental de cette réunion persiste, à savoir que les exposés ne visent qu'à susciter des suggestions et des critiques de la part de tous les participants.

AGRONOMIE

AMELIORATION



LES PRINCIPAUX RESULTATS
DU SYMPOSIUM IRRDB 1988 EN AMELIORATION.

D. Nicolas

20 communications ont été reçues; 17 ont été présentées par 8 pays de l'IRRDB.

Trois grands thèmes ont été abordés :

- en premier lieu le germplasm pour lequel 6 communications ont été présentées :
 - . le point a été fait sur les 2 centres d'accueil de Malaisie et de Côte d'Ivoire;
 - . l'Inde et le Vietnam ont fait état de leurs premières observations;

Au risque d'apparaître peu modeste, il faut reconnaître que seul l'IRCA a présenté des résultats synthétiques contribuant à une utilisation raisonnée de ces nouvelles origines.

Un absent de marque : le Brésil. On apprend que le Centre de Manaus aurait perdu la quasi totalité des récoltes de la prospection IRRDB 1981.

.
. .

Le deuxième thème concernait les données fondamentales de la génétique de l'hévéa :

- 2 communications ont été présentées par le Nigéria sur l'aptitude à la combinaison et l'héritabilité . De graves fautes méthodologiques rendent malheureusement ces résultats très peu fiables.
- 2 autres communications portaient sur la connaissance de base de la physiologie de l'arbre :
 - . l'une présentée par le Sri Lanka concernait l'utilisation de l'eau et du CO₂
 - . l'autre présentée par la Thaïlande concernait l'activité de la HMG coenzyme A réductase.

Il s'avère que ces nouvelles données sont difficiles à intégrer dans la complexité de la sélection. Aucune donnée n'a été fournie concernant l'héritabilité de ces paramètres.

.
. .

Le troisième thème portait sur la sélection :

- la réussite à la pollinisation artificielle représente toujours un des facteurs limitant des programmes engagés,
- les champs d'évaluation de seedlings, première étape du processus de sélection représentent une clé de la réussite : de nombreux efforts sont faits pour en améliorer l'efficacité,
- la méthode chinoise consistant à inciser des feuilles pour apprécier le potentiel de production d'un clone, qui nous avait laissé à l'époque très sceptique, doit être abandonnée,
- deux Instituts ont présenté une gamme de nouveaux clones de leur propre production : la Côte d'Ivoire et le Vietnam.

Enfin, 2 communications concernant les cultures in vitro témoignent de l'avancée de l'IRCA en la matière et la réunion s'est achevée sur les très belles photos d'hévéa de synthèse obtenues par le laboratoire de modélisation du CIRAD.

LA SELECTION DE L'HEVEA POUR LE CONTINENT AFRICAIN,
LIMITES ET CONTRAINTES DU CENTRE DE COTE D'IVOIRE.

D. Nicolas,
A. Clement-Demange

L'amélioration génétique c'est :

- la création de nouveaux clones
- la sélection des clones les mieux adaptés
- la propagation de ces clones

Pour l'hévéa, les étapes sont maintenant bien tracées et les différentes phases du programme de sélection ont déjà été présentées à plusieurs reprises.

Un programme de sélection est soumis principalement à deux types de contraintes :

- il n'est réellement efficace que pour le milieu dans lequel il se déroule,
- son efficacité est directement liée au volume de matériel sur lequel il s'applique.

Voyons tout d'abord l'importance du milieu. De nombreux exemples montrent qu'un clone performant dans un lieu peut être décevant dans un autre.

Tous les clones d'Extrême-Orient sont ultra sensibles aux maladies de feuilles de l'Amérique du Sud.

Le clone PR 255 est en classe I en Malaisie; il est tellement sensible au Colletotrichum en Afrique qu'il ne peut être planté sur ce continent. Le clone PB 217, qui est considéré comme un des clones les plus performants en Côte d'Ivoire subit également de très fortes attaques de Colletotrichum au Cameroun et au Gabon.

Le clone PB 255 s'adapte mal aux zones à climat sec et aux sols difficiles : sa croissance est ralentie et le risque d'apparition d'encoques sèches déjà élevé augmente encore.

On voit donc que les recommandations clonales ne sont pas universelles, elles sont soumises aux facteurs écologiques dont les plus importants sont :

- les maladies
- la casse due au vent
- la sécheresse
- les sols

Ainsi la Malaisie forte de ses surfaces importantes en Hévéa a pu mettre au point une méthode très fine de recommandations différenciées selon les lieux : "the environmax method of planting recommendations" (Fig 1.).

Cette méthode tient compte d'une classification des sols, des zones d'extension des principales maladies et des zones soumises à des vents importants sur l'ensemble du territoire.

La deuxième contrainte se situe au niveau de la qualité du matériel végétal soumis à la sélection.

Pour l'hévéa, les centres de sélection opérationnels sont peu nombreux et leur efficacité souvent conditionnée par les moyens mis en oeuvre.

L'amélioration de l'hévéa à l'IRCA : c'est une base centre : la Côte d'Ivoire

Ce programme mené sur la station expérimentale de Bimbresso depuis 1973 crée du matériel nouveau en abondance.

Après 15 ans de recherche en Côte d'Ivoire
 200 000 pollinisations
 23 000 légitimes
 700 clones prometteurs (CCPE)
 50 clones sélectionnés (CCGE)
 4 clones pour grandes cultures

Mais vous voyez que les taux de sélection qui sont appliqués sont élevés et laissent sans doute de côté une proportion élevée de génotypes intéressants.

A titre d'exemple, 2000 légitimes sont créés tous les ans. L'étape suivante, le CCPE ne peut recevoir à l'heure actuelle que 70 d'entre eux parmi les meilleurs. A titre de comparaison, le RRIM teste en CCPE chaque année environ 400 clones pour un nombre de légitimes créés à peu près équivalent au nôtre.

Par ailleurs, cette sélection drastique est réalisée strictement pour les conditions écologiques de la Côte d'Ivoire, qui diffèrent comme nous avons pu le voir, d'une façon sensible de celles d'autres pays africains, en Afrique Centrale par exemple.

Les limites de la sélection en Côte d'Ivoire sont donc que le centre de sélection de Côte d'Ivoire est pratiquement le seul opérationnel pour l'Afrique.

Cela se traduit par des surfaces et des moyens forcément limités de ce pays seul, par l'impossibilité de partir des résultats obtenus en Côte d'Ivoire, de généraliser les recommandations clonales à l'ensemble du continent africain et enfin à l'impossibilité de créer du matériel végétal adapté à des pays dans lesquels la pression de sélection sera différente.

Devant ce constat, on peut proposer la constitution d'un réseau inter-africain. L'intégration d'autres pays pourrait se faire selon deux modalités.

Réseau Interafricain

- dans les pays limitrophes, l'idéotype est le même,
- dans les autres pays, les conditions d'adaptation sont différentes.

Pour les pays limitrophes, la participation à ce réseau pourrait consister à :

- accueillir des CCGE pour la même finalité et pour contrôler la bonne adaptation des clones avant leur diffusion.

Pour les pays géographiquement plus éloignés, la participation pourrait consister à :

- tout d'abord bien définir les idéotypes recherchés par rapport aux conditions de milieu, aux adversités, aux conditions socio économiques du développement, etc;
- mettre en place des CES (Champs Evaluation Seedling) avec des légittimes obtenus par pollinisation artificielle en Côte d'Ivoire pour faire subir à un matériel nouveau une pression de sélection différente;
- par la suite, engager des échanges inter-régionaux pour enrichir les collections de clones pour diffusion à petite échelle puis à grande échelle.

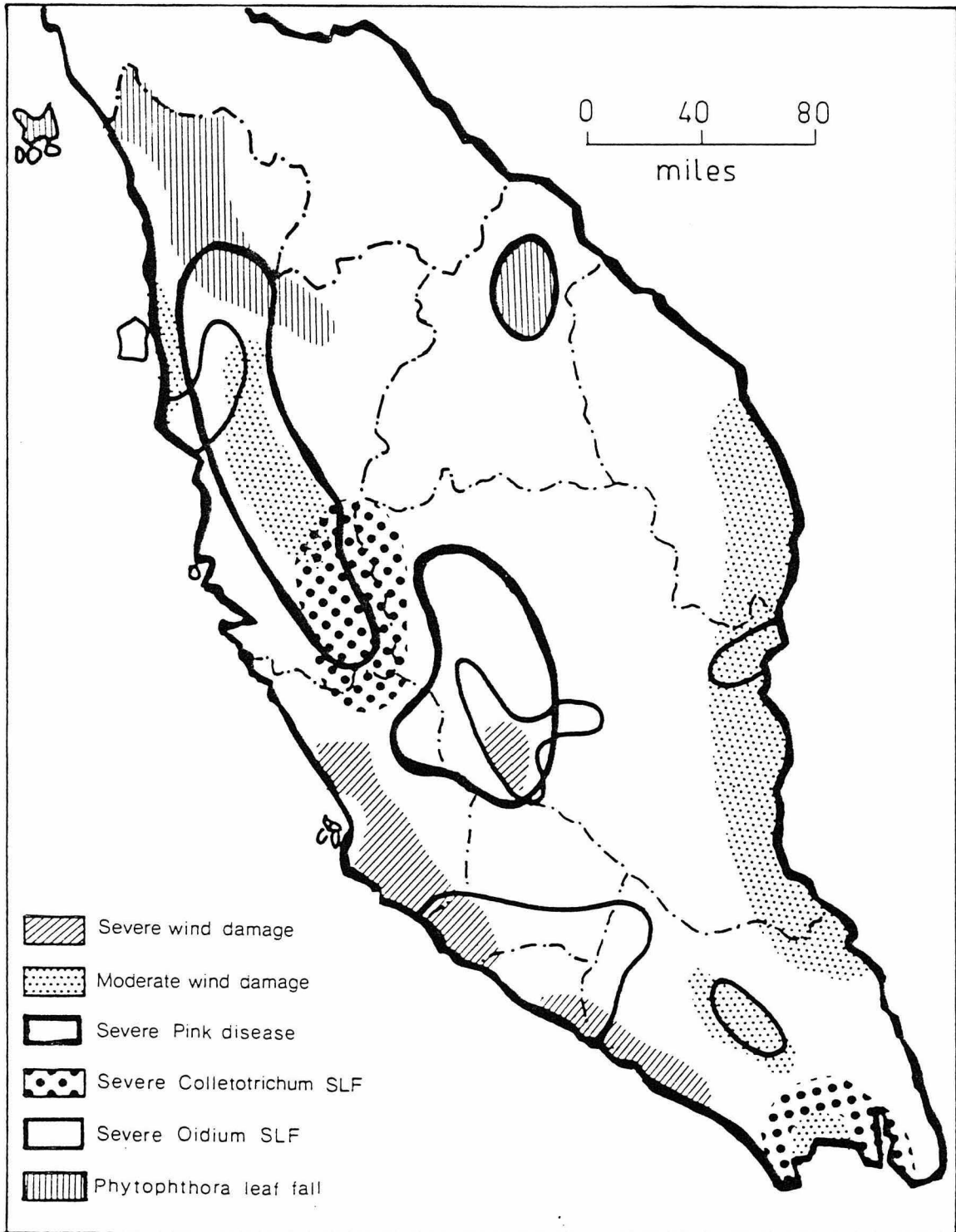
En guise de conclusion :

Ce type de relation a déjà été entrepris à une échelle très modeste en Guyane :

- certains clones créés en Côte d'Ivoire sont testés en Guyane pour en connaître le niveau de sensibilité au *Microcyclus ulei*;
- un petit nombre de légittimes sont expédiés chaque année pour initier des recherches sur la résistance génétique aux parasites.

Cette idée du réseau africain correspond à une amélioration considérable de l'effort de recherche existant en Afrique.

Toutefois, il convient d'apprécier correctement les incidences locales humaines, politiques et financières si l'on souhaite convaincre les différents partenaires et aboutir à sa mise en place sans compromettre l'équilibre et les résultats de la Côte d'Ivoire dans son rôle central, et que ce soit nettement bénéfique à chaque pays en relation avec les efforts consentis.



from Planters' Bulletin n° 153

Figure 1

Discussion

M. Campaignolle : Les sociétés de plantations de Côte d'Ivoire, du Cameroun, du Gabon donnent une contribution très importante et très appréciée de l'IRCA pour la sélection du matériel végétal. Nous avons des champs comparatifs dans ces plantations et les résultats sont très importants. Nous venons d'envoyer du matériel végétal au Libéria, à Firestone, mais sous la condition qu'ils montent des champs comparatifs qui nous soient accessibles et dont les résultats soit utilisables. C'est peut-être le début de notre réseau : le Ghana nous a fait une demande, nous allons probablement répondre d'accord à condition qu'ils montent un champ comparatif à petite ou à grande échelle et peut-être demain ce sera au Nigéria.

M. de Padirac : L'idée d'un réseau interafricain progresse : le président de l'APROMAC (Association des Producteurs de Caoutchouc de Côte d'Ivoire) a pris l'initiative appuyé par le Groupe International d'Etudes du Caoutchouc de constituer une association professionnelle entre tous les planteurs de caoutchouc de l'ouest africain. Une réunion récente à Abidjan de cette association a retenu comme thème prioritaire la recherche-développement; donc une structure pourrait exister dans un délai relativement proche pour mettre en place plus efficacement peut-être le réseau interafricain que vous souhaitez.



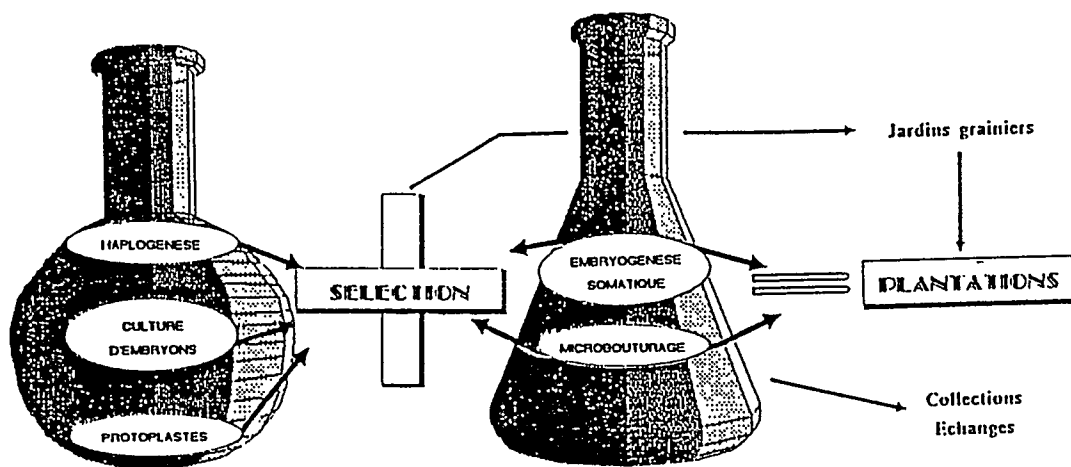
L'EMBRYOGENESE SOMATIQUE DE L'HEVEA LE PRESENT ET LE FUTUR

M.P. Carron

Le microbouturage de l'*Hevea* apparaît bien en mesure de relayer bientôt le greffage pour l'établissement des plantations ; ceci en fonction du niveau de maîtrise relativement avancé de cette technique et de la fiabilité que lui confère à *a priori* l'expérience acquise en horticulture au cours de ces deux dernières décennies.

Les techniques de Culture *in vitro* sont multiples et possèdent chacune leurs propres caractéristiques. L'embryogenèse somatique, qui est une autre technique de micropropagation, a longtemps été dénigrée à cause de sa propension à produire des variants. Néanmoins, on enregistre, depuis quelques années, un net regain d'intérêt dans les milieux scientifiques tant publics que privés et il est peu de laboratoires de micropropagation qui n'aient aujourd'hui une partie de leurs programmes de recherche orientée vers cette technique.

Figure 2



La Culture in vitro dans l'Amélioration de l'Hévéaculture

Ce revirement a plusieurs causes dont deux qui me paraissent plus caractéristiques :

- Mise en évidence *a posteriori* des limites de la micropropagation (prix de revient des vitroplants) pour des espèces à faible valeur ajoutée et plantées à haute densité : arbres forestiers par exemple.
- Développement très rapide des recherches en génie génétique exercé sur cultures cellulaires ou cultures de protoplastes ; recherches qui impliquent, en aval, la maîtrise de techniques de régénération de type embryogénèse somatique.

Ajoutons à cela, le fait que la formation de variants est le plus souvent due à une inadéquation des conditions de culture, définies de façon empirique, alors que des recherches physiologiques de base permettent aujourd'hui de mieux cerner les besoins des tissus en culture *in vitro*.

On se rend compte que l'embryogénèse somatique est, à moyen terme, une voie incontournable pour l'amélioration génétique et la micropropagation de l'*Hevea*.

Nos recherches, entamées en 1979, avaient abouti, en 1982, à l'obtention de deux cals embryogènes à partir d'un explant original : le tégument interne de la graine.

La faible reproductivité du phénomène et le constat d'un certain piétinement chez les équipes chinoises et malaises, initialement plus avancées que nous, nous ont poussé à quitter les sentiers de l'empirisme au profit d'une démarche analytique plus lourde mais plus sûre.

Ces dernières années, des études systématiques ont donc été engagées vis à vis des différents paramètres physiques et chimiques du milieu de culture pour déterminer leur influence sur le développement du cal et l'induction embryogène. Autant que possible, l'étude a été faite distinctement sur chacun des trois compartiments de la culture (le milieu, l'explant-cal, l'atmosphère) afin de mieux comprendre les relations qui s'établissent entre le cal et son environnement.

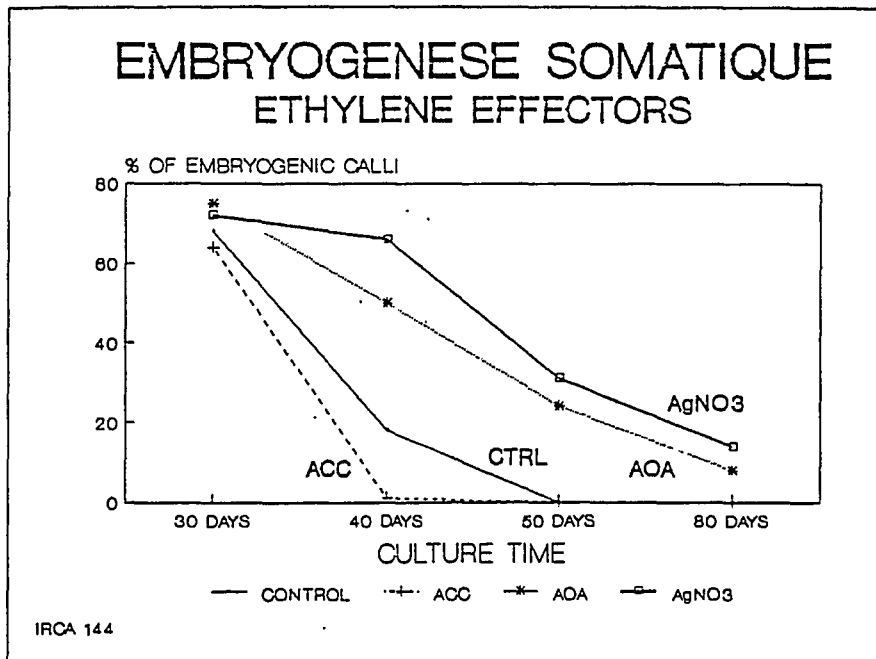
L'originalité de la démarche tenait au fait qu'elle s'adressait ici à un système qui ne marchait pas... pour en déceler les blocages et les surmonter. Elle n'a pu se réaliser que grâce à la participation directe ou indirecte de différents laboratoires du CIRAD ou universitaires.

Il est évidemment impossible en si peu de temps de développer les résultats obtenus par toutes ces études. Je vais donc en extraire ce qui me paraît l'essentiel, notamment vis à vis des progrès réalisés.

Tout d'abord, l'étude histologique ; certainement la plus fructueuse à ce jour, puisqu'elle est à l'origine d'une appréciation plus précise de l'état du cal. L'observation de plusieurs centaines de coupes histologiques, prélevées tout au long de la culture et sur différents traitements, nous permet d'être maintenant en mesure de connaître, par un simple prélèvement, les potentialités d'un cal à l'instant *t* et donc d'exploiter ses qualités, en général fugaces.

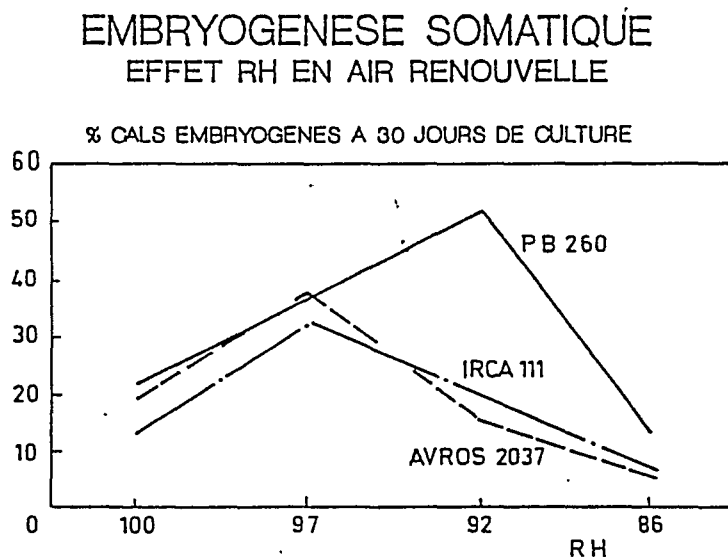
En ce qui concerne les échanges gazeux (fig. 3), on s'est rendu compte que l'éthylène, produit par les tissus en culture et qui s'accumule dans le récipient, a une influence négative sur l'embryogenèse. Il convient donc d'utiliser des récipients non hermétiques et surtout de neutraliser cet éthylène au niveau de ses sites d'action cellulaires : ce qui est obtenu avec l'ion argent.

Figure 3



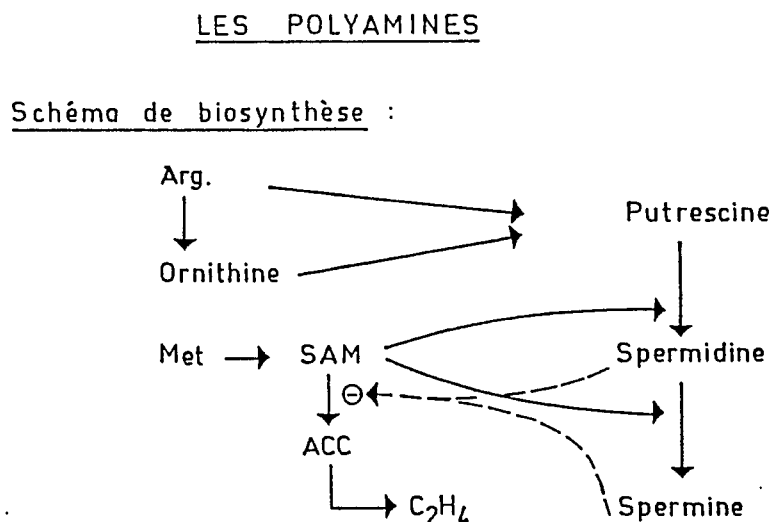
L'humidité, autre facteur de l'atmosphère, joue également un rôle important puisque l'on voit ici que l'embryogenèse requiert une hygrométrie comprise entre 92 et 97 %, donc en deçà de la saturation (fig. 4).

Figure 4



Les polyamines (fig. 5) ont des propriétés antisénescentes et leurs voies de biosynthèse interfèrent, voire concurrent, celles de l'éthylène. Nous avons pu vérifier que l'activation de leur métabolisme et de leur teneur intracellulaire était corrélée positivement avec l'embryogenèse somatique. Mieux, l'apport de polyamines dans le milieu augmente leur teneur endogène et stimule l'embryogenèse somatique.

Figure 5



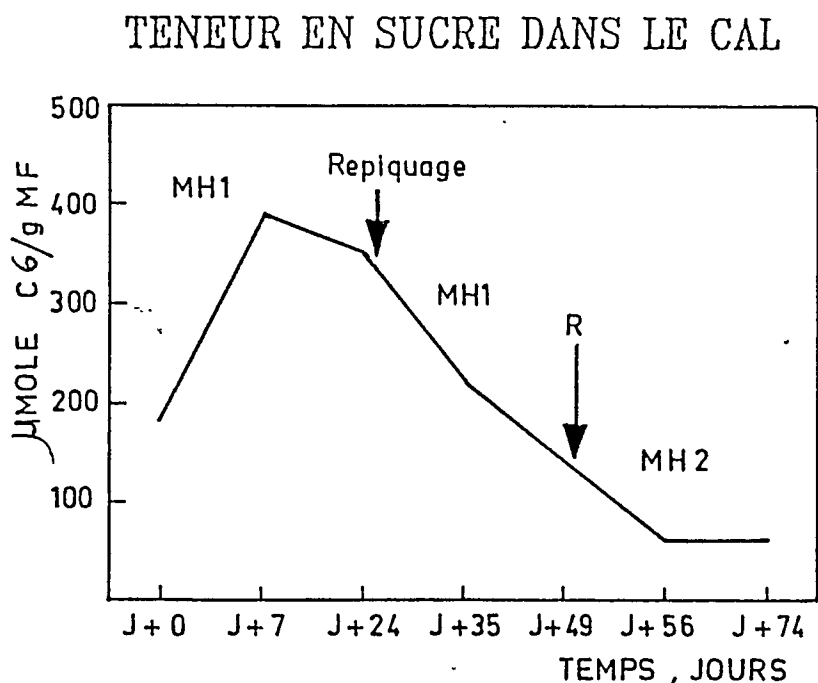
L'étude histologique a montré que l'on avait pratiquement, tout le long de la culture, une sorte de compétition sournoise entre le développement des cellules à polyphénols et l'embryogenèse. Une étude spécifique a donc été engagée sur les facteurs du brunissement.

Parallèlement à des résultats fondamentaux, que je ne développerai pas ici, l'incorporation dans le milieu de culture d'un piège à polyphénol, le PVP, a eu des effets spectaculaires sur l'inhibition du brunissement ; le développement des cals et leur capacité embryogène ayant été également améliorés. Résultat positif donc, qui demande à être confirmé et approfondi.

Le milieu minéral et glucidique, que l'on utilise aujourd'hui, a été défini, dès 1980, par une expérience réalisée pour stimuler la callogenèse à partir de fragments de tiges de jeunes plantules. Inutile de dire qu'en fonction de l'évolution de la technique, une révision nous paraît s'imposer.

On a ainsi pu mettre en évidence, entre autres choses, que la teneur endogène en sucre des cals diminuait dès le 7e jour de la culture pour atteindre une valeur très basse vers J50. On est donc amené à faire l'hypothèse que, très tôt, la consommation par le métabolisme actif du cal devient supérieure à l'assimilation. La teneur endogène, devenant limitante, exercerait alors un frein sur le métabolisme et serait responsable de la dégénérescence du cal (fig. 6).

Figure 6



L'intégration, au cours de l'année écoulée, des résultats pratiques, issus des études sur l'histologie, des échanges gazeux, des polyamines, des séquences de cultures, des récipients et des supports a permis de rendre systématique l'induction d'embryons somatiques, phénomène aléatoire et exceptionnel il y a un an encore.

Le meilleur résultat a été obtenu avec le clone PB260 pour lequel nous avons pu obtenir 65 % de cals portant des embryons immatures, à partir de 500 explants initiaux. L'embryogenèse somatique est maintenant obtenue de façon systématique sur ce clone ; elle a également été obtenue dans des proportions variables chez 6 autres clones.

Ces résultats nous permettent donc d'entamer l'étude des étapes ultérieures du processus que nous définissons ainsi :

- stabilisation des potentialités embryogènes du cal,
- maturation et développement des embryons somatiques.

Discussion

M. Rouland : A partir des résultats actuels quels sont les délais pour obtenir des arbres ?

M. Carron : Il est difficile aujourd'hui de donner une réponse vraiment sûre, par optimisme, je dirai que l'on peut espérer pouvoir planter les premiers plants d'embryons somatiques d'ici deux ans.

M. Rouland : Pouvez-vous nous donner une idée du prix de ces plants ?

M. Carron : Aujourd'hui on n'a pas d'expérience concrète pour garantir ces prix, la micropropagation nécessite beaucoup de main-d'oeuvre et est peu automatisable, au contraire l'embryogenèse somatique est potentiellement automatisable complètement. Or la main-d'oeuvre représente une grande partie du coût des vitroplants.

En micropropagation on a un coefficient de multiplication de 2 ou 3 par repiquage: un manipulateur va repiquer une souche tous les mois et on aura 2 ou 3 plants à l'issue de ce repiquage.

Dans le système embryogenèse somatique, quand on a obtenu des cals embryogènes on peut mettre ces cals en milieu liquide avec renouvellement automatique; on obtient des embryons sans intervention humaine. Celle-ci n'arrive qu'en fin de procédé pour isoler et récupérer les embryons somatiques.

Mme Datté : Je voudrai insister sur l'intérêt des approches analytiques qui permettent d'avoir une bonne reproductibilité expérimentale et de gagner du temps quand on voudra appliquer la méthode à différents clones.

Dans la comparaison microbouturage-embryogenèse somatique cette dernière découle du développement d'une ou plusieurs cellules et elle peut être associée à des techniques d'avenir comme la biologie moléculaire.

M. Rona : Y a-t'il et quand y a-t'il différenciation de cellules en cellules laticifères dans les microplantules que vous nous avez présentées ?

Mme Michaux-Ferrière : Récemment nous avons eu la possibilité de voir des embryons qui montraient des cellules qui sont à l'origine du système laticifère. Le système est bien formé et il y a des précurseurs du latex dans ces cellules. Cela nous montre que ces embryons sont sûrement bien conformés.

M. Rona : Cela nous intéresse beaucoup pour l'approche électrophysiologique car celle-ci est limitée la plupart du temps par la structure tissulaire et à l'obtention des vaisseaux. Si nous pouvions travailler à partir de ce matériel ce serait un gain de temps fantastique.

PHYTOTECNIE



CONTRAINTES LIEES AUX CLONES
A DEVELOPPEMENT RAPIDE
(EXEMPLE DU PB 235)

A. Leconte
Présenté par J.M. Eschbach

La mise au point de clones élites caractérisés par une croissance rapide et une production élevée, a permis de faire des progrès sensibles en matière de précocité à l'ouverture et de rendement. C'est ainsi par exemple qu'un clone comme le PB 235 peut être ouvert à 4 ans 6 mois contre 6 ou 7 ans pour des clones classiques comme GT1 et PR 107.

Cependant, les observations réalisées sur le PB 235 en plantation font apparaître que la forte croissance de ce clone entraîne un certain nombre de contraintes, liées à l'architecture de la couronne et à la biomasse formée.

Dans le cadre général des relations plante/milieu, et en particulier la compétition vis-à-vis de l'eau, des éléments minéraux et de l'énergie lumineuse reçue, on a réfléchi sur les moyens à mettre en oeuvre pour valoriser ces nouveaux clones. L'utilisation de densités et de dispositifs de plantation mieux adaptés au nouveau matériel semble une voie intéressante.

Si l'on se réfère aux travaux antérieurs, on sait que le nombre d'arbres existant à l'hectare agit sur un grand nombre de facteurs plus ou moins liés entre eux et liés à la production.

Les principaux paramètres affectés par la densité sont les suivants :

1. La croissance (figure 7).

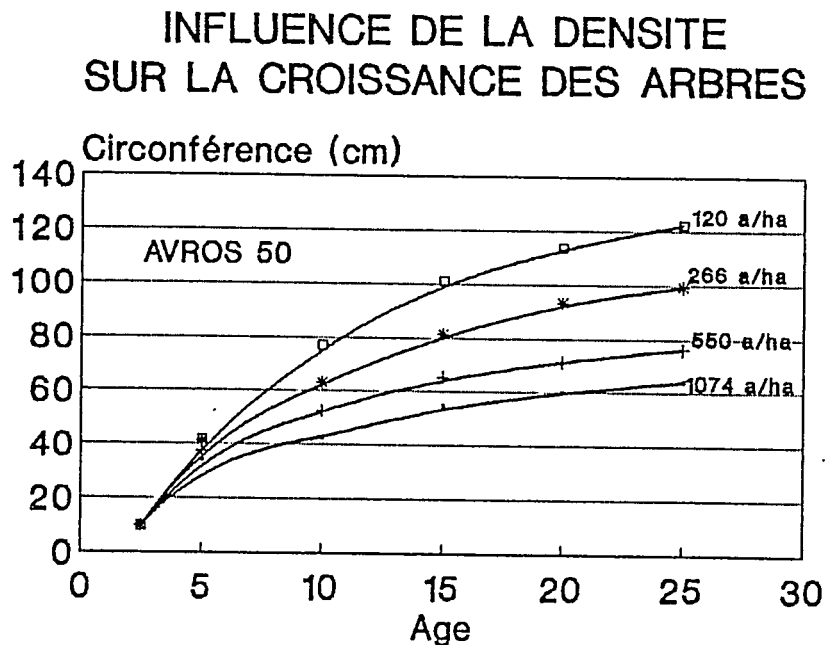
Si la densité est trop forte, la compétition entre les couronnes vis-à-vis de l'énergie lumineuse d'une part, et entre les racines à l'égard de l'eau et des éléments minéraux d'autre part, entraînent une diminution de la croissance des arbres (circonférence).

Cet effet de la densité sur la croissance n'est pas très sensible jusqu'à 4-5 ans, tant que les couronnes et les systèmes racinaires ne se rejoignent pas. A partir de 5 ans environ, la compétition augmente rapidement et les différences de croissance induites par la densité sont marquées.

Résultats anciens méritant d'être confirmés.

Enfin, pour certains clones, il a d'autre part été noté que les fortes densités pouvaient entraîner une diminution de l'épaisseur d'écorce vierge.

Figure 7

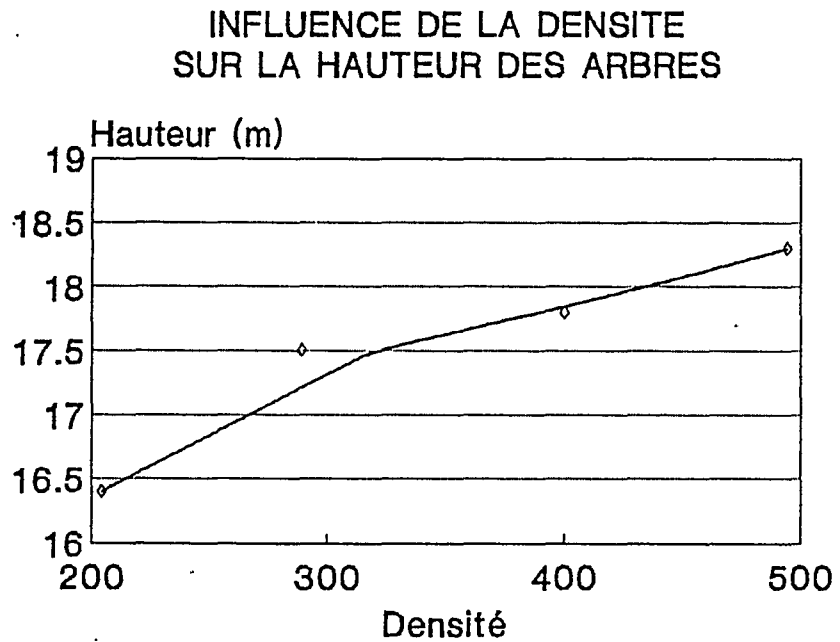


2. L'architecture des arbres (figure 8).

Dans la plupart des cas, les fortes densités entraînent la formation d'arbres plus hauts, ce que l'on peut interpréter comme étant le résultat d'une réaction naturelle des arbres en conditions serrées en vue de rechercher la lumière.

Les plantations serrées induisent aussi un élagage naturel des branches le long du tronc plus intense que dans le cas des faibles densités.

Figure 8



3. La casse au vent (figure 9) (tableau 1).

Le pourcentage d'arbres cassés par le vent décroît généralement lorsque la densité augmente, dans la mesure où, en plantation serrée, les arbres se protègent mutuellement de l'action du vent (tableau 1).

Figure 9

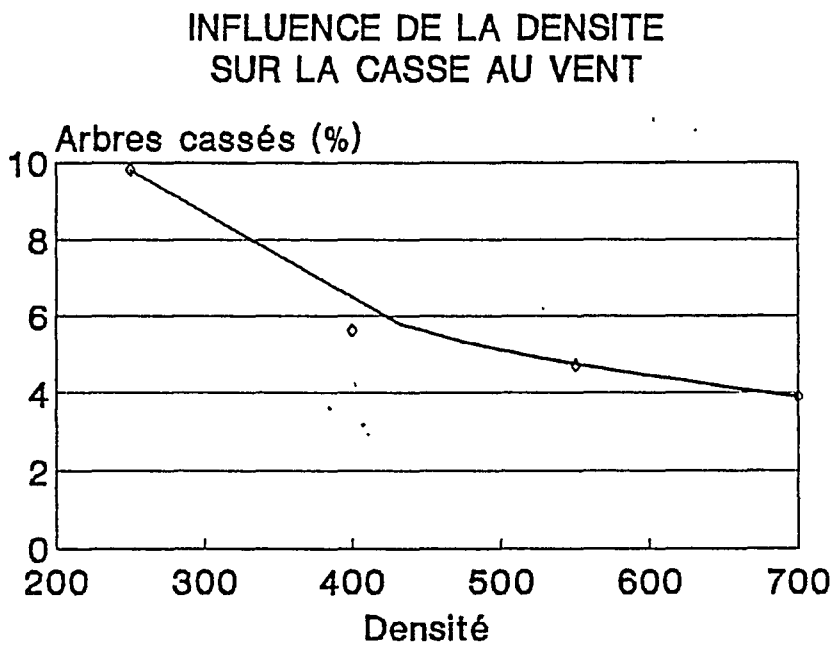


Tableau 1

EFFET DE LA DENSITE SUR LA CASSE AU VENT

	TJ 1	BD 10
240 A/HA	17 %	10 %
500 A/HA	4 %	1 %

4. La résistance aux maladies

Une diminution des maladies de panneau aux faibles densités a été notée, en raison principalement des meilleures conditions d'éclairement et de circulation de l'air dans la microatmosphère sous les couronnes. En ce qui concerne les maladies de racines, l'effet n'est pas net, car si le nombre total d'arbres morts est plus important aux fortes densités, le pourcentage d'arbres morts rapporté au nombre initial d'arbres plantés, est similaire quelle que soit la densité.

5. La production

Les faibles densités permettent une meilleure croissance et donc une production à l'arbre et au saigneur plus élevée. Les fortes densités par contre avec un nombre d'arbres saignables plus élevés conduisent à de meilleurs kg/ha que les faibles densités.

Cependant, à des densités élevées, le pourcentage d'arbres saignables est plus faible qu'en basses densités. A 1 000 arbres/ha par exemple, en l'absence d'éclaircie, environ 30 à 40% des arbres n'atteignent jamais la norme d'ouverture.

En résumé, une réduction de la densité de plantation entraîne :

- la formation d'arbres plus gros et à l'architecture modifiée,
- une production élevée à l'arbre, mais une production à l'hectare réduite.

Mais les controverses sur les problèmes de densité ne mettent pas en cause les cas extrêmes. Il est en effet évident qu'il ne peut pas être avantageux de planter à des densités qui retardent de façon appréciable la croissance et l'entrée en production. A l'inverse, on conçoit qu'en-deça d'une certaine densité, les hévéas ne peuvent utiliser toute la surface disponible et la production ne peut augmenter d'une façon suffisamment rentable.

C'est en fonction de ces critères que l'on en est arrivé à préconiser des densités de plantation de 500 arbres/ha.

Cependant certains clones comme le PB 235 ne sont pas très bien adaptés aux densités recommandées. A partir de 5 ans environ, le PB 235 planté à 510 arbres/ha présente un élagage naturel très intense et une croissance en hauteur impressionnante, ce qui lui confère vers 10 ans une allure assez déséquilibrée :

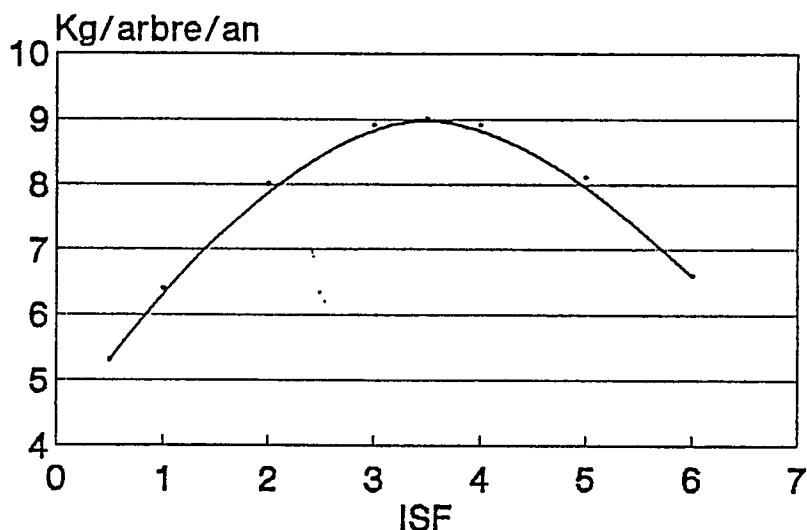
- un tronc très haut
- peu de branches et de feuilles

Hormis les problèmes de stabilité des arbres pouvant découler de cette architecture particulière, on peut se demander si la couverture foliaire de ce clone est optimum à l'âge adulte, aux densités classiques.

Si l'on considère les relations entre surface foliaire et production, les chinois ont pu montrer (comme ici dans le cas du PB 86) que la production par arbre augmente en même temps que la surface foliaire, passe par un maximum puis décroît. Il existe donc pour l'hévéa un optimum de surface foliaire, et cet indice varie en fonction des clones et de la localisation (figure 10).

Figure 10 :

RELATION ENTRE INDICE SURFACE FOLIAIRE ET PRODUCTION A L'ARBRE



A l'IRCA/Côte d'Ivoire, une expérience a été mise en place sur 2 lots de PB-235 plantés en 1982 à 510 arbres/ha, dont un lot a été ramené à 255 arbres/ha à 33 mois par élimination systématique d'un arbre sur deux en quinconce.

Sept ans après le planting, l'effet de la densité sur la croissance est net. Cet essai a été ouvert en avril 87 (soit 4 ans 10 mois).

A l'issue de la première année de saignée, on obtient 45% de production supplémentaire à l'arbre pour la faible densité en raison de la plus forte croissance des arbres de ce motif (tableau 2).

CLONE PB 235

	510 A/HA	255 A/HA
ARBRES SAIGNES/HA EN 1ère ANNEE	391	222
PART DE SAIGNEE	600	470
KG/HA 1ère ANNEE		
D/4 NON STIMULE	975 (100)	800 (82)
D/4 STIMULE	1300 (100)	1150 (88)

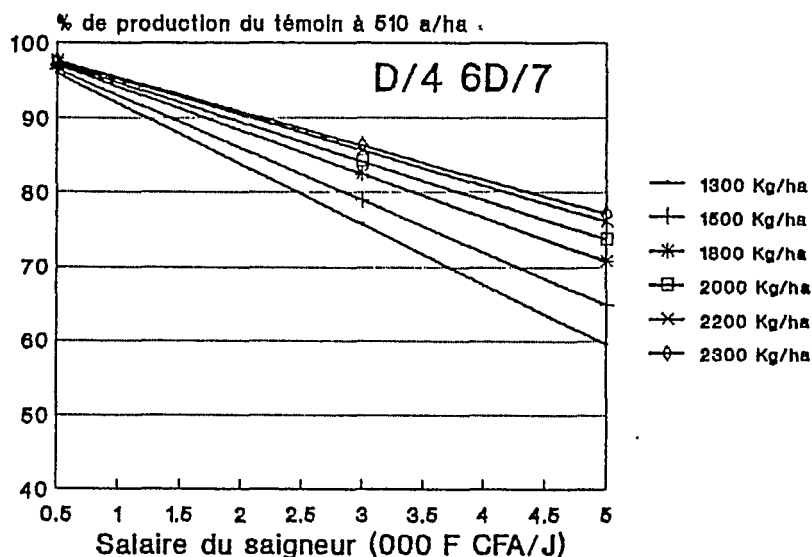
Au Cameroun les résultats des essais en place semblent quelque peu différents avec des productions à arbre pour les faibles densités plus faibles qu'en Côte d'Ivoire, aux densités réduites.

Cette augmentation de la production à l'arbre n'est cependant pas suffisante pour compenser la perte de production à l'hectare induite par la diminution du peuplement. Mais en raison de la vigueur des arbres, la stimulation à faible densité a été davantage valorisée (88% du témoin au lieu de 82%).

Pour une densité de 255 arbres/ha, un calcul simple a permis d'établir les courbes suivantes présentant l'évolution du seuil de rentabilité en fonction de la production à l'hectare et du coût de la main-d'oeuvre (figure 11).

Figure 11

Seuil de rentabilité pour une densité de 255 arbres/ha



Ces courbes permettent d'estimer le pourcentage de perte acceptable pour la production à l'hectare par rapport à une densité normale.

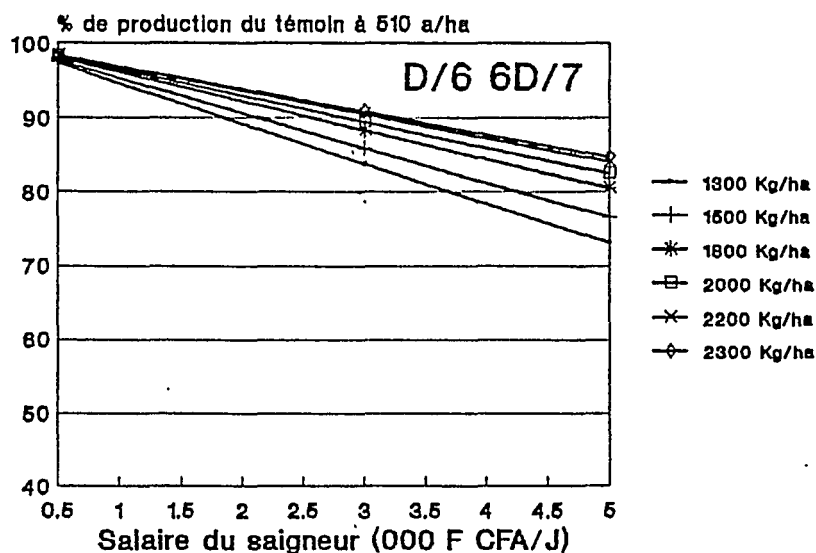
On constate que la faible densité est bien mieux rentabilisée avec :

- un fort salaire du saigneur
- de faibles productions à l'hectare

Les mêmes courbes (figure 12), réalisées pour un système de saignée à fréquence réduite, montrent que les faibles densités sont plus aisément valorisées en système d'exploitation intensif.

Figure 12

Seuil de rentabilité pour une densité de 255 arbres/ha



Les résultats de cette expérience sont encore fragmentaires et il importera de suivre l'évolution de la production et de la croissance au cours des prochaines années.

En conclusion, il conviendra également d'affiner ces résultats en déterminant la densité optimum de plantation à adopter pour que les clones à développement rapide puissent au mieux exprimer leurs potentialités.

En 1989, un essai sera mis en place sur le site du Go en vue d'étudier le comportement du PB 235 sous une large gamme de densités de plantation (200 à 1000 arbres/ha) et de définir pour ce clone les limites extrêmes de la production à l'arbre et de la production à l'hectare. De même, tous les nouveaux clones prometteurs sont plantés à 2 densités 510 et 348 a/ha.

Discussion

M. Rouland: Le critère de mise en saignée de 50 cm de circonférence est issu de l'expérience des planteurs et a bien 50 ans, il n'a pas de base scientifique, comment peut-il s'appliquer quels que soit les clones et quelles que soit les densités? N'y a-t'il pas là un sujet de recherche pour mieux préciser cette notion ?

M. Gener : La question est importante, faut-il privilégier l'âge ou la circonférence? Il n'y a pas de réponse actuellement.

M. Commère : En Côte d'Ivoire on a un certain nombre d'expériences en ouverture précoce , on s'est rendu compte qu'il y avait une compétition entre la croissance et la production dans le jeune âge. Nous expérimentons actuellement, au contraire, des ouvertures tardives sur les nouveaux clones.

M. d'Auzac: Si on connaissait l'évolution du nombre des laticifères en fonction de l'âge on aurait un critère d'un autre poids, c'est toute une étude à faire

M. Nicolas: Pour le clone 28/59, les gens de chez Michelin se sont rendus compte qu'il ne fallait pas l'ouvrir aux normes habituelles car la compétition croissance-production est telle que ce clone s'arrête de pousser quand on le met en saignée. Empiriquement l'âge à l'ouverture a été retardé pour pouvoir lui faire bénéficier d'une croissance plus importante avant la saignée.

M. de Laboulaye : Quelle est l'influence de la densité sur la propagation du Fomès?

M. Eschbach : D'après une expérience ancienne le % d'arbres atteints ne varie pas, donc aux fortes densités le nombre d'arbres atteints est plus important

M. Boisson : Dans le système habituel de plantation de 8m entre lignes et 2m sur la ligne la propagation du Fomès se fait essentiellement sur la ligne et beaucoup plus rarement entre les lignes. En réalité, il faut considérer à la fois la densité et le système de plantation; à la suite des études épidémiologiques de Nandris en Côte d'Ivoire, à l'ORSTOM, une simulation avec un dispositif 4mx4m montre qu'au bout de 10 ans il y a plus d'arbres saignables dans ce dispositif que dans celui 8mx2M

M. de La Serve : Est-ce que la densité est prise en compte pour la définition d'un idéotype? pour un pays ou une région donnés?

M. Nicolas : Pour le moment on a pris le problème à l'envers: on voudrait savoir si des clones manifestent une sensibilité aux problèmes de densité; si le clone se révèle peu sensible à la densité il n'y a pas lieu d'approfondir

M. Sébillotte : Le nombre d'individus par unité de surface est une composante qui fait partie de toute expérimentation agronomique. On peut se réjouir qu'il y ait maintenant systématiquement deux densités. Il serait intéressant de faire le même travail sur le fonctionnement d'un peuplement d'hévéa que celui que l'on fait sur les plantes annuelles (la courbe d'indice foliaire chinoise mériterait d'être largement systématisée). La densité est fondamentale, de même que toutes les hétérogénéités de stades de développement de l'arbre. Toute une série de phénomènes qui ont des arrière effets permettent de relier croissance, développement et production.

M. Rémy : Comment est mesuré l'index de surface foliaire pa les chinois ?

M. Eschbach : La méthode chinoise consiste à compter le nombre de feuilles et à mesurer la surface des feuilles. Il existe des méthodes plus rapides.

M. Rémy : Quel est l'intérêt du PB 235 s'il faut retarder sa mise en saignée d'un an ou deux et s'il est établi qu'il y a un plafonnement et qu'après une troisième ou quatrième année de saignée la production chûterait doucement? Faut-il prendre très tôt une production que le PB 235 jeune serait amené à extérioriser et qu'ensuite avec l'âge il ne pourrait pas?

M. Nicolas : Le PB 235 a l'inconvénient de ne pas avoir de production stable mais son niveau de production et sa rapidité d'entrée en saignée sont tels qu'il présente quand même de gros avantages. Une plantation composée uniquement de PB 235 présenterait de très gros inconvénients lors de son vieillissement. Le clone parfait n'existe pas; le planteur

doit panacher sa plantation et tenir compte des intérêts et des imperfections de chacun des clones.

M. Rémy : Cela met l'hévéaculture en infériorité par rapport à toutes les autres cultures industrielles. Cela n'existe pas dans le palmier à huile ni dans le café.

M. Eschbach : Les mises en saignées précoces sur PB 235 en Côte d'Ivoire donnent les mêmes résultats qu'avec les autres clones c'est-à-dire une baisse de production par rapport un témoin ouvert plus tardivement ce qui est à mettre en relation avec la croissance plus faible avec l'épuisement du système laticifère

M. Rémy : Le problème actuellement n'est plus d'ouverture à 40 ou 45 cm ,il en est à 55 à 60 cm . Nous avons trouvé au Cameroun en janvier des arbres qui étaient secs après deux coups de gouge sans aucune stimulation, des arbres magnifiques de 60cm . Que s'est-il passé?

M D'Auzac : Ce phénomène est pour le moment mystérieux. C'est un sujet de recherche déjà entamé

M. Eschbach : La Malaisie a exposé son inquiétude sur ce problème en particulier pour les clones à forte productivité tels que: PB 235 ou le PB 260 . Des conditions physiologiques défavorables favorisent l'apparition de ce phénomène, l'intensité d'exploitation est un paramètre mais ce n'est pas le seul, des conditions pédoclimatiques défavorables pouvaient aussi entraîner l'encoche sèche indépendamment de l'intensité d'exploitation

M. De Padirac : L'encoche sèche est un problème tellement important pour les producteurs de caoutchouc dans le monde que deux journées entières (26 et 27 juin 1989) des réunions de l'IRRDB qui seront consacrées à l'étude de ce phénomène.

M. Rémy : Ces ennuis graves du PB 235 inquiètent pour les sélections futures, car après la disparition de ce dernier il ne reste que le GT 1 et le PR 107

M Nicolas : Vous avez des clones IRCA chez vous, que vous suivez avec attention, comme IRCA 18 qui se situe aussi bien que PB 235 et PB 260 et qui pour le moment n'a pas manifesté d'apparition d'encoche sèche

M. Chataigner : Il semble que les progrès de la recherche agronomique en matière de modélisation pourraient apporter dans ces domaines des éléments de clarification et d'intégration de toutes ces données; cela permettrait de distinguer les données socio-économiques des données techniques

M. De La Serve : On essaie de contacter l'INRA en matière de modélisation pour monter une opération sur ce sujet.

PHYTOPATHOLOGIE



LE FOMES : SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES,
LES REMÈDES ACTUELS ET LES PROBLÈMES SUBSISTANTS

D. Despréaux

La pourriture blanche des racines d'hévéa, plus communément appelée le Fomes, a déjà fait l'objet de plusieurs communications au CSTC. Il n'est donc pas nécessaire de vous présenter le parasite.

Mais avant de passer au bilan des recherches concernant les méthodes de lutte, et à la présentation des travaux que l'IRCA se propose de réaliser, au cours des prochains mois, il est nécessaire de faire quelques remarques sur le mode de propagation de la maladie.

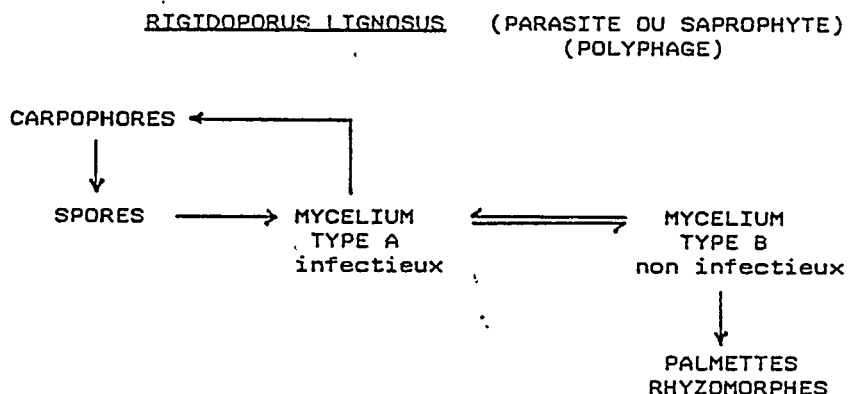
1. Synthèse des connaissances

1.1. Remarques sur le mode de propagation de la maladie

Il est couramment admis que *Rigidoporus lignosus* peut produire deux types d'hyphes mycéliens :

- les filaments de type A qui sont infectieux,
- les filaments de type B, à croissance rapide, qui peuvent s'agréger en rhizomorphes et coloniser ainsi de nouveaux substrats, mais qui ne sont pas infectieux.

Figure 13



Selon la théorie, la maladie se propage de la manière suivante :

- des rhyzomorphes sont émis à partir des foyers primaires vers les racines latérales des arbres les plus proches qu'ils contaminent. Les rhyzomorphes progressent ensuite le long de ces racines latérales, gagnent le pivot et s'enfoncent dans le sol en longeant le pivot.
- à partir d'une certaine profondeur qui dépend de la nature du sol, les conditions sont réunies pour que le champignon produise des filaments de type A qui infectent le pivot.

Un nouveau foyer est ainsi créé, qui peut être à l'origine de nouvelles contaminations.

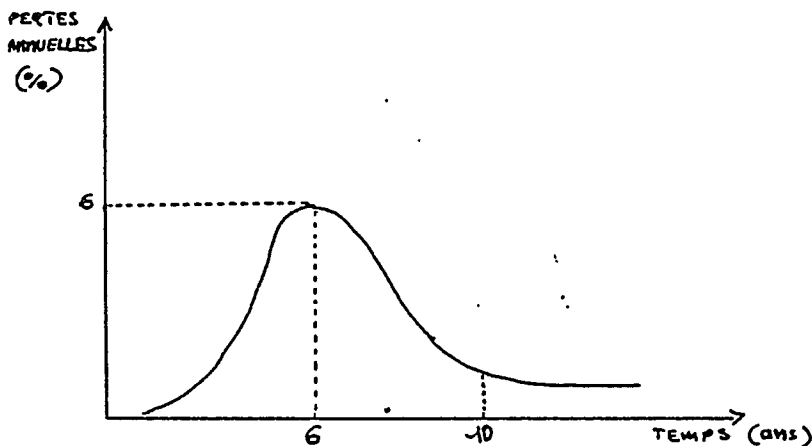
Cependant, plusieurs observations réalisées en Côte d'Ivoire et au Gabon, montrent que les premiers tissus infectés sont le plus souvent les racines latérales. La propagation de l'infection pourrait donc être assurée par les infections générées par les contacts entre des racines saines et des racines infectées.

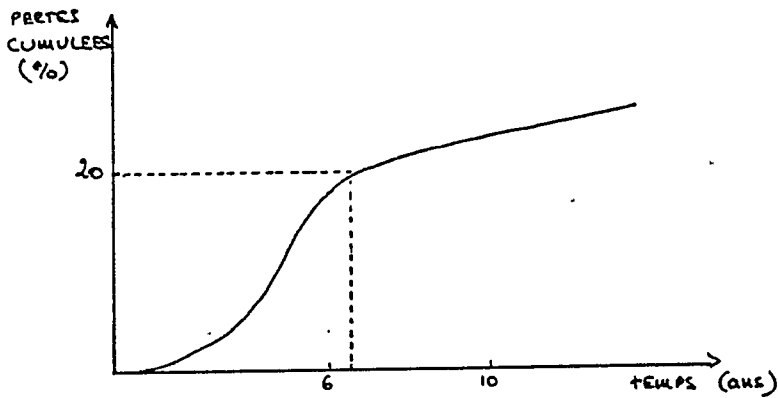
1.2. Le déroulement de l'épidémie en conditions naturelles

En règle générale, le déroulement de l'épidémie peut se décomposer en trois phases distinctes :

Figure 14

LE DEROULEMENT DE L'ÉPIDÉMIE (MANDRIS, 1973)





- une augmentation logarithmique des taux annuels d'arbres morts qui dure en général 6 ans;
- une chute des taux de mortalité entre 6 et 10 ans;
- après la 10e année, les pertes annuelles deviennent à peu près constantes jusqu'à la fin de l'exploitation à un niveau le plus souvent situé autour de 1%.

Ainsi, le cumul des pertes d'année en année se présente sous la forme d'une sigmoïde.

La gravité de l'épidémie dépend de plusieurs facteurs :

- en premier lieu, du nombre de foyers primaires qui se développent à la suite de la déforestation,
- ensuite, de la réussite des infections sur les jeunes plants qui est déterminée par une interaction à trois composantes principales : le pouvoir pathogène du parasite, la résistance de l'hôte, et enfin, l'environnement.

Nous possédons peu d'informations en ce qui concerne le pouvoir pathogène de *Rigidoporus lignosus*. Nous savons seulement qu'il est variable d'un isolat à l'autre. De même, le niveau de résistance d'*Hevea brasiliensis* au Fomes, n'a pas encore fait l'objet d'études particulières. Enfin, l'environnement tellurique reste une boîte opaque qui laisse filtrer peu d'informations.

En résumé, les facteurs qui déterminent la réussite de l'infection sont encore très mal connus.

2. Les méthodes de lutte

2.1. La lutte par méthodes culturales

Elle peut intervenir à deux niveaux.

2.1.1. Lors de la préparation du terrain avant plantation

Le principe d'une bonne préparation au terrain est d'éliminer le maximum de support ligneux susceptibles d'héberger *Rigidoporus lignosus*. Ce résultat peut être obtenu, en conservant au sol de bonnes caractéristiques agronomiques, à la suite d'abattages mécaniques des parcelles. Cette opération doit être accompagnée d'un rassemblement en andain des arbres abattus suivi d'un brûlage. Puis un deuxième rassemblement des résidus est effectué, suivi d'un deuxième brûlage.

Pour que les arbres se consomment correctement, il faut prévoir une période minimale de six mois entre l'abattage et le brûlage. Plus cette période est allongée, plus le brûlage sera efficace.

2.1.2. Lors de l'entretien des parcelles exploitées

Le meilleur moyen de limiter l'extension des foyers identifiés est l'éradication des souches contaminées, qu'il s'agisse de souches préexistantes ou d'hévéas morts.

Lorsque cette méthode n'est pas praticable, il faut isoler ces souches porteuses en creusant une cuvette profonde autour d'elles.

Les méthodes de lutte culturales sont connues depuis longtemps et elles sont efficaces. Pourtant, force est de constater qu'elles sont souvent mal appliquées sur le terrain. Car il faut avoir pleinement conscience que l'efficacité de toutes les autres méthodes de lutte est conditionnée par la mise en application de ces techniques simples. Si le poids de l'inoculum reste trop fort dans les plantations, il sera toujours très difficile de limiter sérieusement la propagation de la maladie.

2.2 La lutte génétique

Aucune résistance génétique totale à *Rigidoporus lignosus* n'a pu être identifiée. Mais il est très probablement possible d'améliorer le niveau de résistance partielle des plants cultivés. Pour l'instant le mode de plantation par greffe sur seedling ne permet pas de contrôler l'origine génétique des porte-greffes. Ainsi les recherches dans ce domaine n'ont pas encore été très développées. Cette situation pourrait évoluer prochainement en cas de mise au point d'une méthode de multiplication végétative par microbouturage.

Nous disposons déjà en Côte d'Ivoire de quelques pieds survivants après plusieurs tentatives d'infection. Le génotype de ces arbres sera analysé dès qu'ils pourront être multipliés facilement.

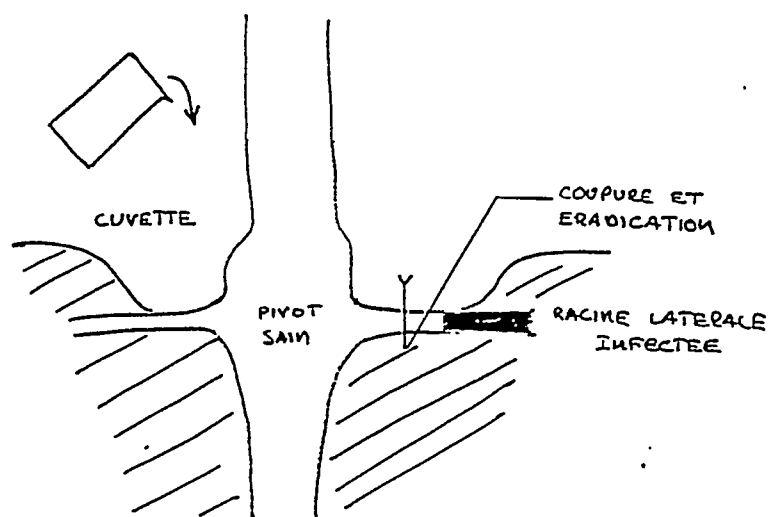
2.3. La lutte chimique

L'efficacité de la lutte chimique dépend d'abord de la qualité et de la précocité de la détection. Celle-ci ne peut être faite selon les symptômes foliaires qui sont aspécifiques. Elle s'effectue le plus souvent en relevant la présence de palmettes ou de rhizomorphes sur des pivots légèrement dégagés.

Malheureusement, ce type de détection est trop tardif : les pivots sont déjà nécrosés et l'arbre est condamné. On ne peut alors qu'éviter que la maladie ne se propage sur les arbres voisins.

Figure 15

LES APPLICATIONS FONGICIDES



Les méthodes d'application des formulations fongicides ont déjà été décrites. Il faut cependant ajouter un élément à la préparation des arbres avant les traitements : il est nécessaire de s'assurer que les racines latérales ne sont pas infectées. Si tel est le cas, il faut couper et extraire les racines atteintes par *Rigidoporus lignosus*. L'épandage du fongicide est ensuite réalisé comme auparavant.

En ce qui concerne les matières actives, les essais réalisés au cours des dernières années en Côte d'Ivoire ont permis de mettre en évidence l'activité d'une morpholine, la tridémorphe, qui est la matière activée de la calixine. C'est aujourd'hui le seul fongicide dont l'efficacité au champ a été démontrée.

Tableau 3

<u>EFFICACITE DE LA CALIXINE</u>			
Taux de mortalité			
	TEMOIN NON TRAITE	CALIXINE (0,5% M.A.)	ALTO (0,1% M.A.)
COTE D'IVOIRE (AU CHAMP)	96	53	-
CAMEROUN (SUR STUMPS)	77	71	40
	53	50	10
GABON (SUR BUCHETTES)	80	30	5

Les tests fongicides se déroulent normalement de la manière suivante : d'abord sur bûchette, ensuite sur stumps, et enfin en conditions d'exploitation au champ.

Les résultats présentés dans le tableau 3 montrent que deux ans après le début des traitements, le taux de mortalité des arbres détectés comme porteurs de Fomes passe de 96% pour les pieds non traités à 53% pour les pieds traités avec le Calixine.

De tels essais, n'ont pas été réalisés au Cameroun. Cependant, les tests menés sur stumps ont donné des résultats très différents après 6 mois d'expérimentations. Les taux de mortalité étaient similaires chez les témoins et les traités.

Les résultats obtenus en Côte d'Ivoire et au Cameroun ne sont pas comparables, puisqu'ils sont issus d'expérimentations très différentes. Néanmoins ils expriment clairement des niveaux d'efficacité différents. Plusieurs explications ont déjà été mises en avant :

- le secteur de la Niété où ces essais ont été effectués au Cameroun subit une très forte pluviosité. Les teneurs en bases échangeables des sols étant faibles et le tridémorphe étant un anion, les pluies peuvent être responsables de l'entraînement de la matière active par l'eau.
- Une détoxification du tridémorphe a été observé au Cameroun, après quelques semaines de culture *in vitro*. Il pourrait s'agir d'une caractéristique des souches locales de *Rigidoporus lignosus*.

Tableau 4

LES NOUVELLES MOLECULES ACTIVES SUR RIGIDOPORUS LIGNOSUSFAMILLE DES EBI's

- MORPHOLINES .	----> TRIDEMORPHE (CALIXINE)	efficacité moyenne
- TRIAZOLES (DMI's).	----> CYPROCONAZOLE (ALTO) HEXACONAZOLE (ANVIL) TRIADIMEFON (BAYFIDAN) DINICONAZOLE (SUMI 8)	} forte efficacité

Cependant, d'autres matières actives ont été testées parmi les inhibiteurs de la biosynthèse de l'ergostérol (famille des EBI's). Plusieurs triazoles ont montré un très bon niveau d'efficacité au cours d'essais préliminaires sur bûchettes et sur stumps : le cyproconazol (Alto), l'hexaconazole (Anvil), le triadimefon (Bayfidan) et le diniconazole (Sumi 8). Il reste néanmoins encore à contrôler leur efficacité au champ.

Il faut noter par ailleurs que les prix de ces produits sont en général plus élevés que celui de la Calixine.

2.4. La lutte biologique

Tableau 5

LUTTE BIOLOGIQUE

- 1) IDENTIFICATION DE CHAMPIGNONS LIGNIVORES ANTAGONISTES (BRUNCK, CTFT)
 - LENTINUS SQUARROSULUS
 - GLEOEPHYLLUM STRIATUM
 - CERRENA MEYENII
- 2) ETUDE DU DETERMINISME DU POUVOIR ANTAGONISTE DE CES CHAMPIGNONS (BOTTON, Université de Nancy)
- 3) IDENTIFICATION D'UNE SUBSTANCE RESPONSABLE DU POUVOIR ANTAGONISTE DE LENTINUS SQUARROSULUS (BOTTON, Université de Nancy) (DESPREAUX, CNRA Versailles)

Des recherches sont entreprises depuis plusieurs années pour identifier des champignons lignivores susceptibles d'entrer en compétition avec *Rigidoporus lignosus*.

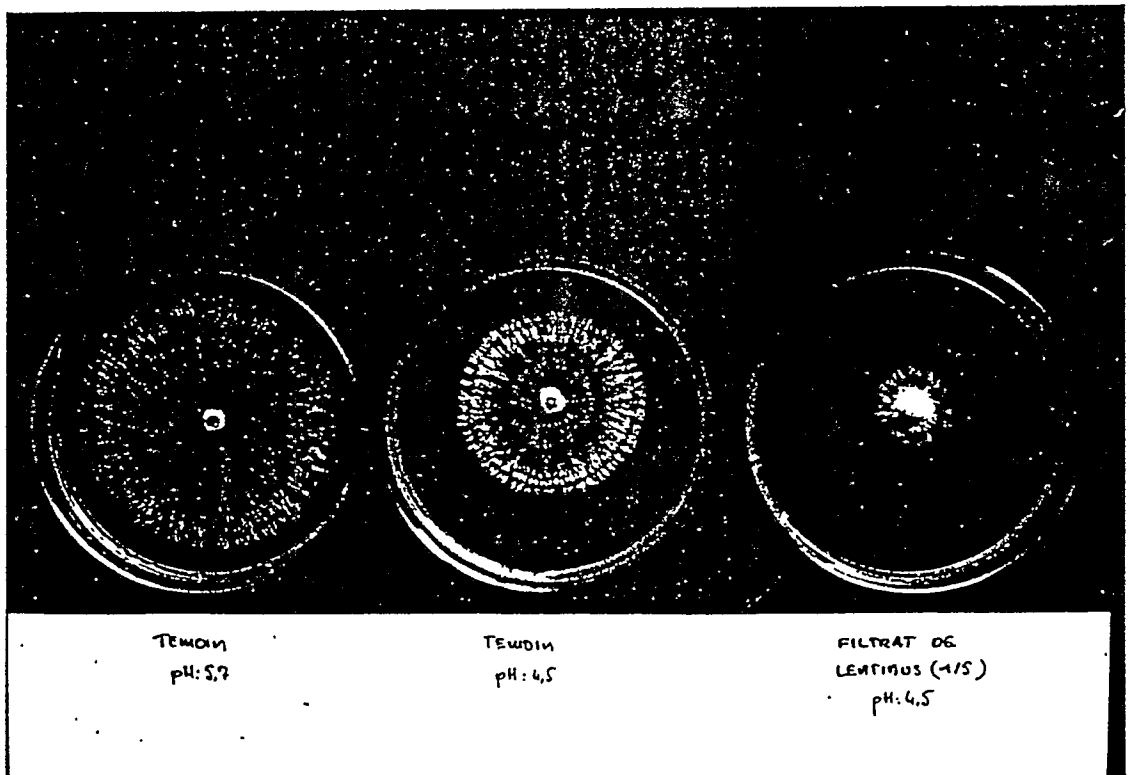
Il existe déjà un exemple d'une lutte efficace depuis 1963 conduite avec un champignon antagoniste (*Pemophore gigantea*) contre *Fomes annosum* dans les pinèdes du nord de l'Angleterre. Les spores de ce champignon saprophyte sont distribuées en tablettes lyophilisées ou en suspension liquide. Elles sont épandues au champ lors des coupes et empêchent l'installation de *Fomes annosum* dans les parcelles.

Des champignons de même type, qui ont une action antagoniste *in vitro* sur *Rigidoporus lignosus* ont été identifiés : *Lentinus squarrosulus*, *Gleophyllum striatum* et *Cerrena meyenii*.

Les propriétés de ces souches ont été étudiées à l'université de Nancy. Les recherches ont surtout été développées avec une souche de *Lentinus squarrosulus*. Elles ont montré que ce champignon peut émettre une substance qui inhibe la croissance de *Rigidoporus lignosus*.

L'un de nos thèmes de recherche est de poursuivre ces travaux et d'identifier la nature de cet effet fongistatique des filtrats de *Lentinus squarrosulus* (fig. 16). Les premiers résultats indiquent qu'il provient d'une molécule de structure polaire et de poids moléculaire inférieur à 300. Les recherches se poursuivent.

Figure 16



En parallèle, une étude est menée en Côte d'Ivoire pour déterminer le pouvoir d'installation de *Lentinus squarrosulus* au champ.

Des travaux similaires seront bientôt conduits avec *Gleophyllum striatum* à l'INRA / Versailles, en association avec les phytopathologistes IRCA basés au Cameroun.

3. Les axes de recherches de l'IRCA

Les études poursuivies par l'IRCA concernant *Rigidoporus lignosus* se déroulent en Côte d'Ivoire, au Cameroun, au Gabon et en France.

Les recherches menées en Côte d'Ivoire portent sur l'épidémiologie de la maladie, l'amélioration de la lutte chimique (mise au point des techniques et test de nouvelles formulations), quelques essais préliminaires concernant la lutte génétique et la factibilité de la lutte biologique avec *Lentinus squarrosulus*.

Au Cameroun, les recherches sont focalisées d'une part, sur l'amélioration de la lutte chimique et en particulier sur les tests de nouvelles molécules, d'autre part, sur la factibilité de la lutte biologique avec *Gleophyllum striatum*.

Au Gabon, le problème essentiel est actuellement du au *Colletotrichum gleosporium*. Les travaux concernant *Rigidoporus lignosus* sont restreints pour le moment aux tests de nouvelles formulations fongicides.

En France, le premier thème qui a été abordé est la lutte biologique avec *Lentinus squarrosulus*. Cette recherche sera élargie à *Gleophyllum striatum*.

Le second thème qui sera développé est l'étude de la variabilité génétique de la population pathogène mondiale, afin de savoir si l'on a affaire à un seul ou plusieurs ennemis.

Les travaux récemment entrepris dans ce domaine sur *Armillaris meller* montrent l'utilité d'une telle recherche. Elle a révélé que la population pathogène n'était pas composée d'une seule espèce, mais de 12 espèces, aux caractéristiques bien distinctes.

Le troisième thème qui pourra être étudié dans la mesure des moyens mis à notre disposition est la mise au point d'une méthode de détection précoce par diagnostic sérologique. Des résultats très prometteurs ont déjà été obtenus avec de telles techniques dans l'identification des attaques de *Ceratostyris pletaini* sur le platane. Une demande de mise à disposition d'un allocataire de recherche a été faite à ce sujet par l'IRCA auprès du ministère.

Il faut néanmoins rappeler que l'ensemble de ces travaux seront assujettis à la nécessité d'un appui prioritaire aux chercheurs outre-mer.

4. Remarques conclusives

La création d'un laboratoire de phytopathologie IRCA en France devrait donner un nouvel élan aux recherches concernant les méthodes de lutte contre *Rigidoporus lignosus*.

La priorité de ce laboratoire est d'apporter un soutien scientifique aux chercheurs outre-mer et de faciliter les relations entre leurs différents programmes. Mais grâce à sa situation géographique, il pourra aussi aborder des problèmes plus fondamentaux qui doivent être résolus pour pouvoir progresser.

L'ensemble des recherches dans ce domaine gagneront ainsi en cohésion et en efficacité.

Discussion

M D'Auzac : Voulez-vous préciser à propos du diagnostic immunologique et sérologique ces résultats positifs sur platane avec un champignon. Qu'envisagez-vous sur l'hévéa ?

M Despréaux : Le champignon est le *Ceratocystis* pour le platane. Les essais sont réalisés par forage au niveau des troncs, prélèvements d'écorce, mise de cette écorce en tests ELISA ; la coloration de ces tests donne immédiatement la réponse positive ou négative de la présence du champignon au niveau des racines. L'objectif est de faire une transposition du platane à l'hévéa.

M Guelfucci : Nous avons eu l'expérience fortuite d'un terrain abattu et préparé resté deux ans sans servir ; on y a planté ensuite des hévéas Il ne présente pratiquement plus de Fomès, il y a là une question économique à étudier.

M Despréaux : C'est une constatation générale que plus le délai entre la préparation du terrain et son utilisation est long moins il y a de chance de voir apparaître le Fomès.

M Guelfucci : Il y aurait alors possibilité de valoriser ce terrain par des cultures vivrières à titre temporaire.

M Despréaux : Le problème est alors l'écoulement sur un marché local du produit obtenu.

M Doat : Pour des replantations nous avons laissé du terrain sous Pueraria pendant un an et demi à deux ans et effectivement il y a beaucoup moins de Fomès après. J'en profite pour suggérer comme thème de recherche la lutte contre le Fomès en condition de replantation. Nous avons comme norme d'abattre en décembre et de replanter un an et demi après. Il nous intéresse de connaître la norme technique pour savoir si elle est économiquement viable.

M Despréaux : Le problème n'est pas très différent d'une première plantation, il faut enlever le maximum de substrat ligneux au moment de la replantation.

M Gener : A l'IRCA-Bimbresso des parcelles fortement attaquées par le Fomès ont été replantées. Il a suffi de faire une bonne éradication des systèmes racinaires. Cela est donc techniquement possible. L'étude économique pour des centaines ou des milliers d'hectares reste à faire.

M Drouet : Pour les replantations en Côte d'Ivoire une bonne vieille méthode mériterait d'être remise en vigueur c'est celle de l'alternance des cultures. Il y a la fusariose sur le palmier à huile et le fomès sur l'hévéa, il serait élégant et économique d'alterner ces deux cultures bien que leur durée de vie soit de l'ordre de 30 ans.

M Boisson : Vous avez dit que la propagation du Fomès se faisait préférentiellement entre racines en contact par le mycélium A . Qu'avez-vous comme arguments pour l'affirmer ?

M Despréaux : C'est une observation qui a été faite conjointement par M Tran Van Canh en Côte d'Ivoire et par M Gohet au Cameroun. Dans les arbres qu'ils extraient , dans la plupart des cas les premières infections ont lieu au niveau des racines latérales.

M Boisson : D'accord, mais en général ces infections ne sont pas très graves et l'arbre survit même s'il perd quelques latérales alors qu'il a beaucoup plus de mal à le faire s'il perd son pivot. Que les infections d'arbre en arbre soient favorisées par les contacts soit, car les rhizomorphes progressent préférentiellement sur un support. Je ne suis pas d'accord quand vous dites que les contacts entre les racines permettent des infections directes car quand on fait des inoculations expérimentales avec des bûchettes de bois infecté la pénétration ne se fait pas directement à partir de la bûchette dans le bois mais celle-ci émet des rhizomorphes sur les organes contre lesquels on l'a placée; c'est à partir de ces rhizomorphes qu'il y a des pénétrations ; d'autre part des souches monospores sont incapables de faire des rhizomorphes et quand on essaie de les inoculer elles sont incapables de pénétrer et de provoquer une infection sur des hévéas.

M Despréaux : Quand on dégage un pivot, on trouve des rhizomorphes sur les racines latérales et par derrière des tissus nécrosés; cette observation remet en cause le dogme de l'infection uniquement par le pivot.

M Chevaugéon : Je rappellerai seulement que les conditions de sol jouent un grand rôle. L'entrée du Fomès dépend beaucoup de la composition chimique du sol, de sa structure physique et de sa teneur en eau. Selon les sols il va entrer très bas sur le pivot ou très près du collet.

D'autre part, je rappellerai qu'il y a trente ans, l'IRCA avait préconisé par écrit de pratiquer une culture de rente avant de mettre en place l'hévéa sur défrichage de forêt. A l'époque - j'en suis témoin - cela avait été absolument refusé pour des raisons de rentabilité d'investissement; depuis trente ans on recherche toutes les solutions pour éviter de recourir à celle-ci, je suis très heureux de voir que maintenant cela semble pouvoir s'intégrer dans un schéma de rentabilisation des investissements.

Après une dizaine d'années de culture on constate une baisse du taux de mortalité, en réalité il y a autant d'arbres qui deviennent malades chaque année mais ils meurent beaucoup plus lentement car leurs pivots sont plus importants et il faut beaucoup plus de temps pour les détruire. Si on se trouve dans une région où il n'y a pas de coups de vent (Sud-Sumatra) on a un arrêt apparent de la maladie (les arbres vivent sans pivot); dans un pays où il y a des coups de vent sérieux des arbres tombent mais ils sont malades depuis longtemps : il ne faut pas cesser de lutter au bout de 10 ans le champignon est toujours là, il continue de progresser.

M (Michelin) : Le délai entre la déforestation et le plantage : beaucoup plus qu'une durée ce sont deux saisons sèches successives qui sont efficaces.

M Sébillotte : Les expérimentations de l'agronome sont plus coûteuses qu'on le pense habituellement. Pour aborder les questions qui ont été posées il faudra consentir des investissements qui sont du même ordre que le gros matériel de laboratoire. D'autre part, il faudra définir les variables (saison sèche, sol) comme dans un laboratoire : une saison sèche ce n'est pas seulement un mois de décembre c'est aussi un état hydrique du sol, un état thermique du sol,....Il faut consentir un effort de quantification sur le plan agronomique sinon les agronomes n'apporteront rien.

M Rosenbaum : Les morpholines et les triazoles sont-elles mélangeables, avez-vous expérimenté le mélange?

M Despréaux : Les triazoles sont déjà prohibitifs économiquement, mais c'est à expérimenter dans la mesure où l'on verra apparaître des souches de Fomès résistantes.

M Carron : Nous allons envoyer en Côte d'Ivoire à la fin du mois une soixantaine de vitroplants qui constituent un clone issu d'un seedling sélectionné comme résistant au Fomès par M Tran Van Canh il y a quelques années; trois autres arbres de la même origine sont en micropropagation actuellement.

M Eschbach : L'éradication de tous les débris ligneux entraîne une profonde modification de la structure superficielle du sol, il y a bouleversement de la couche humifère du sol, très fragile dans les pays tropicaux. A HEVEGO nous avons monté un essai avec différents modes de préparation du sol : manuelle, mécanique, avec ou sans empoisonnement des souches. L'essai sera suivi au niveau pathologique et au niveau de la fertilité des sols.

M Chevaugéon : En plus d'une recherche sur les molécules les plus efficaces il serait bon d'examiner celles qui sont les plus rémanentes. La durée d'efficacité du traitement varie avec les relations du composé actif avec le sol lui-même. On fait un traitement tous les 6 mois mais on ne sait pas combien de temps la molécule est efficace ,et on ne sait pas quelles sont les durées d'efficacités selon les sols et selon les climats.

M Doat : Tous les traitements proposés sont destinés aux plantations industrielles ; dans les plantations villageoises et dans les plantations moyennes ils sont rarement applicables. Il faudrait définir des préconisations qui y soient techniquement et pratiquement.

M Brosse : Il y a une façon de rendre rémanent le principe actif c'est de le fixer sur une macromolécule par une liaison covalente ou de le microencapsuler ou de le mettre en position de lui permettre un effet différé au niveau de la racine.

M Rémy : L'infection des racines latérales progresse-t-elle au fur et à mesure que le rhizomorphe se développe dans le pivot ?

M Despréaux : D'après M. Tran Van Canh les rhizomorphes sont émis dès que la racine est nécrosée. Cette nécrose agit comme un pivot infecté.

EXLOITATION - PHYSIOLOGIE

LE COLLOQUE PHYSIOLOGIE-EXPLOITATION
I.R.R.D.B. DE NOVEMBRE 1988

J.L. Jacob

Le colloque I.R.R.D.B. sur la physiologie et l'exploitation qui a eu lieu en novembre 1988 à Paris a permis la présentation de 23 communications provenant des équipes de recherches de 9 pays différents.

Ces communications ont porté sur des recherches de base et sur des recherches appliquées ; elles ont apporté un certain nombre d'éléments nouveaux aussi bien au plan de la connaissance qu'à celui de la pratique.

Ainsi, en ce qui concerne les études physiologiques, les problèmes fondamentaux des transports transmembranaires et notamment l'alimentation en sucre des laticifères ont été abordés. Dans ce cadre, des méthodes sophistiquées utilisant le radiomarquage et l'électrophysiologie ont été utilisées.

Des travaux sur la synthèse des protéines et l'énergie biochimique cellulaire par l'intermédiaire des nucléotides adényliques et du pyrophosphate ont été évoqués ainsi que l'étroite liaison existant entre l'écoulement du latex et cette énergie biochimique.

Quelques points clés du métabolisme des laticifères ont été présentés. Ils concernaient notamment le statut glucidique, la HMG-CoA réductase étape cruciale de la biosynthèse du caoutchouc, la NAD kinase génératrice du NADP cofacteur limitant de la régénération isoprénique et la calmoduline du latex.

Les mécanismes de la stimulation à l'Ethrel ont été étudiés.

L'importance de la typologie du fonctionnement des laticifères a été clairement mise en évidence ainsi que son influence sur la réponse clonale aux traitements stimulants.

Le problème de l'encoche sèche en relation avec des clones haut producteurs a donné lieu à un exposé ainsi que la physiologie de la tolérance à la sécheresse.

En ce qui concerne l'exploitation, l'accent a été mis sur les expériences de saignées à faible fréquence ou faible intensité ainsi que sur la saignée remontante.

En outre des études plus spécifiques sur le potentiel de production du clone PR 107 et l'utilisation de saignées périodiques chez le clone PR 255 ont été présentées.

Le colloque a également permis des discussions fructueuses et des prises de contact utiles entre chercheurs. Il a également conduit à organiser un "workshop" sur un problème important, celui de l'encoche sèche. Cette réunion se tiendra en Malaisie en juin. Des chercheurs de l'IRCA y participeront.

Un proceeding rassemblant les communications du colloque a été édité sous le titre : HEVEA 88.



LE DIAGNOSTIC LATEX

J.L. Jacob

Le Diagnostic Latex, signal d'alarme pour une exploitation optimisée de l'hévéa.

Le latex récolté par la saignée renferme non seulement le caoutchouc, mais également l'essentiel du contenu de la cellule laticifère, qui participe à la fabrication du caoutchouc. L'étude du latex à un moment donné, permet donc de situer l'aptitude de la cellule laticifère à produire du caoutchouc.

4 paramètres physiologiques sont plus particulièrement significatifs de cette aptitude :

- l'extrait sec qui traduit le rendement de la biosynthèse du caoutchouc
- la teneur en saccharose qui est la matière première du caoutchouc
- la teneur en phosphore qui traduit le niveau d'énergie disponible pour la biosynthèse
- la teneur en thiols qui traduit la stabilité du latex

Selon les valeurs relatives à ces 4 paramètres, il est donc possible de savoir, avant même qu'apparaisse un déséquilibre de production, si l'arbre est en état de sur ou sous exploitation.

Le diagnostic latex permettant la détection précoce des désordres physiologiques qui conduisent à la baisse de production, à l'absence d'efficacité de la stimulation, à l'encoche sèche, est un outil au service du planteur pour l'aide à la conduite de l'exploitation.

Un exemple vécu (fig. 17)

Le matériel

- Clone PB 235
- 3 ans d'exploitation : 1/2 S d/4 6d/7, stimulée à l'Ethrel 2,5%
- 2 niveaux de stimulation :

- * 4 fois par an sur panneau (témoin normal)
- * 13 fois par an sur panneau (intensif)

L'évolution des paramètres

1ère année :

- gain de production de 10% avec 13 stimulations
- teneur en saccharose faible (61% du témoin)

2ème année

- gain de production de 12% avec 13 stimulations
- teneur en saccharose très faible (36% du témoin)
- teneur en thiols faible (55% du témoin)

3ème année

- gain de production nul avec 13 stimulations

Le diagnostic

L'alimentation glucidique (saccharose) des laticifères devient limitante dès la 1ère année d'exploitation pour le motif stimulé intensivement. La 2ème année, c'est la stabilité du latex qui devient alors limitante, les réserves glucidiques continuant de chuter. Extrait sec et phosphore inorganique ne sont pas apparus ici comme facteurs limitants.

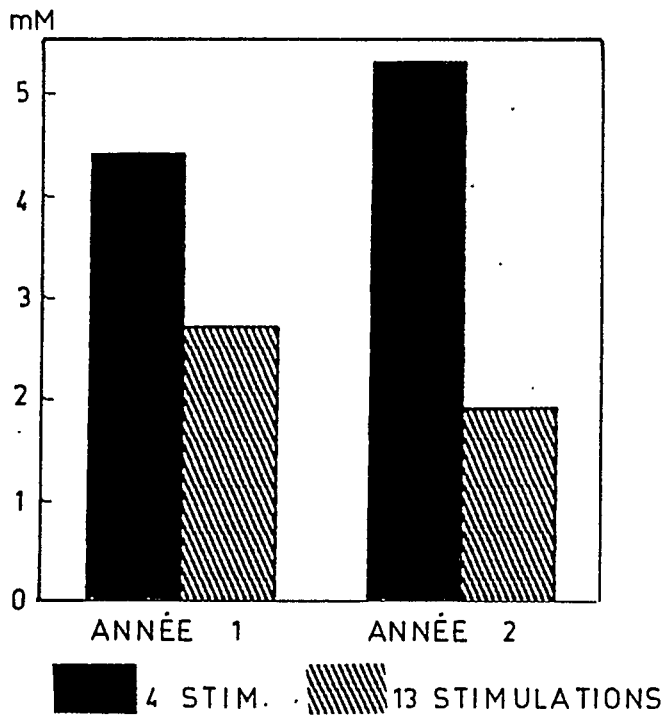
La 3ème année le gain de production est nul par rapport au motif stimulé normalement, pour lequel les caractéristiques physiologiques sont bien meilleures.

C'est au mois d'août de la 3ème année d'exploitation que la production du motif à 13 stimulations passe en dessous de celle du motif à 4 stimulations.

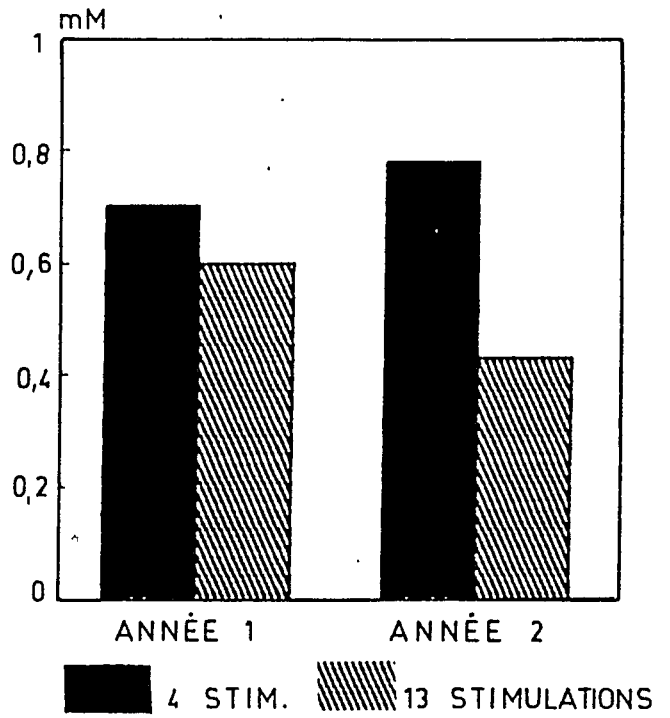
Le diagnostic latex permet donc de prévoir une campagne de saignée à l'avance la baisse de production sur le motif surstimulé.

Figure 17

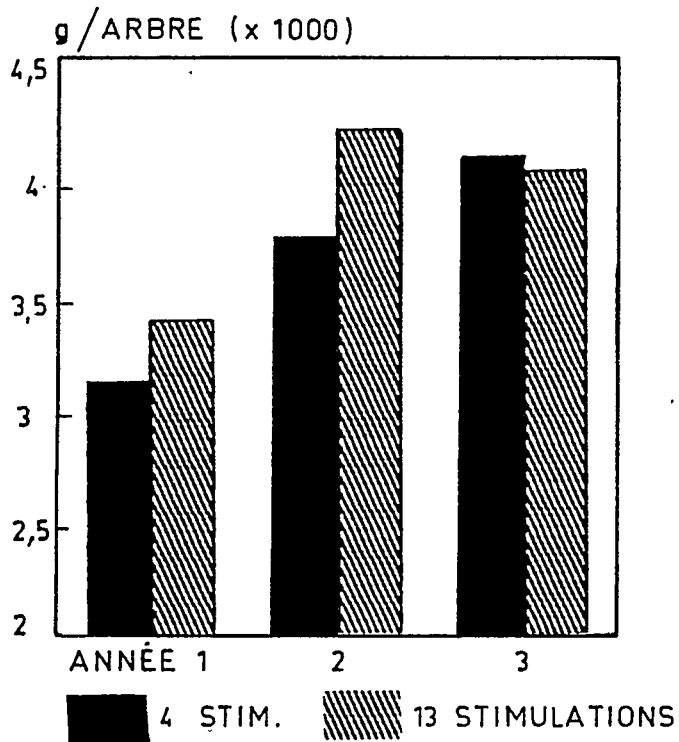
Concentrations en saccharose



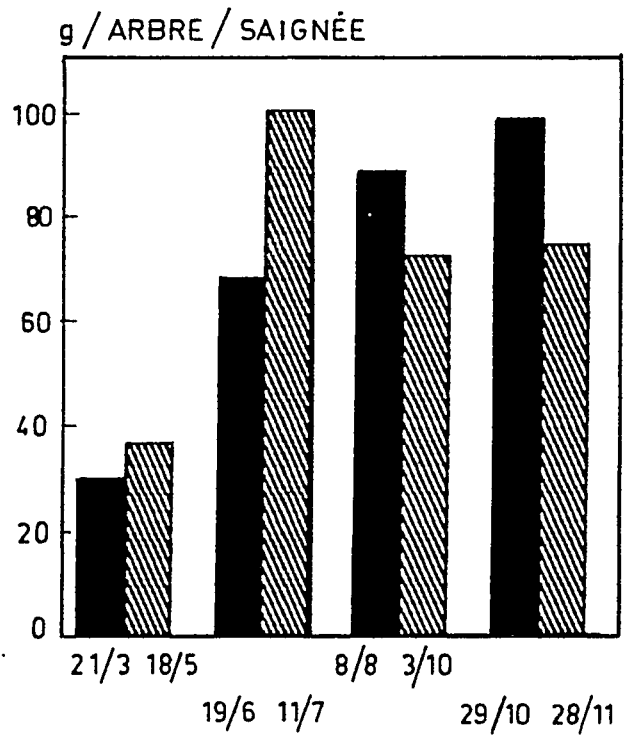
Concentrations en thiols



Productions annuelles



Productions année 3





TYOLOGIE CLONALE ET CONDUITE DE L'EXPLOITATION

J. Commère, E. Serres, R. Lacrotte

Les systèmes de saignée faisant appel à l'utilisation de l'Ethrel combinée à la longueur de l'encoche, à la fréquence de saignée et à la position de l'encoche sur le panneau nécessitent une adaptation aux clones qui doit tenir compte de leurs caractéristiques.

1. Typologie clonale et stimulation

Dans une série d'expériences, les principaux clones sont exploités en 1/2 S d/4 (3 fois par quinzaine) et sont soumis à un nombre croissant de stimulations atteignant 78 par an. Des diagnostics latex sont réalisés annuellement. Les 4 paramètres les plus représentatifs sont présentés en fin de 2^e année d'exploitation sur le panneau A.

L'extrait sec (fig 18)

Il est constaté une légère différence de l'extrait sec suivant les clones. Avros 2037 étant le clone pour lequel il est le plus élevé suivi de PB 235, PB 217 et GT 1 puis PR 261.

A l'intérieur d'un même clone, l'extrait sec varie peu pour des intensités de stimulation croissantes traduisant la bonne efficacité du processus de régénération.

Pour PB 235, une chute de l'extrait sec est observée jusqu'à 13 stimulations révélant des difficultés de régénération. La remontée de ce DRC peut indiquer un ralentissement du métabolisme.

Le saccharose (fig 19)

Le saccharose, molécule initiale dans la synthèse isoprénique indique en relation avec les autres paramètres et notamment le Pi sa disponibilité ou sa rapidité d'utilisation. Les niveaux de sucre diminuent avec le nombre de stimulation reflétant l'activation du métabolisme.

Les valeurs seuils admises pour le saccharose sont de 7 mM au minimum et de 12 mM au maximum.

Elles sont atteintes avec :

- 13 stimulations pour AVROS 2037 et PR 261
- 8 stimulations pour PB 217
- 4 à 8 stimulations pour GT 1
- Aucune stimulation pour PB 235 qui présente des valeurs naturellement faibles pour cet élément.

Figure 18

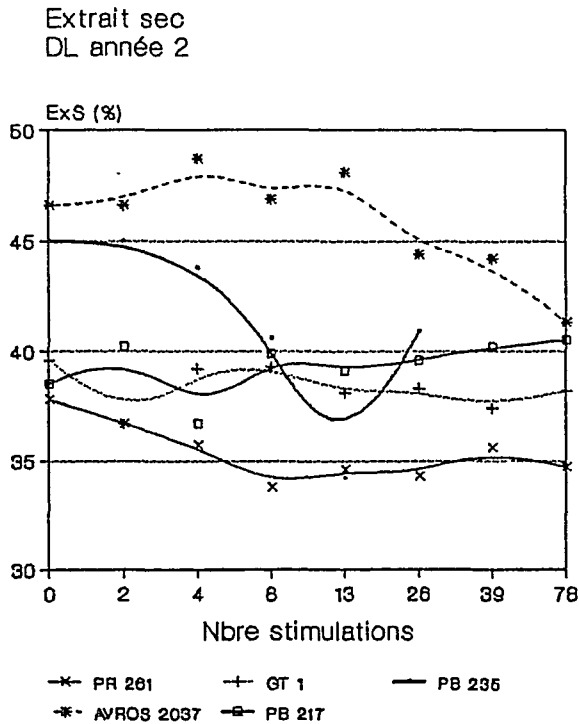
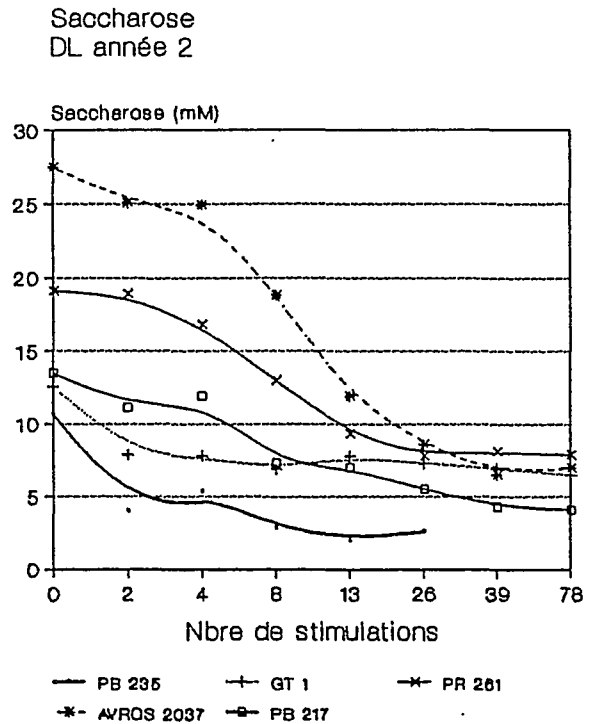


Figure 19



Le phosphore inorganique (fig 20)

Le Pi est le reflet de l'activité cellulaire, il augmente avec le nombre de stimulations pour chuter ensuite, indiquant un état de surexploitation et un mauvais fonctionnement de la régénération. Un Pi correct se situe entre 12 et 15 mM.

Sans stimulation, le Pi est élevé pour PB 235, intermédiaire pour GT 1 et PB 217 faible pour Avros 2037 et PR 261.

Les valeurs correctes de Pi sont atteintes avec :

- 2 stimulations pour PB 235
- 4 à 8 stimulations pour GT 1 et PB 217
- 8 stimulations pour AVROS 2037 et PR 261.

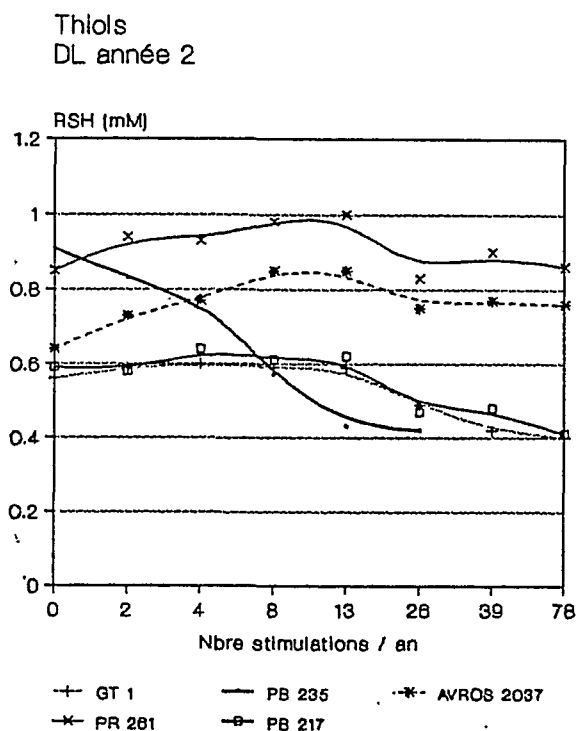
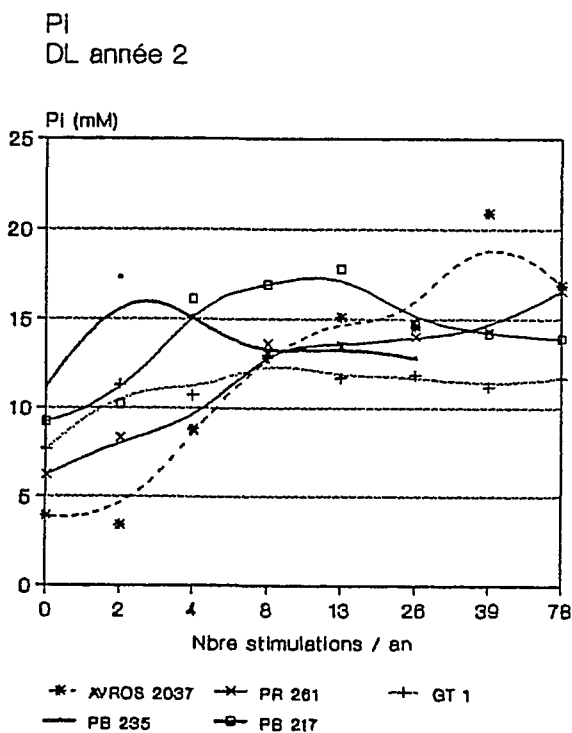
Les thiols (fig 21)

La teneur en thiols, molécule protectrice des phénomènes de stress et de sénescence tend à diminuer lorsque les arbres sont en état de surexploitation. Le seuil de 0,65 mM est considéré comme la limite inférieure pour cet élément. Il est rapidement atteint pour PB 235. Pour PB 217 et GT 1, les niveaux de stimulation élevés pourraient conduire à des cas de surexploitation. Pour PR 261 et Avros 2037, il n'y a aucun problème.

Les niveaux de thiols doivent être considérés en relation avec les autres paramètres, notamment le sucre et le Pi.

Figure 20

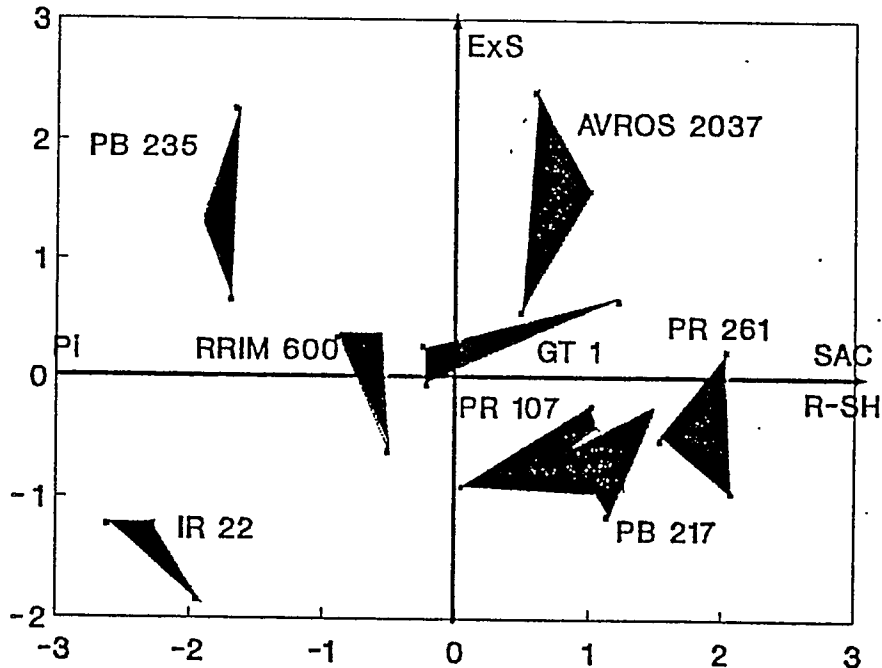
Figure 21



Recommandations

Une analyse en composantes principales de ces 4 paramètres conduit pour une intensité de saignée et d'exploitation identique à la répartition obtenue sur la figure 22.

Figure 22



Sur l'axe 1, le saccharose et les thiols interviennent en positif, le phosphore en négatif. Sur l'axe 2, l'extrait sec intervient en positif.

Nous constatons la bonne discrimination qui existe entre ces caractéristiques physiologiques. La notion de typologie clonale en relation avec le fonctionnement métabolique est ainsi mise en évidence.

Les clones à activité métabolique rapide comme PB 235 - IR 22 - PB 260 - PB 5/51 nécessiteront peu de stimulation, leur fonctionnement métabolique est naturellement activé.

Les clones intermédiaires comme RRIM 600, GT 1 et à un moindre niveau PR 107 ont un fonctionnement métabolique moyen. Des niveaux de stimulation plus intensifs seront nécessaires.

Pour les clones comme PB 217, AVROS 2037, et surtout PR 261, à métabolisme plus lent, la stimulation aura une importance capitale car sans elle, ces arbres ne pourront exprimer leur potentialité de production de caoutchouc.

Les niveaux de stimulation seront intensifiés avec l'âge des arbres (tableau 6).

Tableau 6

NIVEAUX DE STIMULATION

1/2 S d/4 6d/7

FONCTIONNEMENT METABOLIQUE

Années	RAPIDE	MOYEN	LENT *
A1 A2	2/Y	4/Y	8/Y
A3->A8	4/Y	8/Y	10/Y
A9->	6/Y	10/Y	12/Y
1/4S ↗	6/Y	10/Y	12/Y

*sauf PR 261 stimulé à 5% ET 2,5% - ET 5%

Ainsi PB 235 sera stimulé de 2 à 6 fois par an par l'application de 1 gramme de produit stimulant à 2,5 % de matière active soit entre 50 et 150 mg d'Ethéphon.

GT 1 sera stimulé de la même façon 4 à 10 fois par an, soit de 100 à 250 mg d'Ethéphon/arbre/an.

Un clone de type PB 217 sera stimulé de 8 à 12 fois par an, soit de 200 à 300 mg de m.a./arbre/an.

Pour PR 261, dont le fonctionnement métabolique est très lent, la concentration du stimulant sera toujours de 5 %.

Le passage en saignée remontante en 1/4 S sera accompagné d'une augmentation de la concentration du stimulant à 5 % quelque soit le clone.

2. Typologie clonale et conduite du panneau de saignée.

Cette typologie clonale à laquelle on vient d'associer des systèmes de stimulation plus ou moins intensifs se retrouve également sur le schéma de conduite du panneau de saignée.

Ainsi l'alternance en fin de 2^e année entraîne une augmentation de production pour le PB 235 (fig 23) alors qu'elle se traduit par une baisse de production pour le clone PR 261 (fig 24) en raison de difficulté de l'activation de l'aire sollicitée.

Figure 23

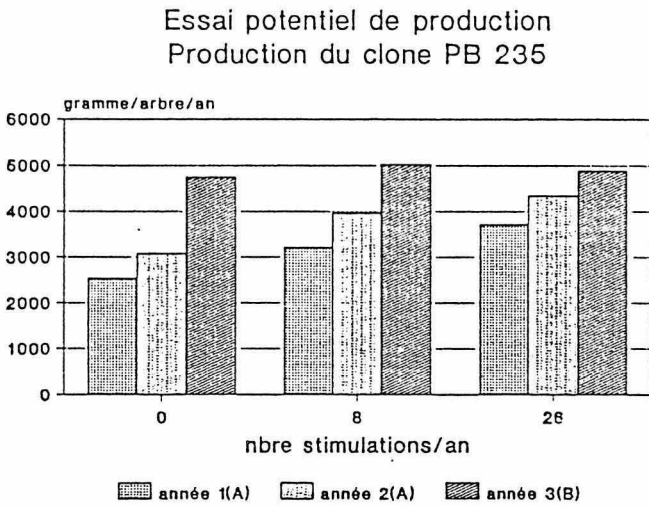
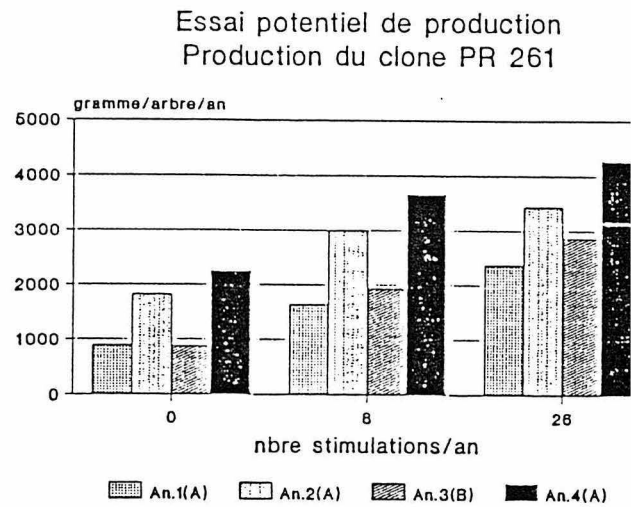


Figure 24



Avec un clone à fonctionnement métabolique lent comme Avros 2037 (fig 25), il est possible d'activer cette aire par une intensification de la stimulation.

Figure 25

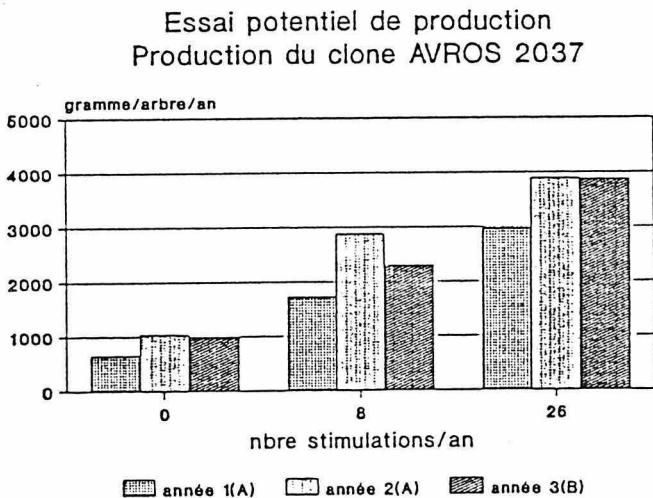
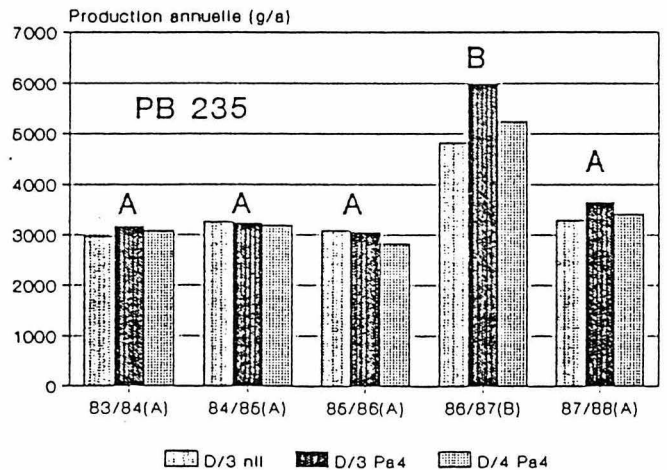
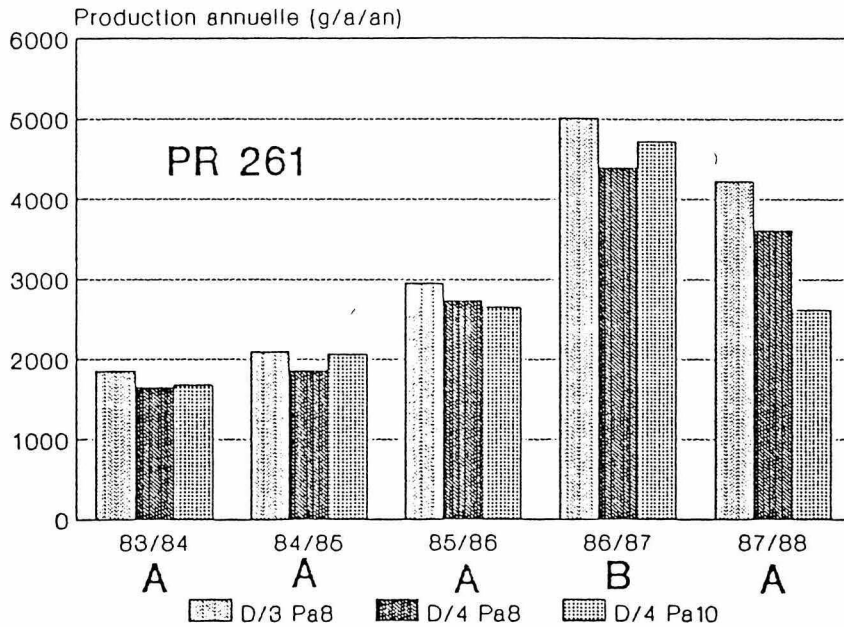


Figure 26



Sur une alternance pratiquée en fin de 3e année d'exploitation nous constatons un effet d'épuisement de l'aire pour PB 235 (fig 26) alors que pour PR 261 (fig 27) le non balancement n'entraîne pas de perte de production .

Figure 27

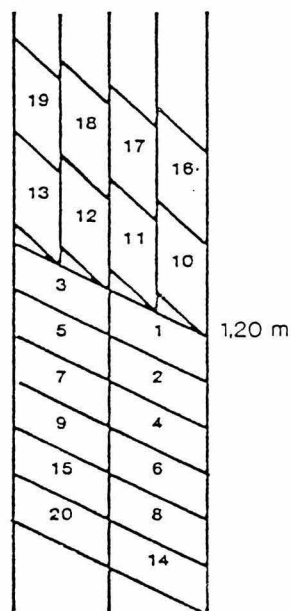


Une série d'expérience vient d'être mise en place à l'IRCA Côte d'Ivoire afin d'évaluer pour chaque classe de clone quelle sera la meilleure conduite du panneau de saignée.

Nos recommandations actuelles pour des clones à fonctionnement métabolique rapide ou intermédiaire prennent en compte un balancement de panneau annuel à partir de la fin de la 2è année d'exploitation (fig 28).

Figure 28

CONDUITE DU PANNEAU DE SAIGNEE
CLONE GT 1



Le passage en saignée remontante est pratiquée en 10^e année. La 1/4 S d/3 pour laquelle les résultats de production ont été aussi élevés qu'avec la 1/2 S d/3 ou la 1/2 S d/6 permet d'économiser l'écorce de cette partie de l'arbre.

Il est à noter qu'avec un tel système dans lequel la longueur de l'encoche est réduite, le système de stimulation est particulièrement important.

L'exploitation successive de 4 années sur le panneau haut a pour but de profiter de l'activation de la zone plus lente à s'établir qu'avec une demi spirale, et à reposer le panneau bas sur lequel il sera possible de retourner ensuite.

20 années de saignée sur écorce vierge ont été placées sur ce schéma. Avec une consommation d'écorce annuelle de 115 à 130 mm en d/4, il est théoriquement possible de placer 6 années supplémentaires sur le panneau bas.

Discussion

M Pichon : Nous espérons qu'un jour nous pourrons analyser le latex de nos arbres et décider de la stimulation du lendemain. L'idéal serait de le mettre en application en plantation quelque soit son éloignement d'un laboratoire d'analyses.

M Jacob : On a quand même quelques petits problèmes techniques notamment en ce qui concerne les thiols et les RSH , marqueurs indiquant le niveau de sénescence de la cellule laticifère , de la stabilité du latex Pour le moment il faut arriver à le doser sur place; un petit spectrophotomètre serait la solution. Pour les autres éléments on travaille à écarter le volet limitant du stockage des analyses.

M d'Auzac : Nous savons déjà faire des diagnostics latex à des centaines de kilomètres de la base.

M X : A-t'on essayé d'établir une relation entre le diagnostic latex et les caractéristiques physico-chimiques du caoutchouc ?

M d'Auzac : On en a déjà eu l'intention, On va pouvoir le réaliser maintenant avec le matériel d'analyse physique présent à Bimbresso : HPLC, chromatographie de partage de phase

TECHNOLOGIE



LE MARCHÉ DU CAOUTCHOUC EN 1988

Narboux

Le marché du caoutchouc a enregistré des différences de cours d'une rare amplitude. Il faut remonter à 1979/1980, puis aux années 1973/1974, pour constater une variation aussi importante des cours de la qualité de caoutchouc servant de référence aux marchés à terme, la Feuille Fumée n° 1. (Fig. 29)
Les cours du latex centrifugé

ont varié dans une proportion encore plus considérable, le prix ayant doublé en quelques mois.

Cette évolution des cours du caoutchouc, tout d'abord en hausse constante et rapide de janvier à fin mai/début juin 1988, puis en baisse à partir de ce moment jusqu'en fin d'année, est liée à plusieurs facteurs.

Le premier, fondamental, est la demande soutenue de caoutchouc dans les pays consommateurs, les chiffres de l'industrie automobile aux Etats-Unis, Europe de l'Ouest et Japon étant les chiffres clés à observer. Partout la production de véhicules a été en hausse, bien au-delà des prévisions.

Le deuxième facteur à citer est la bonne santé des autres industries qui a provoqué un plus grand besoin de transports routiers, et, par voie de conséquence, une meilleure activité dans le domaine du pneu poids lourd, secteur gros consommateur de caoutchouc naturel.

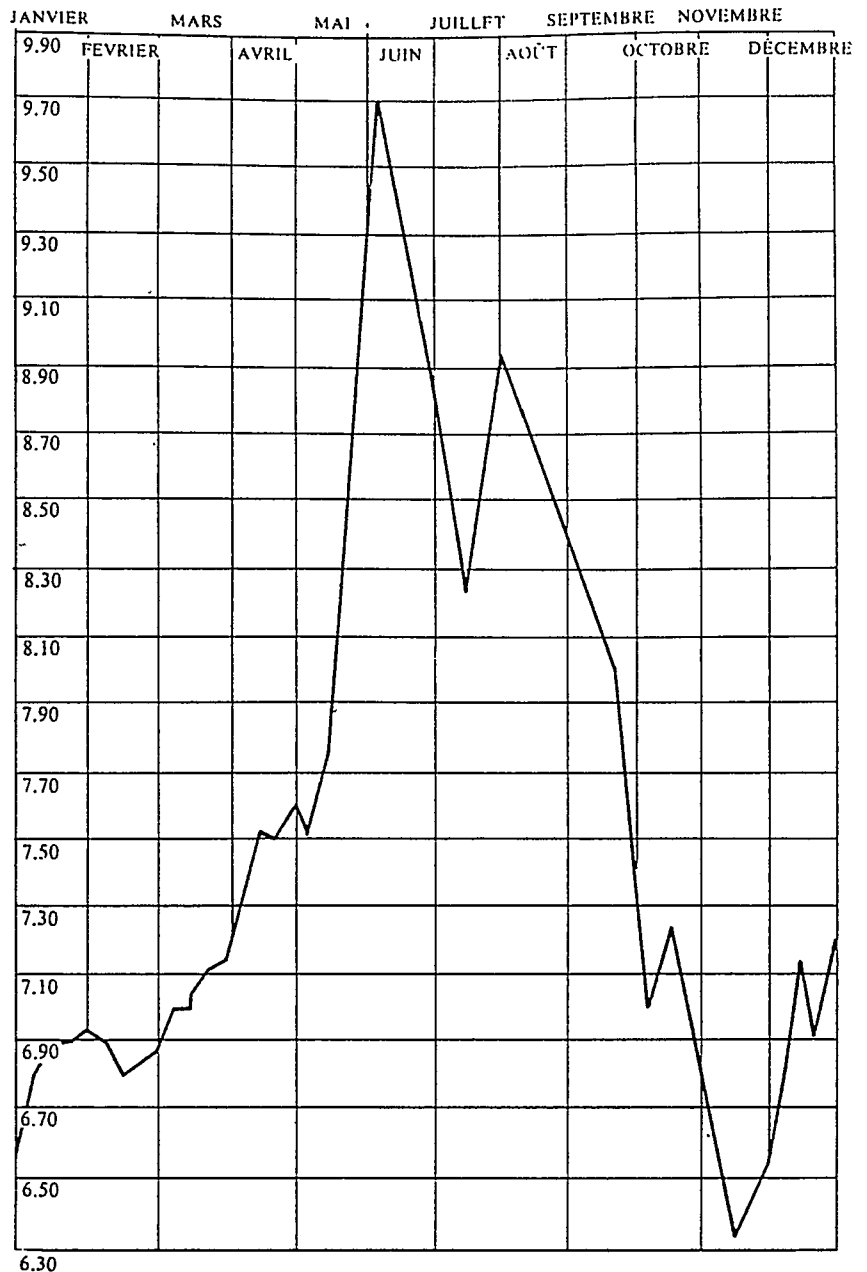
Cette demande importante s'est manifestée à une époque de production tra-

Tableau 7
Consommation de caoutchouc naturel (en '000 tonnes)

	1987	1988 (estimée)	Prévisions 1989
U.S.A.	789	831	880
C.E.E.	845	850	860
Europe de l'Ouest (hors C.E.E.)	145	148	150
Europe de l'Est	358	363	365
Chine	550	590	570
Japon	560	595	605
Total Mondial	4 795	5 050	5 150

Tableau 8
Production mondiale de caoutchouc naturel en '000 tonnes

	1987	1988 (estimée)	Prévisions 1989
Malaisie	1 580	1 600	1 615
Indonésie	1 180	1 230	1 275
Thaïlande	905	950	1 010
Inde	225	240	250
Sri Lanka	120	125	125
Chine	200	230	250
Total Asie	4 300	4 510	4 525
Afrique	240	250	260
Total Mondial	4 750	4 920	5 050
Excédent/déficit	- 45	- 130	- 100

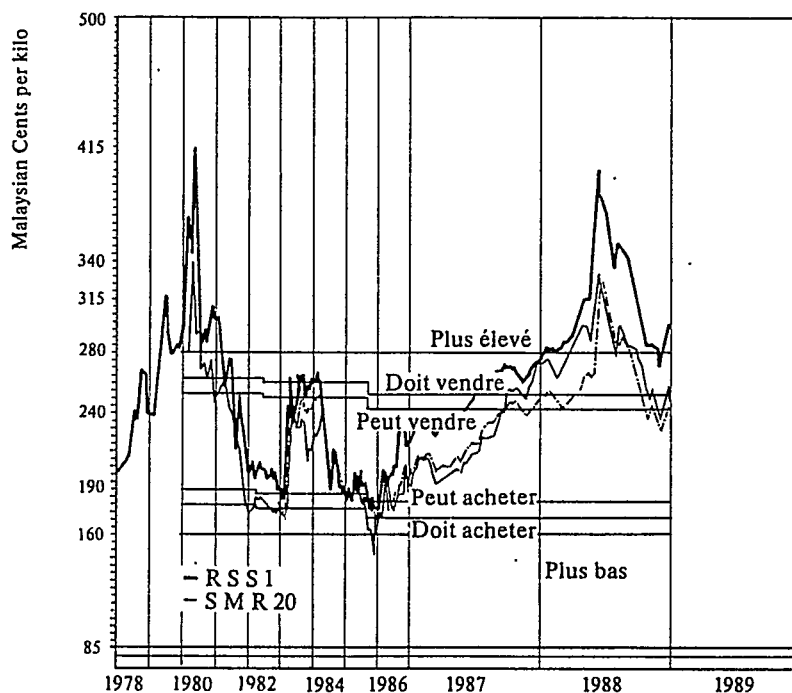


Cours de la RSS1 1988 (base CAF ports européens)

Figure 29

ditionnellement moins élevée (hivernage dans les pays producteurs). Au même moment, les producteurs devaient faire face à une demande sans précédent de latex centrifugé qui, même si les tonnages sont sans commune mesure, a amené certains d'entre eux à s'orienter pour une partie de leur capacité vers une production de latex. Le troisième facteur, et non des moindres, est la sensibilité de plus en plus grande des marchés à des déséqui-

bres entre l'offre et la demande au fur et à mesure qu'une quantité de plus en plus importante ne passe plus par les circuits traditionnels d'approvisionnement mais fait l'objet d'accords particuliers entre producteurs et consommateurs. Cette tendance est d'autant plus surprenante et inquiétante qu'elle va justement à l'encontre du but recherché à la fois par les producteurs et les consommateurs, à savoir une plus grande stabilité des cours. Ce



Caoutchouc naturel, cours de la RSS1 et de la SMR 20 base F.O.B.
en cents malais kg. ports malais.

Figure 30

point important avait été souligné il y a un an déjà dans notre revue du marché de 1987.

Malgré la santé florissante de l'industrie automobile tout au long de l'année, les cours du caoutchouc ont amorcé en juin une baisse qui les a ramenés au niveau de janvier. Les principales raisons de cette baisse durant la deuxième moitié de l'année sont tout d'abord une production meilleure en Extrême-Orient où les prix élevés ont suscité la remise en saignée de plantations villageoises souvent négligées dans des régions peu accessibles et donc peu rentables.

Ce niveau plus raisonnable reste néanmoins élevé, le prix indicateur moyen de l'Accord International ne l'ayant atteint que brièvement en août 1983 et en mars 1984.

Par ailleurs, le facteur non moins important est l'action de l'Organisation Internationale du Caoutchouc Naturel (INRO), dont l'accord, une fois encore, a parfaitement fonctionné et a su remplir la mission que les pays membres lui avaient assignée lors de sa fondation en 1979, même si son effet ne s'est produit que lentement.

Il est tout à fait remarquable que cet accord, vieux de 8 ans, soit aussi spec-

taculairement efficace et performant. Il est en effet le seul de la sorte à fonctionner de manière aussi satisfaisante dans le concert des matières premières soumises à accord international. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer le sort des autres accords.

Il est vrai que le succès de l'INRO est lié à la coopération efficace apportée par les pays membres du fait que tous les principaux pays producteurs et consommateurs de caoutchouc y adhèrent et que ses principes d'action sont simples.

Toujours est-il que, dès le mois de mars 1988, les mécanismes d'intervention ayant joué, l'INRO commençait à vendre des quantités de plus en plus importantes de caoutchouc. L'effet de ses ventes ne s'est pas fait sentir immédiatement, du fait du décalage de temps entre le moment de la vente et le moment de la livraison en usine, parfois après réusinage de ce caoutchouc rendu nécessaire par l'ancienneté de certains lots en magasin depuis 1982.

Il est intéressant de noter qu'aux tonnages produits en 1988 il faut ajouter le déstockage de l'INRO qui a vu ses réserves passer de 360 000 t à 25 000 t environ soit une disparition de

335 000 t équivalant à 6,75 % de la production mondiale. Il faut toutefois tempérer ce chiffre des tonnages de stocks en fin d'année détenus par des organisations autres que l'INRO, stocks qui semblent supérieurs à ceux détenus à la fin de 1987.

Les cours de la Feuille Fumée n° 1 qui avaient abordé 1988 au niveau de 6,55 F/kg CAF ports européens terminaient l'année à 7,20 F/kg. Entre-temps, ce cours a enregistré un plus haut à 9,70 F/kg (début juin) et un plus bas à 6,35 F/kg (mi-novembre). Exprimé en ringgits/kg FOB Malaisie, ce même cours variait de 2,75 ringgits/kg en début d'année pour s'élever jusqu'à début juin à 4 ringgits/kg puis redescendre à 2,70 ringgits/kg en novembre et terminer l'année à 2,95 ringgits/kg. (Fig. 30).

Une fois encore, le parallélisme entre les cours exprimés en monnaies différentes n'est pas parfait, les devises ayant évolué de leur côté de manières diverses.

Ces chiffres sont principalement basés sur les publications du Bureau International d'Etudes sur le Caoutchouc (IRSG) ainsi que sur des prévisions de différentes origines et des estimations. Il est tout à fait intéressant de noter que les consommations réelles de 1987 (connues seulement courant 1988) et celles de 1988 (encore estimées à l'heure actuelle) sont loin des prévisions faites par les organismes les plus compétents, prévisions prises à contre-pied par l'évolution de l'industrie occidentale en 1988 et plus précisément de l'industrie automobile et du poids lourd. (Tableau 7)

La production de caoutchouc naturel a par ailleurs progressé, mais ces augmentations n'ont pas atteint le niveau de la consommation que nous avons vu plus haut. (Tableau 8)

De ces tableaux de consommation et de production, il se dégage un nouveau déficit pour l'année qui débute, du même ordre de grandeur que celui rencontré en 1988, pour autant que les estimations s'avèrent exactes, les difficultés d'appréciation étant parfois difficiles, surtout dans les pays à économie planifiée et plus encore lorsqu'ils sont à la fois producteurs et consommateurs.

L'INRO, dont le premier accord a été signé en 1979 pour 5 ans à partir de 1980, la prorogé de 2 ans, jusqu'en octobre 1987. Les travaux de mise en forme d'un nouvel accord étant suffisamment avancés en 1987, l'ancien accord a pu fonctionner sur une base intérimaire en 1988 jusqu'à signature et ratification du deuxième accord INRO, sous réserve que ces signatures et ratifications interviennent avant le 31 décembre pour les membres représentant au moins 75 % des pays producteurs et 75 % des pays consommateurs.

C'est maintenant un point acquis puisque, le 29 décembre 1988, le secrétariat des Nations Unies a confirmé l'entrée en force du nouvel accord sur une base provisoire, il est vrai, en attendant les ratifications définitives.

Dans ses principes, il reste identique au précédent, comme nous l'avons noté l'année dernière, bien que les clauses de révisions des fourchettes d'intervention soient plus astreignantes. Il est donc probable que les maxima et minima prévus dans cet accord seront revus dès 1989 en fonction de l'évolution du prix indicateur moyen.

Il n'en reste pas moins qu'il est inquiétant de constater que si l'accroissement de la demande persiste, reproduisant en 1989 le déficit déjà expérimenté en 1988, l'INRO, n'ayant pu entre-temps compléter ses stocks, ne pourra pas agir sur les cours par le biais de disposition de stocks, la quasi-totalité de ceux-ci ayant été vendue en 1988.

Discussion

M. de Padirac : La position du caoutchouc naturel se présente aussi bien que possible sur le marché international. Je constate que la production des pays ACP est de l'ordre de 240 000 tonnes et que la consommation de la CEE est de l'ordre de 800 000 tonnes; si on recherche un équilibre dans un cadre régional ACP-CEE il y a un gros effort à faire pour l'assurer

En 8 ans la proportion de caoutchouc naturel consommé par rapport à l'ensemble naturel+synthétique est passée de 30 à 33%. La consommation de caoutchouc naturel dans les pays en développement devrait être, dans l'avenir, beaucoup plus forte que dans les pays développés, déjà, durant ces 7-8 dernières années ce taux d'accroissement de la consommation y a été double.

M. Doat : Pouvez-vous nous donner une idée de la proportion de caoutchouc naturel traité par les négociants et celui qui fait l'objet de contrats directs producteur-manufacturier ?

M. Narboux : Il est très difficile d'avancer un chiffre, parce que c'est toujours en mouvement, et que le caoutchouc produit et consommé dans les pays producteurs n'est pas négligeable.

M. Doat : Dans le cadre de l'accord INRA 2 savez-vous à quels niveaux vont se fixer les nouveaux prix de référence eu égard à la montée des prix en 1988 ?

M. Narboux : Une réunion est prévue en avril ou en mai à Genève pour traiter de cette question, on a parlé d'une réévaluation.

M. de la Serve : Vous avez évoqué une élasticité de la production par rapport au prix dans quels pays l'avez-vous observée et pourrait-on modéliser cette relation ?

M. Narboux : Principalement l'Indonésie, la Thaïlande et dans une moindre mesure la Malaisie.

M. Rémy : Au cours d'une réunion de l'IRSG en novembre on a dit que si le caoutchouc africain se vendait plus mal que le caoutchouc du sud-est asiatique c'était de la faute des producteurs et des pays producteurs. Si on pouvait avoir une petite augmentation du prix de vente du caoutchouc ne serait-ce que de 10%, le mettant au niveau des prix CIF des pays du sud-est asiatique sur le marché européen, ou si on pouvait avoir une amélioration du taux de change dollar-franc CFA (10%) cela réglerait, dans l'intérêt de l'économie des planteurs, tous les problèmes sur lesquels on débat depuis 1935.



INFLUENCE DES CARACTERES CLONAU SUR LES PROPRIETES DES CAOUTCHOUCS

J.C. Laigneau

Il s'agit dans un premier temps d'acquérir les connaissances nécessaires pour compléter les "fiches de clones" rédigées par la Division d'Agronomie; ces nouvelles informations permettront de mieux orienter les programmes de plantation des cultures polyclonales donnant à la fois une production élevée et une qualité bien adaptée au marché.

Dans un deuxième temps il s'agira de fournir aux sélectionneurs des informations complémentaires leur permettant d'élargir leurs connaissances des nouveaux matériels végétaux en cours de sélection.

La stratégie

Pour atteindre ces objectifs, il convient de construire des dispositifs expérimentaux permettant d'apprécier l'influence des facteurs externes (méthodes d'usinage, âge des arbres, méthodes d'exploitation des cultures, etc ...)

La première étape consiste à étudier les clones les plus plantés de façon à affiner les méthodes d'investigation et à obtenir des résultats immédiatement transférables vers le développement.

La seconde étape s'adressera aux clones les plus prometteurs, c'est-à-dire ceux que l'on commencera à planter dans les années à venir.

Enfin, la troisième et dernière phase consistera à adapter les méthodes d'analyses à des échantillonnages de faible importance, permettant des investigations sur de petits nombres d'individus (sélection) et, si possible, sur des arbres jeunes (relations entre les caractères juvéniles et les caractères adultes).

Dans l'évaluation des propriétés technologiques des caoutchoucs issus des clones les plus plantés ou les plus prometteurs en Côte d'Ivoire, il s'agira bien entendu d'examiner trois types de produits :

- les caoutchoucs issus de latex,
- les caoutchoucs issus de fonds de tasses comprenant la totalité de l'écoulement ou seulement la fin (types villageois ou industriels),
- les latex centrifugés.

Les actions en cours

Les études en cours portent sur les 7 clones les plus plantés en Côte d'Ivoire : GT1, PR 107, RRIM 600, PR 261, PB 217, PB 235, AVROS 2037.

Les caoutchoucs issus de latex ont été étudiés en premier et trois types d'usinage très représentatifs retenus:

- granulation sous eau,
- granulation à sec,
- C.V.

Depuis 1987, des prélèvements sont effectués chaque mois en plantation et les échantillons ainsi réalisés sont évalués de façon complète quant à leurs propriétés technologiques.

Les résultats acquis

On a examiné les résultats en les soumettant à une analyse en composantes principales. On observe :

- il existe bien, concernant les propriétés technologiques, des différences entre clones, ces différences subsistent quel que soit le mode d'usinage considéré,
- beaucoup de caractères mesurés sont redondants et les corrélations mises en évidence au cours de l'analyse permettent de ne conserver que deux descripteurs : l'un rendant compte de la viscosité et l'autre de la vitesse de vulcanisation; ce qui permet, en première approximation, une représentation graphique plane pour décrire ces clones (fig. 31, 32, 33).

Une analyse de variance nous a permis de vérifier que les écarts observés étaient significatifs; d'autre part, les différentes dates de prélèvement étant considérées comme des répétitions, il a été possible de mettre en évidence une interaction clone-saison (tableau 9). Cette interaction sera étudiée lorsque nous aurons des résultats sur au moins trois cycles végétatifs.

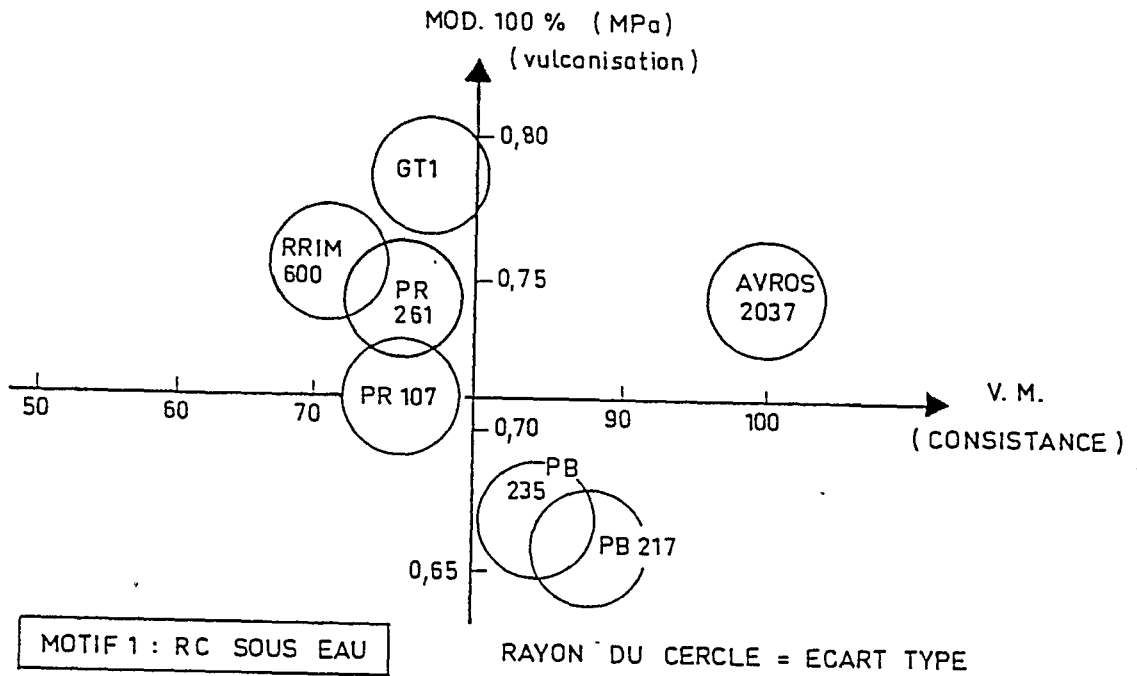
Trois résultats méritent d'être soulignés :

- la variabilité du PRI est faible et ne permet aucune distinction entre clones; c'est une propriété peu significative des caoutchoucs off latex;
- les tests de durcissement au stockage (ASHT) montrent que les clones PB 217 et PB 235 sont presque naturellement CV alors qu'à l'inverse le RRIM 600 donne en ce qui concerne cette propriété des valeurs très élevées laissant prévoir un durcissement au stockage important;
- les clones PB 217 et PB 235 ne peuvent être distingués de façon significative sur aucune des propriétés étudiées (rappelons qu'il s'agit de caoutchoucs issus de latex).

Perspectives

En juillet 1989, le Département des Etudes Technologiques pourra disposer des cultures nécessaires pour entamer l'étude des

Figure 31



EFFET SAISONNIER

Tableau 9

	OUI	NON
T 1	Po ASHT MOD VM	COUL
T 2	Po ASHT MOD	VM COUL
T 3	Po MOD VM	ASHT COUL

incertitude sur VM

Figure 32

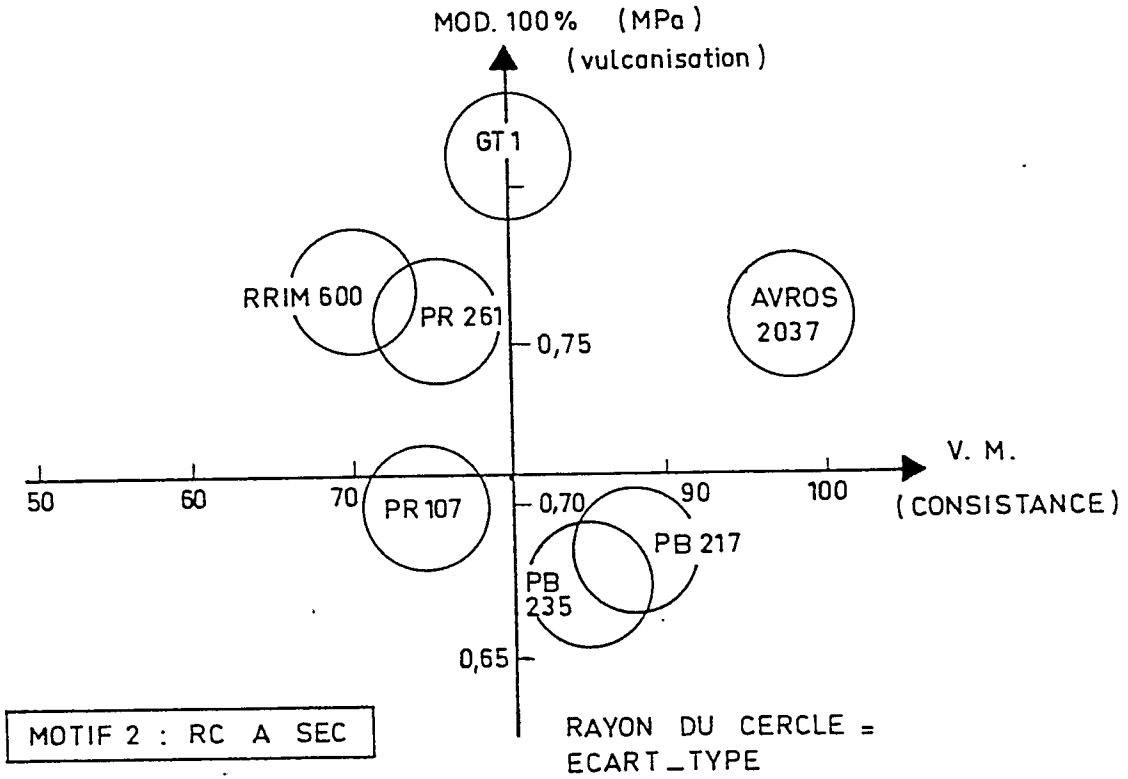
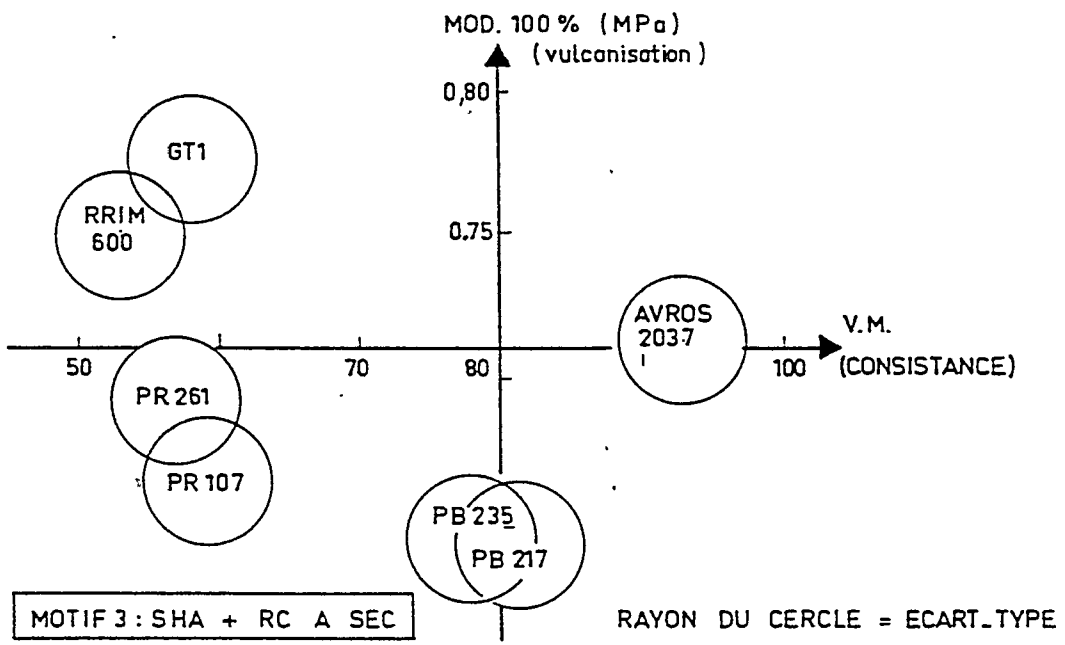


Figure 33



caoutchoucs issus des fonds de tasses et les premiers résultats pourront être communiqués au cours du prochain CSTC.

L'étude du comportement des latex centrifugés pourra commencer en 1990.

Grâce au laboratoire de chimie analytique, dès 1989 des investigations vont être menées pour essayer de déterminer l'origine des différences interclonales observées au niveau :

- des tests ASHT
- des viscosités
- des vitesses de vulcanisation

Pendant la campagne 1989, six clones parmi les plus prometteurs seront plantés à la fois sur la station IRCA et sur le site d'HEVEGO. Les investigations seront menées dès l'ouverture des arbres et permettront d'apprécier les caractères juvéniles. Il sera alors possible d'envisager la transposition des méthodes d'analyse sur des micro-échantillons.

Conclusions

La rédaction d'un volet technologique dans les fiches de clone apportera une aide précieuse aux personnes chargées d'établir les programmes de plantation. Cette opération, compte-tenu de son intérêt, tant pour les planteurs villageois que pour les industriels, devrait être un programme permanent à l'IRCA Côte d'Ivoire.

Discussion

M Doat : L'âge des arbres a-t'il été pris en compte dans l'étude? Nous avons actuellement des demandes sur des CV 50 et on sait que leur production est liée à l'âge des arbres.

M Laigneau : Tous les essais ont été faits sur des arbres adultes; les nouveaux protocoles sur les plantations qui seront établies en tiendront compte. Des CV 50, on en obtient facilement quand on a des GT 1 jeunes et quand ils commencent à vieillir on obtient du CV 60 ; en dehors d'un traitement chimique sur les latex il est difficile à partir de certaines cultures adultes d'obtenir des CV.50.

M Colinot : Un des besoins importants des utilisateurs de caoutchouc naturel est la régularité des propriétés, en particulier de la viscosité Mooney et des propriétés de vulcanisation tel que le module. Quand on voit vos résultats on peut s'inquiéter des risques d'irrégularités. Une étude de ce genre est très utile pour nous utilisateurs et aussi pour le planteur dans la construction de sa plantation de manière à avoir un produit le plus régulier possible.

M Rosenbaum : Peut-on envisager que vos essais débouchent sur la possibilité de spécifier la vitesse de vulcanisation ?

M Laigneau : On peut toujours envisager de spécifier une vitesse de vulcanisation; mais le but de l'étude n'est pas de spécifier mais de montrer qu'il y a des différences et comment les compenser au moment de la plantation pour obtenir une viscosité située à un niveau intéressant et régulier et une vitesse de vulcanisation à un niveau donné.

M Nicolas : Au niveau de l'exploitation de la plantation il est envisageable, avec des typologies clonales, d'adapter un mode de saignée par clone ;est-il possible de l'envisager au niveau de la transformation du caoutchouc ?

M Laigneau : Les malais ont montré que si on mélange des latex de clones à haute viscosité comme l'AVROS 2037 avec du RRIM 600 ou du PR 261 on obtient des polymères dont les viscosités sont proportionnelles au taux de mélangeage. D'autre part, les méthodes d'usinage visent à corriger les propriétés comme la viscosité ou la vitesse de vulcanisation.

AMELIORATION DES CARACTERISTIQUES
DES CAOUTCHOUCS A VISCOSITE STABILISEE.

J.C. Laigneau

Les résultats que nous allons vous présenter s'inscrivent dans une étude générale des procédés de fabrication des caoutchoucs à viscosité stabilisée en vue d'essayer de contrôler leur consistance et leur vitesse de vulcanisation.

En ce qui concerne la viscosité Mooney, nous vous avons présenté en mars 1988 la figure 34 montrant qu'il est possible de remonter la viscosité Mooney d'un C.V. issu de jeunes cultures de GT1 par l'action combinée du sulfate d'hydrazine et du sulfate d'hydroxyl amine.

Il faut apporter cependant une nouvelle précision : cette famille de courbes subit une importante et brutale perturbation au moment de la défoliation. Cette année, la consistance a chuté brutalement, mais on doit attendre plusieurs répétitions pour confirmer ce résultat. En dehors de cette période particulière, le procédé est bien reproductible.

Le traitement combiné SHA/SHZ a été appliqué aux 7 clones les plus plantés en Côte d'Ivoire en choisissant des vieilles cultures; on voit sur cette figure que le traitement agit dans le même sens pour les différents clones, mais l'importance de l'action dépend de la sensibilité du clone au SHA (figure 35).

Le deuxième volet de cette étude concerne la modification de la vitesse de vulcanisation des caoutchoucs à viscosité stabilisée. Cinq additifs ont été essayés et leur action comparée sur la vitesse de vulcanisation au rhéomètre (Fig. 36) et sur le module à 100% d'un mélange ACS1 (Fig. 37).

Il s'agit des produits suivants :

CTV - CETAVLON/Bromure de cétyltriméthylammonium
EA - ETHANOLAMINE
A.LAU - ACIDE LAURIQUE
LECI - LECITHINE DE SOJA
TEP - TETRAETHYLENE PENTAMINE

On a constaté que le module à 100% était la propriété la plus discriminante et l'étude s'est poursuivie avec le CETAVLON (ici).

Nous présentons ici (Fig. 38) les résultats obtenus sur des mélanges chargés à 35 parts de noir N 330 (HAF) dont les formules sont les suivantes :

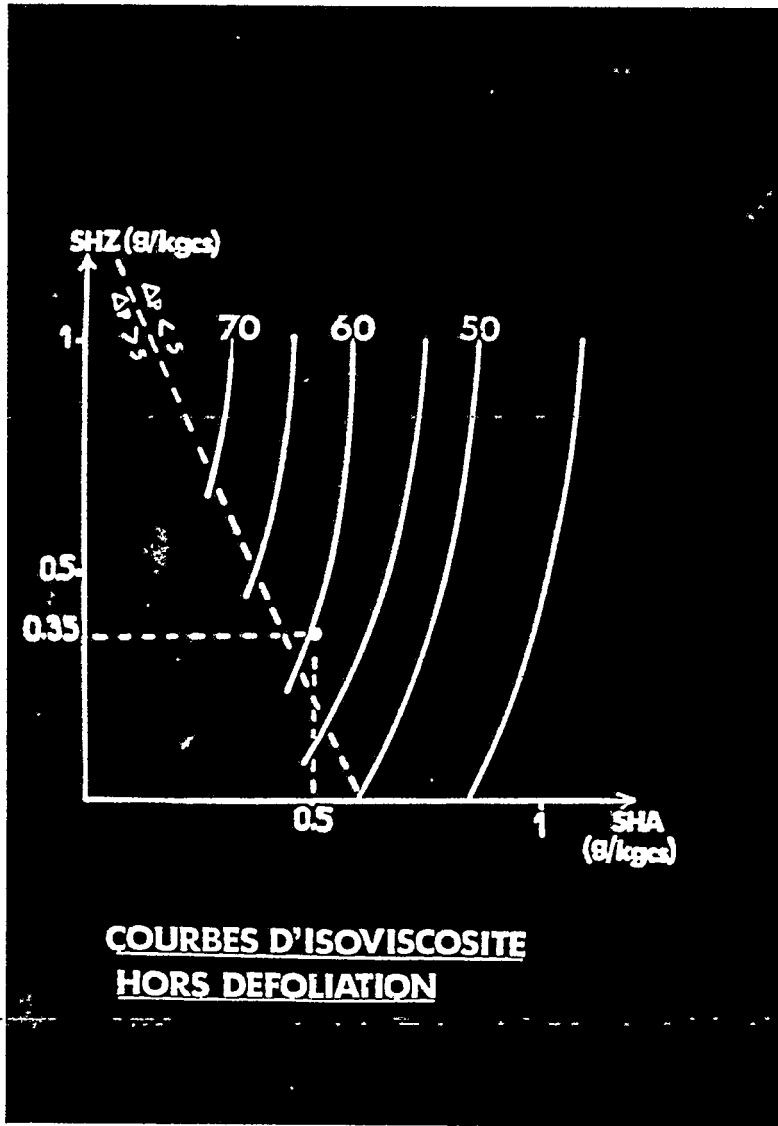


Figure 35

TRAITEMENT COMBINE SHA + SHZ
SUR PLUSIEURS CLONES

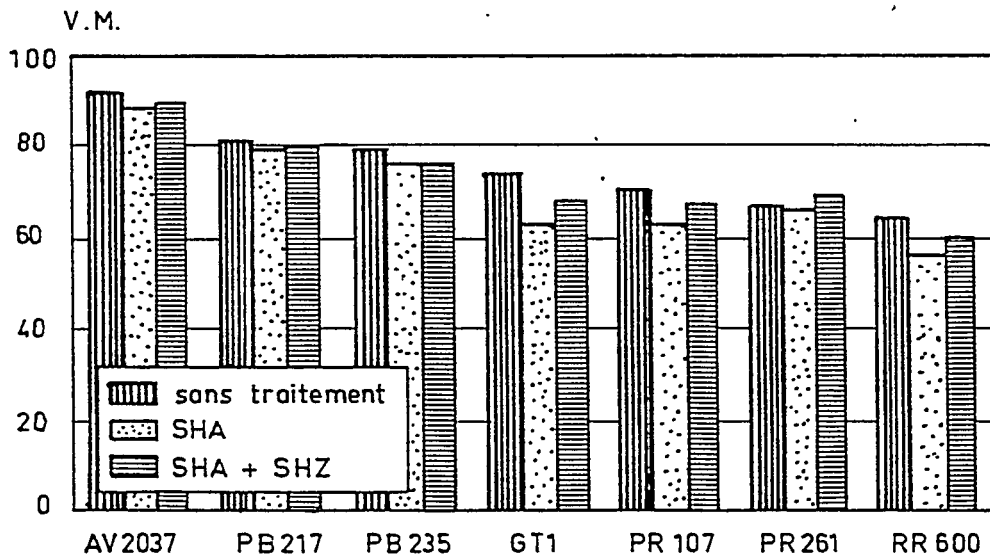


Figure 36

ESSAI DE PLUSIEURS PRODUITS
ACCELERATEURS DE VULCANISATION

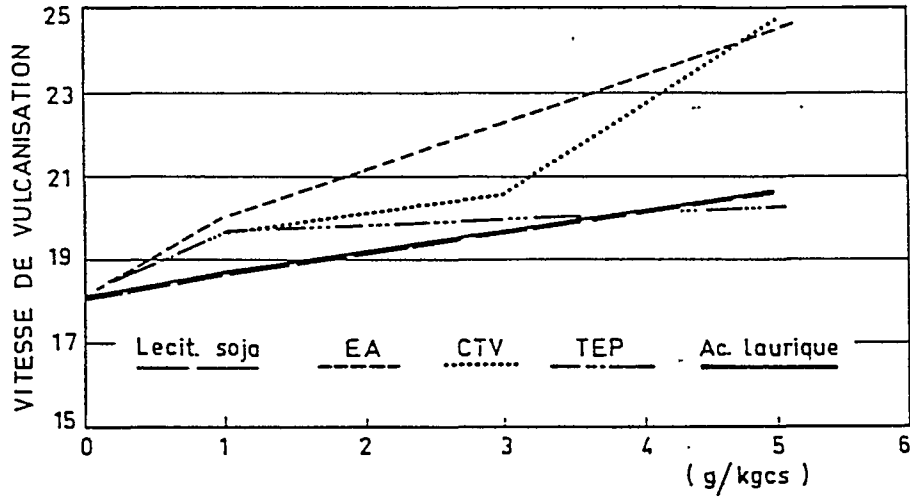


Figure 37

ESSAI DE PLUSIEURS
ACCELERATEURS DE VUCANISATION

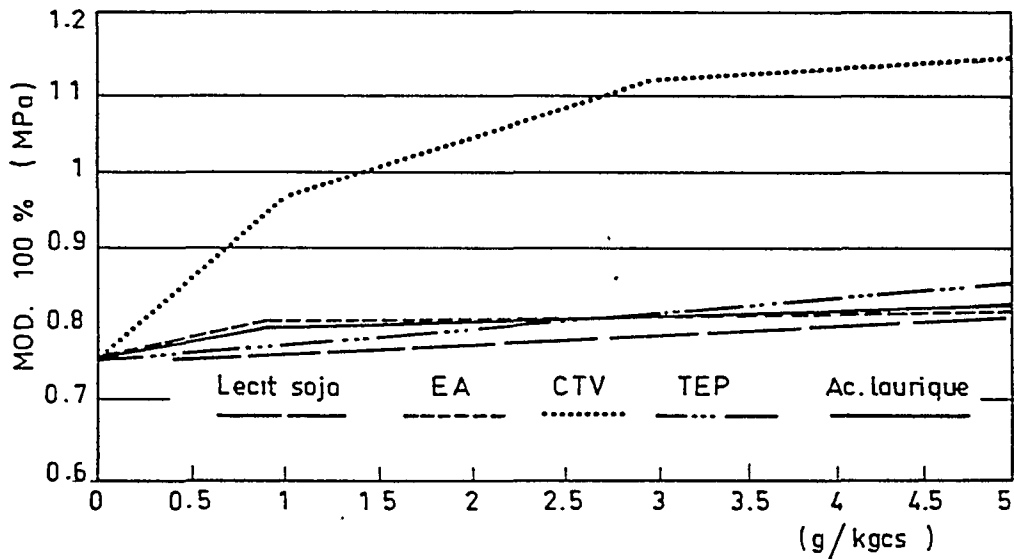


Tableau 10

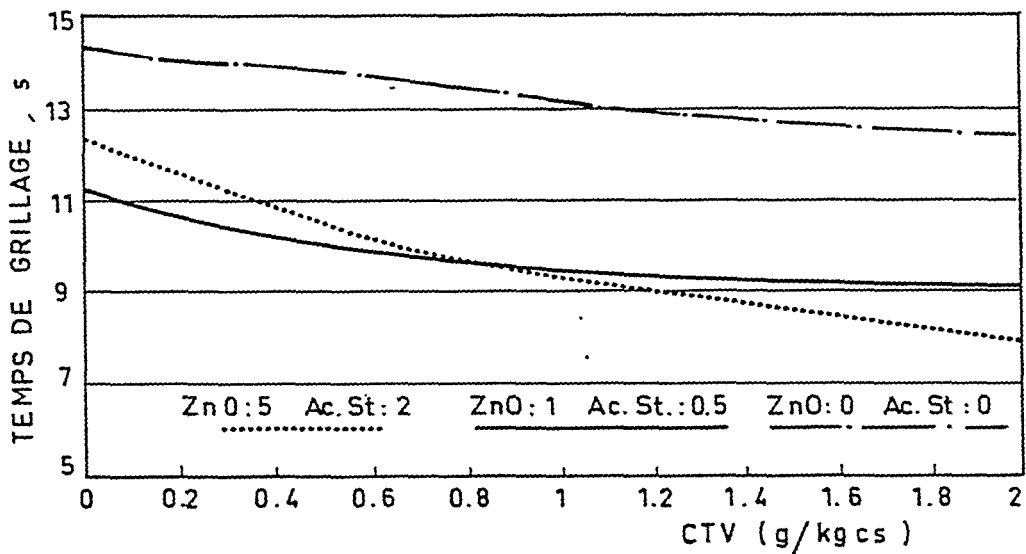
RHEOGRAMMES DES MELANGES A NOIR
ZNO:5 ACIDE STEARIQUE:2

MOTIF		TEM.	SHA	SHA + CTV (0.5)	SHA + CTV (1)	SHA + CTV (2)
RHEOM. MONSANTO A 135°C 3' D'ARC	ML (N.m)	1.70	1.30	1.36	1.36	1.36
	MHR (N.m)	10.45	10.51	10.74	10.85	11.19
	TS 0.2 (mn.s)	6	6.10	4.45	4	3.30
	TC90 (mn.s)	28	29	26.3	26	24

doses en g/kgcs SHA=1.2 g/kgcs

Figure 38

INFLUENCE DU CETAVLON
SUR LE TEMPS DE GRILLAGE



Motifs traités 1.2g/kgcs de SHA

	A	B	C
Caoutchouc	100	100	100
ZnO	5	1	0
acide stéarique	.2	0,5	0
soufre	2,25	2,25	2,25
noir HAF (N 330)	35	35	35
TBBS	0,7	0,7	0,7

En ce qui concerne les temps de grillage on constate une légère diminution qui est tout à fait acceptable pour les faibles doses de CETAVLON.

Les caractéristiques rhéométriques montrent que le CETAVLON (tableau 10) :

- . n'a pas d'influence sur le couple minimum
- . augmente le couple maximum
- . diminue le Tc90

Le CETAVLON n'a pas d'influence sur les propriétés mécaniques des vulcanisats étudiés à la dose où il serait intéressant de l'utiliser (0,5 g/kg sec). Cette voie semble prometteuse et cette année, un nouvel ammonium quaternaire sera essayé; il semble en effet souhaitable de remplacer le brome du CETAVLON par un acide gras.

Discussion

M D'Auzac : HEVECAM a posé une question sur la reprise d'humidité superficielle des balles de caoutchouc pressées à chaud ou à froid.

M Sainte-Beuve : Si on enferme de l'air chaud à un degré d'humidité élevé dans un sac plastique et si on refroidit on a une condensation. Donc, nous conseillons de laisser refroidir les balles avant de les ensacher.

M Benet : Le caoutchouc est hygroscopique au-dessous de 3% d'humidité, donc ce n'est pas dû à des transferts internes d'humidité.

M Rémy : C'est un problème très important. Des palettes de caoutchouc stockées dans un magasin, en saison des pluies, au ras de sol, prennent de l'humidité; on les transfère dans un magasin d'expédition dont le sol est surélevé de 1,50m (hauteur du quai de chargement) le phénomène s'arrête.

M. d'Auzac : M. Pierre Michel me signale que les américains utilisent le PRI comme test et qu'il y a des claims sur des PRI de fonds de tasses. On n'a pas beaucoup parlé de ce problème cette fois mais nous l'évoquerons l'année prochaine car c'est une étude qui démarre.

M. de Livonnière : En France nous allons attaquer le problème sur un plan théorique avec un thésard thaïlandais qui va travailler sur la variabilité du PRI dans le laboratoire du Pr Vairon et avec le support de l'IFOCA.

M Doat : Je souhaiterai que l'on étudie aussi les différences qu'il y a entre la viscosité Mooney et la viscosité Brookfield car un fabricant d'adhésifs utilisant du caoutchouc en solution a remarqué que selon la provenance et selon la période de l'année il n'obtenait pas du tout la même viscosité de la dissolution.

M Rémy : Y aura-t'il un standard des caoutchoucs africains ? Le 10 d'Afrique se vendra-t'il partout au prix du 10 du Nigéria? Est-ce que c'est l'IRCA qui délivre des certificats d'analyse à l'exportation? Autant il est souhaitable que l'institut garantisse les analyses faites par tel laboratoire, autant ce n'est pas à l'institut à délivrer un certificat d'exportation pour le lot x ou y vendu par telle usine.

M Banchi : Un standard africain vous permettrait-il de mieux vendre votre caoutchouc?

M Rémy : Sûrement pas!

M Banchi : Donc nous considérons que c'est une aberration de créer un standard africain alors qu'il existe un standard international.

M De Livonnière : Il y a nécessité d'avoir un laboratoire central relié à un réseau international pour assurer une garantie au niveau du respect de la norme ISO.

M Rémy : Je ne pense pas qu'il faille une mainmise de l'institut sur le contrôle de la production de toutes les usines d'un pays. Après on crée un service central d'analyses du caoutchouc et on finit par un organisme de commercialisation.

Le bulletin d'analyse qui accompagne un lot de caoutchouc doit être sous la responsabilité de l'usine et non sous le timbre d'un institut. Les producteurs sont responsables de leur travail.



CAOUTCHOUC LIQUIDE EPOXYDE. QUELLES UTILISATIONS ?

H. de Livonnière

A l'occasion de la réunion C.S.T.C. du 9 mars 1988, nous avons fait le point sur l'avancement du deuxième contrat UNIDO "Développement des applications du LNR". Partenaires : IRCA-CI, IRAP, MRPRA, chercheurs associés au contrat cadre IRRDB - Université du Maine. Un des chapitres importants concernait la mise au point d'un caoutchouc liquide modifié par époxydation, premier pas vers l'obtention d'un produit destiné à des applications à haute valeur ajoutée. Le process utilisé pour obtenir en phase latex cette modification a déjà été décrit schématiquement dans le procès-verbal du précédent C.S.T.C. (P.17 et 18) c'est-à-dire création d'un cycle époxy sur la double liaison par action d'un peracide (fomique) en présence d'eau oxygénée à pH 2 :

- soit par dépolymérisation à pH basique inversion du latex, époxydation, thermocoagulation du latex final;
- soit par dépolymérisation de latex positif, époxydation au même pH coagulation à pH neutre.

La première séquence de fabrication a été le plus souvent utilisée et au cours de l'année écoulée on a cherché à produire des qualités de caoutchouc liquide époxydé coulable en partant de LNR de masse inférieure à 10000 et époxydé suivant les circonstances à 10%, 30% et 50% de doubles liaisons modifiées. Produit rouge à brun, hautement visqueux à température ordinaire, coulable à 80°C.

Applications du ELNR

Le tableau 11 donne la liste des applications potentielles du ELNR détectées à la suite d'une étude bibliographique et de certains contacts avec des industriels. L'intérêt technique de ce produit repose sur la présence du cycle époxy sur la chaîne polyisoprène conduisant à :

- rendre ce polymère plus compatible avec certains caoutchoucs de synthèse : NBR, halogénobutyl, polychloroprène, et certaines résines époxy en particulier,
- une imperméabilité aux gaz accrue
- une meilleure résistance aux huiles,
- un meilleur accrochage sur certaines fibres utilisées dans l'industrie du caoutchouc,
- accroître sensiblement les propriétés adhésives du LNR,
- une activation vis-à-vis des systèmes et accélération classique et la possibilité d'utiliser des systèmes de réticulation originaux.

Tableau 11

ÉPOXYDATION DU LNR APPLICATIONS
--

SECTEUR CAOUTCHOUC :

- PLASTIFIANT REACTIF
- MASTICS AUTOVULCANISANTS IMPERMEABLES A L'AIR
- ADHERISATION ELASTOMERE TISSUS
ELASTOMERE METAL

SECTEUR ADHESIF REVETEMENTS :

- ADJUVANT EN FORMULATION POUR ADHESIFS STRUCTURAUX
- REVETEMENT ANTICORROSION
- ADJUVANT DANS LES PEINTURES

Parmi d'autres, deux domaines d'application ont été explorés au cours de l'année, utilisation comme plastifiant réactif et comme adhésif.

ELNR plastifiant réactif

Vous avez sur la figure 39 la formule de mélange à base de caoutchouc naturel utilisé et sur la figure 40 les écarts obtenus entre la formule contenant une huile plastifiante classique et les formules contenant du ELNR à deux niveaux d'époxydation 10% et 25% . Il faut souligner l'accroissement notable du module et de la résistance au déchirement indiquant une participation effective du ELNR à la vulcanisation. Lors de leur mise en oeuvre, les mélanges contenant du ELNR sont plus grillants et les vulcanisats obtenus sont moins résilients.

La figure 41 et le tableau 12 indiquent les formules à base de NBR et les écarts obtenus avec des teneurs croissantes de ELNR modifié à 50% d'époxydation. Le résultat le plus remarquable est la très forte augmentation du module.

Des essais d'orientation ont été faits avec le ELNR comme agent d'adhésion sur fibre. Peu convaincants aujourd'hui, ils nécessiteront un approfondissement au niveau de la formulation.

Utilisation du ELNR comme adhésif

Un secteur important et en pleine expansion du marché des adhésifs concerne le collage acier/acier destiné à remplacer dans l'industrie automobile certaines soudures coûteuses à

Tableau 12

ELNR EN MÉLANGE NBR

Propriétés Dynamiques	TÉ MOIN	ELNR 50 % pcc		
		3	5	10
		écarts %		
MOD. 300 % MPA	7,4	+ 43	+ 44	+ 42
R/R MPA	19,6	+ 3	+ 5	- 4
ALL ^t R. %	670	- 19	- 16	- 19
DURETÉ IRHD	65	+ 7	+ 7	+ 7
DÉCH ^t da N/cm	48	- 1	+ 4	- 3

Figure 39

ELNR EN MÉLANGE NR

SMR 10	100	100	100
HUILE	15	5	5
ELNR 10 %		10	
ELNR 25 %			10
NOIR de C. N 220	50	—————→	
ZnO	5	—————→	
Ac. STÉAR.	3	—————→	
ANTIOX.	2	—————→	
S	1,5	—————→	
MBS	1,5	—————→	

Figure 40

ELNR EN MÉLANGE NR

Propriétés Dynamiques	TÉMOIN	E L'NR	
		10% écarts	25% %
MOD. 300 % MPA	8,9	+ 15,7	+ 24,7
RR MPA	27,1	+ 4	0
ALL ^t R %	62,7	0	- 7
DURETÉ IRHD	61	+ 3	+ 8
DÉCHIR ^t N/mm			
PANT.	20	+ 12	+ 17
CROISSANT	100	+ 28	+ 28

Figure 41

ELNR EN MÉLANGE NBR

BT 205	100	100	100	100
RÉSINE	5	-	-	-
ELNR 50 %	-	3	5	10
NOIR HAF	10	—————→		
NOIR SRF	30	—————→		
SILICE	20	—————→		
ZnO	5	—————→		
Ac. STÉAR.	1	—————→		
DBP	15	—————→		
MBTS	2	—————→		
S	1,8	—————→		

mettre en oeuvre. C'est pourquoi ont été étudiés divers systèmes de réticulation à base d'amine ou d'anhydride d'acide. Des essais d'orientation sont résumés sur le tableau 13.

Tableau 13

PROPRIÉTÉS - ADHÉSIVES DU ELNR

Collage acier /acier

ELNR BASE ADHESIVE R.C. = 100 daN/cm²

DURCISSEUR = POLYAMINE ALIPHATIQUE

TAUX D'ÉPOXYDATION 50 % _

ELNR ASSOUPLEISSANT POUR RÉSINE ÉPOXY

RÉSULTATS EN R.C. ÉQUIVALENT AUX PRODUITS
COMMERCIAUX _

TAUX D'ÉPOXYDATION 50% et 30%

Utilisé seul comme base adhésive et simplement réticulé par une polyamine aliphatique, le ELNR à 50% d'époxydation permet d'obtenir un joint entre deux éprouvettes d'acier dont la résistance au cisaillement R.C. atteint déjà 100 da N/cm² soit 50% de la valeur obtenue avec une résine commerciale convenablement formulée. Ce résultat encourageant doit être amélioré en utilisant d'autres agents de réticulation.

Comme agent assouplissant pour résine époxy, les résultats en résistance au cisaillement sont équivalents aux produits du commerce pour ELNR à taux d'époxydation de 50% ou de 30% , CTBN (Carboxyl Terminated Polybutadiene Acrylonitrile) en particulier.

Après avoir été complétés, ces résultats seront présentés à des fabricants d'adhésifs structuraux pour développement suivant leur propre procédure de mise en oeuvre.

Des essais d'adhésion caoutchouc naturel élastomère de synthèse au moyen de dissolutions de ELNR à divers taux d'époxydation ont donné les résultats suivants (tableau 14):

Tableau 14	COMPOSITION	RESISTANCE A
		L' ARRACHEMENT
		N/MM
	NR/NBR TÉMOIN	0,5
	NR/NBR + ELNR 10 %	1,2
	NR/NBR + ELNR 25 %	1,0
	NR/NBR + ELNR 50 %	1,4
	NR/CR + TÉMOIN	1,4
	NR/CR + ELNR 10 %	1,3
	NR/CR + ELNR 25 %	1,5
	NR/CR + ELNR 50 %	7,3

Ces essais montrent l'intérêt que peut présenter le caoutchouc liquide époxydé pour la préparation de mélange de liaison en dissolution entrant dans la fabrication d'articles composites tels que tuyaux ou courroies:

En conclusion

La modification chimique du caoutchouc naturel liquide par époxydation offre des perspectives intéressantes comme plastifiant réactif dans le caoutchouc naturel et très prometteuses dans le domaine des adhésifs. D'autres domaines sont en cours d'exploration : latex pour adhésion de fibres, peintures et revêtements, matière première pour des produits de troisième génération.

Discussion

Pr Brosse : Si on considère le caoutchouc naturel liquide comme un produit de première génération; le caoutchouc époxydé est la 2^o génération et ce qui nous intéresse, nous chimistes, ce sont les produits de troisième génération : par ouverture du cycle époxyde on peut fixer des composés donnant des produits à forte valeur ajoutée, par exemple des molécules à effet différé comme les fongicides (fixer un fongicide sur une macromolécule et en espérer une hydrolyse ultérieure et par conséquent un effet différé ou en microencapsulage pour provoquer une rémanence au niveau des sols). Les molécules de stimulation sont une autre possibilité : on pourrait fixer l'éthrel par une liaison covalente sur des molécules de polyisoprène liquide époxydé, l'éthrel serait relargué dans le temps par hydrolyse.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS PRINCIPALES DE LA 14E REUNION DU C.S.T.C.

Pr. J. d'Auzac

A l'occasion d'un Symposium IRRDB sur l'Amélioration et l'exploitation de l'hévéa il est apparu que l'IRCA menait effectivement depuis près de 15 ans une politique de sélection qui se comparait très favorablement à celle des autres instituts notamment en ce qui concerne une utilisation rationnelle des nouveaux génotypes issus du Germplasm.

Toutefois, il a été montré clairement que l'amélioration menée en Côte d'Ivoire ne pouvait sélectionner que des clones performants dans les conditions éco-climatiques de ce pays ou dans des conditions voisines. Il est apparu tout à fait utile de mettre en place un réseau interafricain afin de tester dans les pays hévéicoles africains les nouveaux clones IRCA, comparativement aux clones d'Extrême-Orient anciens ou nouveaux. Ceci implique le développement d'une collaboration, déjà en route, avec les sociétés de plantation pour la création de champs de clones à petite et grande échelle. On peut espérer que la nouvelle association des planteurs africains d'hévéa (ACNA) facilite une telle mise en place.

La culture *in vitro* de l'hévéa est en constant développement à l'IRCA tant dans le domaine du microbouturage de l'hévéa (Société de Microbouturage de l'Hévéa : SMH) que dans celui de l'embryogenèse somatique grâce à des thésards travaillant à l'IRCA ou dans des universités. Dans ce dernier domaine des obstacles majeurs ont été levés et la recherche progresse favorablement.

Des clones à croissance rapide, tel le PB 235 à potentiel de production élevé mais sensible au phénomène d'encoche sèche, conduisent à se poser le problème des densités optimales de plantation. Corrélativement, une courbe reliant l'Indice de Surface Foliaire (ISF) à la production et présentant un optimum, amène à se poser le même genre de question. Il est de coutume de mettre un arbre en saignée lorsque sa circonférence atteint 50 cm; ceci ne repose guère que sur des constats négatifs (ouvrir précocement ne paraît pas économiquement intéressant). La question a été posée de rechercher un critère d'ouverture de saignée plus scientifique. La mesure de l'évolution du nombre de manteaux laticifères en fonction de l'âge de l'arbre pourrait répondre à la question si l'on pouvait dégager à l'IRCA-Côte d'Ivoire le temps chercheur nécessaire.

Le problème de l'Encoche Sèche reste d'importance majeure. Après qu'un "Workshop" sur ce sujet se soit tenu en juin 89 en Malaisie sous les auspices de l'IRRDB, une réunion thématique du C.S.T.C. visera à faire le point et à définir les idées et les moyens d'un développement de la recherche IRCA en ce domaine qui soulève un vif intérêt de la part des planteurs.

Les progrès de la recherche dans l'emploi des techniques de la socio-économie ont conduit à envisager une implication de l'IRCA dans ce domaine.

Dans la lutte contre le Fomès, l'attention a été attirée sur la possibilité d'une infection et d'une transmission de la maladie par les racines latérales; il s'ensuit la nécessité d'une éradication de ces racines latérales chez les arbres affectés. Dans la lutte chimique contre ce pathogène la Calixine reste efficace en Côte d'Ivoire bien que l'on puisse penser qu'elle ne le soit pas dans d'autres conditions écoclimatiques (lessivage, fixation ou accoutumance ?). D'autres molécules de la famille des triazoles, (inhibiteurs de la synthèse des ergostérols fongiques), tels le cyproconazol (Alto), l'hexaconazole (Anvil), le Triadimefon (Bayfidan) et le diniconazole (Sumi B) pourraient être nettement plus efficaces que la Calixine mais plus onéreux. On vise dans ce domaine à une rémanence garantissant une protection de 6 mois. Des encapsulages ou des fixations chimiques de ces molécules sur un support ad hoc pourrait conduire à l'effet retard recherché. Il paraît souhaitable par ailleurs de définir une technique qui soit parfaitement applicable aux plantations villageoises.

Les recherches en Physiologie-Exploitation ont conduit à trois résultats majeurs :

- le Diagnostic Latex (DL) permet par l'analyse de 5 composants du latex de prévoir un an à l'avance si une parcelle clonale est sur- ou sous-exploitée;
- la Typologie Clonale conduit à classer les clones en fonction de leur activité métabolique qui peut être très intense (cas du PB 235) ou très lente (cas de l'AVROS 2037, du PR 261 ...). Cette connaissance est indispensable pour ajuster le système d'exploitation au clone;
- le Potentiel de Production, combinant l'usage de toute une gamme de fréquence de stimulation au diagnostic latex, permet de connaître, réellement, le potentiel de production maximum d'un clone.

Le DL sous sa forme micro-diagnostic latex est développé sur les plantations industrielles et les planteurs demandent que la capacité d'analyse de l'IRCA soit augmentée.

*

Il apparaît que sur le marché du caoutchouc naturel l'offre est actuellement déficitaire. Ce caoutchouc est donc actuellement en bonne position et sa consommation est passée de 30 à 33% du marché en 7-8 ans. On assiste par ailleurs à une augmentation de la consommation du naturel dans le PVD producteurs.

Une étude des propriétés technologiques des caoutchoucs en fonction de leur origine clonale et du mode d'usinage a montré que parmi les nombreux paramètres analysés, deux descripteurs suffisaient : la viscosité et la vitesse de vulcanisation. L'IRCA développe donc une étude des propriétés technologiques des différents caoutchoucs clonaux afin de compléter ainsi les fiches de clone de l'agronomie.

L'amélioration des caoutchoucs à viscosité stabilisée s'est poursuivie, d'une part en utilisant des combinaisons SHA/SHZ (sulfate d'hydroxylamine/sulfate d'hydrazine) pour remonter la viscosité Mooney, d'autre part en utilisant un ammonium quaternaire tel le CETAVLON pour augmenter la vitesse de vulcanisation.

Il a été posé aux technologues le problème d'une certaine reprise de l'humidité superficielle des balles de caoutchouc stockées dans les usines de plantation.

Après la mise au point du caoutchouc liquide dans le cadre du 1er contrat UNIDO, l'IRCA, dans un 2ème contrat, travaille sur le caoutchouc liquide époxydé qui semble avoir des débouchés prometteurs dans le domaine des plastifiants du caoutchouc naturel et des adhésifs.