

Système d'exploitation en saignée inversée du clone PB 235 d'*hevea brasiliensis* en Côte d'Ivoire

Lacina Fanlégué COULIBALY^{1,2*}, Moussa DIARRASSOUBA³, Samuel OBOUAYEBA¹, Gnahoré Chia Valentine YAPI², Séverin AKE³

¹Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche de Bimbresso, Programme Hévéa, 01 BP 1536 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Direction Régionale de Gagnoa, BP 602 Gagnoa, Côte d'Ivoire

³Université de Cocody, UFR Biosciences, Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 BP 582 Abidjan, Côte d'Ivoire

* Auteur en correspondance : laticoul@yahoo.fr

Mots clés : *Hevea brasiliensis*, clone PB 235, saignée inversée, Côte d'Ivoire

RESUME

Objectifs: Le PB 235, clone vigoureux, à forte et rapide montée en production et haut producteur de caoutchouc est caractérisé par sa susceptibilité à l'encoche sèche et à la casse due au vent. Pour mieux l'exploiter sur panneau haut, une étude a été conduite dans le sud-est de la Côte d'Ivoire, afin de déterminer le ou les systèmes d'exploitation adaptés à la saignée inversée.

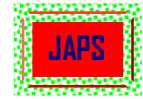
Méthodologie et résultats: Le clone PB 235 a été planté à 510 arbres par hectare (7 m x 2,80 m). L'expérimentation a débuté en 1991 avec la saignée inversée. Le dispositif est un "split-plot" randomisé comportant 7 traitements, 2 sous-traitements (la saignée inversée en continu pendant 4 ans suivie de la saignée descendante pendant 4 ans et la saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante) et 4 répétitions. Les mesures ont concerné la production de caoutchouc, la croissance en épaisseur du tronc, les paramètres physiologiques du latex et la sensibilité à l'encoche sèche.

Conclusions et application des résultats: Les systèmes d'exploitation les plus intensifs avec un régime de stimulation hormonale plus ou moins fort confirment la sensibilité du clone PB 235 à l'encoche sèche. Les systèmes d'exploitation avec saignée en d4, associant 4 stimulations hormonales annuelles (S/4U d4 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 4/y*), sont plus adaptés à la saignée inversée du clone PB 235. La saignée inversée alternée annuellement de saignée descendante est meilleure à la saignée inversée pendant 4 ans suivie de 4 autres années de saignée descendante. En saignée inversée, le clone PB 235 doit être exploité en d4 ou d3 avec un régime de stimulation n'excédant pas respectivement 6 ou 8 applications annuelles

ABSTRACT

Objectives: PB 235 is a vigorous clone, high and rapid producer of rubber but very sensitive to tapping panel dryness and breakage due to wind. A study was conducted in south-eastern Côte d'Ivoire in order to determine tapping systems more adapted to upward tapping on the high panel of this clone.

Methodology and results: The plot was planted at the density of 510 trees per hectare (7 m x 2.80 m). Experiment was started in 1991 with upward tapping. The experimental design was in randomized split plot involving 7 treatments, 2 sub treatments and 4 replications. Sub treatments included continuous upward tapping during 4 years followed by downward tapping during 4 years and upward tapping alternate annually with downward tapping.



Assessed parameters were rubber production, girth increment, physiological profile and susceptibility to panel dryness.

Conclusions and results application: The susceptibility of clone PB 235 to panel dryness was confirmed especially for strong tapping systems. Tapping at d4 frequency using 4 annuals hormonal stimulations (S/4U d4 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 4/y*) are more adapted to upward tapping of the PB 235. Upward tapping alternate annually with downward tapping is more efficient than continuous upward tapping during 4 years followed by downward tapping during 4 years. During period of upward tapping, clone PB 235 ought to be exploited at d4 or d3 frequencies with hormonal stimulations not exceeding 6 or 8 applications per year.

1 INTRODUCTION

Le clone PB 235 a longtemps intéressé le monde hévéicole à cause de ses caractéristiques agronomiques intéressantes. En effet, il se caractérise par une croissance végétative rapide (Obouayeba *et al.*, 2000) et une vigueur qui permettaient sa mise en saignée entre 4 et 4,5 ans (Cirad, 1993). En outre, son homogénéité est telle qu'il est possible de saigner tous les arbres un an après l'ouverture. Son métabolisme actif, favorisant un écoulement facile du latex, permet une productivité élevée avec un rendement atteignant déjà une tonne à l'hectare à la mise en saignée des arbres (Cirad, 1993).

Cependant, le clone PB 235 présente un certain nombre de caractères rédhitoires à sa promotion notamment sa sensibilité à l'encoche sèche et à la casse due au vent (Commère *et al.*, 1989 ; Anonyme, 1991 ; Cirad, 1993 ; Chapuset *et al.*, 2000). Les travaux de certains auteurs (Obouayeba, 2002 ; Obouayeba *et al.*, 2005) ont même montré que la mise en saignée entre 4 et 4,5 ans de ce clone est précoce et qu'elle exacerbe sa sensibilité à l'encoche sèche et à la casse due au vent. De plus, le PB 235 et tous les

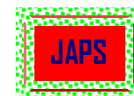
autres clones à métabolisme actif ne s'accroissent pas bien d'une exploitation intensive couplée de stimulation hormonale de la production. Ces pratiques fragilisent ce groupe de clones qui développe davantage d'encoche sèche avec parfois d'importants taux de casse lors des vents violents.

Comme le clone PB 235 est idéotype des clones à métabolisme actif, à forte croissance végétative et performant en rendement de caoutchouc, il est important d'explorer et de déterminer le ou les systèmes d'exploitation qui valorisent ses fortes potentialités agronomiques en minimisant ses caractères rédhitoires. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui a pour objectif de déterminer les systèmes d'exploitation et le mode de conduite du panneau adaptés au clone PB 235 dès la mise en saignée inversée. Il s'agira plus spécifiquement d'évaluer d'une part l'incidence de différents systèmes d'exploitation sur le clone PB 235 et de déterminer d'autre part l'influence du mode de conduite du panneau sur ce clone dès la mise en saignée inversée.

2 METHODOLOGIE

2.1 Dispositif statistique : Cette étude a été réalisée par le département des plantes à latex de l'Institut des forêts (IDEFOR/DPL) faisant partie aujourd'hui du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA). Elle a été conduite sur le clone PB 235 sur la parcelle expérimentale de la station de Bimbresso, située à Anguédédou, dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. Le dispositif statistique est un "split-plot" randomisé comportant 7 traitements, 2 sous-traitements et 4 répétitions. Les

2 sous-traitements ont été la saignée inversée en continu pendant 4 ans puis retour en saignée descendante pendant 4 ans et la saignée inversée alternant annuellement avec la saignée descendante. Le clone PB 235 a été planté en "stumps" nus greffés en juin 1977 à la densité de 510 arbres par hectare (7 m x 2,80 m). Chaque parcelle ou bloc élémentaire comporte 45 hévéas testés soit 360 (45 x 2 x 4) arbres par traitement correspondant à 2520 individus expérimentés repartis sur une surface



totale de 5,8 ha. Le choix des arbres expérimentés a été fait en tenant compte de leur état sanitaire, l'homogénéité de la circonférence, la régularité du tronc et la production non stimulée. La saignée inversée a débuté en 1991, soit la dixième année d'exploitation après l'ouverture des hévéas en novembre 1981.

2.2 Traitements : Les traitements testés sont présentés dans le Tableau I, selon la notation internationale des systèmes d'exploitation de l'hévéa (Lukman, 1983 ; Vijayakumar, 2008 ; Vijayakumar *et al.*, 2009).

2.2.1 Saignée des hévéas : La saignée des hévéas a été effectuée, tous les mois de chaque année par un seul saigneur, à l'aide d'un couteau de saignée (saignée descendante) et d'une gouge (saignée remontante). Les abréviations des différents traitements (Tableau I) se rapportant à l'opération de la saignée ont été définies comme suit :

S/2U ou S/4U : saignée en demi ou quart de spirale remontante ;

d3, d4 et d6 : saignée tous les trois, quatre et six jours ; soit deux fois par semaine, trois par quinzaine et une fois par semaine ;

6d7 : saignée avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche.

2.2.2 Stimulation hormonale des hévéas : La stimulation hormonale de la production de caoutchouc a été effectuée avec une pâte composée d'un mélange huile de palme - Ethrel à doses déterminées. La matière active de l'Ethrel est l'acide chloro-2-éthylphosphonique ou Ethephon. L'application du produit stimulant a été réalisée sur

l'encoche à l'aide d'un pinceau plat quel que soit l'orientation de la saignée.

Les abréviations des systèmes d'exploitation (Tableau I) se rapportant à la stimulation hormonale ont été définies comme suit :

ET2.5% : le mélange huile de palme - Ethrel est à 2,5 % de matière active (Ethephon) ;

Pa1(1) : application de 1 g du mélange huile de palme - Ethrel sur panneau de saignée (Panel application) suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée (Eschbach et Tonnelier, 1984) ;

n/y(m) : nombre de stimulations par an appliquées à intervalles d'un mois ;

n/y* : nombre de stimulations par an appliquées à intervalles irréguliers.

2.2.3 Description des traitements : Les différents traitements testés dans cette étude sont décrits dans le tableau II.

2.3 Paramètres mesurés

2.3.1 Production de caoutchouc : La récolte de la production de caoutchouc a été réalisée dans des sacs de polyéthylène. Le caoutchouc frais coagulé dans les conditions naturelles et appelé coagulum ou matière fraîche, a été ramassé et pesé par bloc élémentaire (MMF). Un échantillon, prélevé sur chaque traitement, a été pesé avant (MTMF : masse totale de matière fraîche) et après crêpage (MTMFC : masse totale de matière fraîche crêpée) en vue de déterminer un coefficient de transformation (CT). C'est ce coefficient CT qui a permis de déterminer la masse de matière sèche (MMS) du caoutchouc à partir de la masse de matière fraîche (MMF) produite par chaque arbre.

Tableau 1 : Systèmes d'exploitation et mode de conduite du panneau chez le clone PB 235 dès la mise en saignée inversée

Traitements	saignées/an	mode de conduite du panneau de saignée
1. S/4U d3 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 6/y*	104	continu, alternée
2. S/4U d4 6d/7 non stimulé	78	continu, alternée
3. S/4U d4 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 4/y*	78	Continu, alternée
4. S/4U d4 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 8/y(m)	78	Continu, alternée
5. S/2U d6 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 4/y*	52	continu, alternée
6. S/2U d6 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 8/y(m)	52	Continu, alternée
7. S/2U d6 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 12/y(3w)	52	Continu, alternée

Continu : saignée inversée en continu pendant 4 ans puis retour à la saignée descendante pendant 4 ans.

Alternée : saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante.

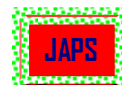
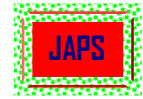


Tableau II. Description des différents systèmes d'exploitation étudiés sur le clone PB 235 dès la mise en saignée inversée

Traitements	Description
1. S/4U d3 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 6/y*	saignée en quart de spirale remontante tous les 3 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, stimulée avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 5 % d'Ethephon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée, à raison de 6 applications annuelles à intervalles irréguliers.
2. S/4U d4 6d/7 non stimulé	saignée en quart de spirale remontante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, sans stimulation hormonale.
3. S/4U d4 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 4/y*	saignée en quart de spirale remontante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, stimulée avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 5 % d'Ethephon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée, à raison de 4 applications annuelles à intervalles irréguliers.
4. S/4U d4 6d/7 . ET5.0% Pa1(1) 8/y(m)	saignée en quart de spirale remontante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, stimulée avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 5 % d'Ethephon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée, à raison de 8 applications annuelles à intervalles d'un mois.
5. S/2U d6 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 4/y*	saignée en demi-spirale remontante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, stimulée avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 5 % d'Ethephon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée, à raison de 4 applications annuelles à intervalles irréguliers.
6. S/2U d6 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 8/y(m)	saignée en demi-spirale remontante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, stimulée avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 5 % d'Ethephon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée, à raison de 8 applications annuelles à intervalles d'un mois.
7. S/2U d6 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 12/y(3w)	saignée en quart de spirale remontante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche, stimulée avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 5 % d'Ethephon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de large comprenant l'encoche de saignée, à raison de 12 applications annuelles à intervalles de trois semaines.



Le crêpage a consisté à éliminer une grande partie de l'eau contenue dans le caoutchouc frais coagulé en le faisant passer entre deux rouleaux métalliques (de l'appareil appelé crêpeuse) tournant en sens contraire. Les coagulums ont été ainsi écrasés par la crêpeuse en sortant sous la forme de feuilles plates plus faciles à sécher. Une fraction de ces coagulums crêpés a été pesée avant (MMFC : masse de matière fraîche crêpée) et après séchage (MMSC : masse de matière sèche crêpée) puis mise à l'étuve à la température de 80 °C pendant 24 h. Le coefficient de transformation a été défini par la formule suivante :

$$CT = (MMFC/MMSC) \times (MTMFC/MTMF).$$

La détermination de la masse de matière sèche (MMS) à partir de la masse de matière fraîche (MMF) a été effectuée en faisant le produit de MMF et CT :

$$MMS = CT \times MMF.$$

La production de caoutchouc sec a été exprimée en gramme par arbre par saignée (g/a/s), en gramme par arbre par an (g/a/an) et en kilogramme par hectare par an (kg/ha/an).

2.3.2 Croissance en épaisseur du tronc des hévéas : La croissance en épaisseur du tronc des hévéas a été évaluée à partir de mesures de circonférence à 1,70 m au dessus du sol, à l'aide de mètre-rubans. Les mesures ont été effectuées à la mise en place des essais puis une fois tous les ans, pendant le dernier trimestre de la période d'activité métabolique normale des hévéas (octobre, novembre ou décembre). En effet, cette période se situant juste avant le début de la défoliation naturelle (janvier à février), coïncide avec une très faible croissance des hévéas.

2.3.3 Relevé d'encoche sèche : Il a été réalisé en début et fin d'expérimentation puis, une fois par an au mois de novembre. Le relevé a été effectué par estimation visuelle de la longueur de l'encoche de saignée improductive et décompte des hévéas improductifs sous l'effet des traitements, afin de déterminer les pourcentages de longueur d'encoche malade (LEM) et d'arbres totalement secs. En effet, l'observateur suit le saigneur et attribue à chaque hévéa saigné une note comprise entre "0" et "6" en fonction de l'importance de la longueur de l'encoche improductive. Ces notes sont définies comme suit :

"0" traduit un écoulement normal du latex sur toute la longueur de l'encoche de saignée qui est dite saine.

"1" signifie que 1 à 20 % de la longueur de l'encoche de saignée est sèche ;
 "2" signifie que 21 à 40 % de la longueur de l'encoche de saignée est sèche ;
 "3" signifie que 41 à 60 % de la longueur de l'encoche de saignée est sèche ;
 "4" signifie que 61 à 80 % de la longueur de l'encoche de saignée est sèche ;
 "5" signifie que 81 à 100 % de la longueur de l'encoche de saignée est sèche ;
 "6" traduit que l'arbre est saigné, mais ne produit pas de latex et que la saignée sera par conséquent arrêtée.

Les arbres tombés, cassés ou atteints de maladies foliaires ne sont pas pris en compte. Le pourcentage de longueur totale d'encoche malade (LTEM) pour chaque traitement a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$LTEM (\%) = (0,1 n_1 + 0,3 n_2 + 0,5 n_3 + 0,7 n_4 + 0,9 n_5 + n_6 + ES) \times N^{-1}$$

N : nombre total d'hévéas expérimentés ;

n_i : nombre d'arbres par classe d'encoche sèche ;

ES : nombre d'arbres dont la saignée a été arrêtée pour encoche sèche totale.

Le taux d'arbres totalement secs a été déterminé à l'aide de la formule suivante :

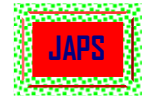
$$\text{arbres secs } (\%) = (n_6 + ES) \times N^{-1}.$$

2.3.4 Dosage des paramètres physiologiques du latex : Les paramètres physiologiques les plus importants, du latex du fait de leur implication dans les mécanismes liés à la production de caoutchouc, ont été analysés une fois par an, au mois de novembre. Il s'agit du taux d'extrait sec et des teneurs en saccharose, en phosphore inorganique et en groupements thiols du latex. Du latex prélevé par piqûre sous l'encoche de saignée (saignée descendante) ou au dessus de celle-ci (saignée inversée), selon la méthode du "micro diagnostic latex" (MDL), a permis de déterminer les quantités des paramètres physiologiques (Jacob *et al.*, 1988 ; Prévôt *et al.*, 1988).

Le taux d'extrait sec a été déterminé à partir d'un échantillon de 1 ml de latex des hévéas de chaque traitement. Ce latex a été pesé dans des piluliers en verre avant et après mise à l'étuve à 80 °C pendant 24 h. Le taux d'extrait sec (ExS) exprimé en pourcentage, est défini par la formule suivante :

$$ExS (\%) = (\text{Masse du latex sec} / \text{Masse du latex frais}) \times 100$$

Par ailleurs, un échantillon de 1 ml de latex a été mélangé à 9 ml d'acide trichloroacétique (TCA) à 2,5 % dans des piluliers en verre. L'acide



trichloroacétique a entraîné la coagulation du latex dont le contenu en sérum a été "exprimé" à l'aide de pinces métalliques. Le latex (caoutchouc) coagulé a été séparé du TCA et la solution obtenue a été filtrée sur du coton afin d'éliminer les impuretés, notamment des particules de caoutchouc restant en suspension. Le filtrat obtenu appelé "sérum trichloroacétique" a servi aux dosages du saccharose, du phosphore inorganique et des groupements thiols du latex.

2.3.4.1 Dosage du saccharose du latex : Le saccharose du latex a été dosé par la méthode à l'Anthrone mise au point par Ashwell en 1957. En présence d'acide sulfurique concentré les hexoses se déshydratent pour former un furfural qui réagit avec l'Anthrone en donnant une coloration bleu-vert dont l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 627$ nm.

A l'aide de tubes à essais en verre, un volume de 50 μ l du sérum TCA des traitements a été ajouté respectivement à 450 μ l de TCA à 2,5 % contre 0,5 ml de TCA 2,5 % pour le témoin. Trois (3) ml de réactif à l'Anthrone ont été introduits dans l'ensemble des tubes. Les solutions ont été homogénéisées puis chauffées au bain-marie pendant 5 min à la température de 37 °C. Après refroidissement, les densités optiques (DO) ont été lues au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 627$ nm.

Le fructose qui est l'un des constituants du saccharose (saccharose = glucose + fructose), se déshydrate facilement. Quant au second constituant, le glucose, sa réaction nécessite un chauffage. On peut donc doser séparément le fructose (sans chauffage) ou l'ensemble des hexoses (fructose et glucose) si l'on procède au chauffage des solutions. La teneur en saccharose du latex a été déterminée ensuite, puis exprimée en millimoles par litre de latex (mM) à partir du dosage des solutions de la gamme étalon.

2.3.4.2 Dosage du phosphore inorganique du latex : Le phosphore inorganique du latex a été dosé par la méthode au molybdate d'ammonium

mise au point par Taussky et Shorr en 1953. Le phosphore forme un complexe avec le molybdate et le vanadate donnant une coloration jaune dont l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 410$ nm.

Dans des tubes à essais en verre, un volume de 0,5 ml de sérum TCA des traitements contre 0,5 ml d'eau distillée pour le témoin, a été ajouté à 1 ml de TCA à 2,5 %. Trois (3) ml de réactif du phosphore ont ensuite été introduits dans l'ensemble des tubes. Les solutions ont été homogénéisées puis les densités optiques (DO) lues au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 410$ nm. La teneur en Pi du latex a été déterminée ensuite, puis exprimée en millimoles par litre de latex (mM) à partir du dosage des solutions de la gamme étalon.

2.3.4.3 Dosage des groupements thiols du latex : Les groupements thiols du latex ont été dosés par la méthode de Boyne et Ellman (1972) utilisant l'acide dinitro-2,2'-dithio-5,5'-dibenzoïque (DTNB). En effet, les groupements thiols (R-SH) réagissent avec le DTNB pour donner l'acide nitro-2-thio-5-benzoïque (TNB) dont l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 410$ nm (réaction de Ellman).

Dans des tubes à essais en verre, un volume de 1,5 ml de sérum TCA des traitements contre 1,5 ml de TCA à 2,5 % pour le témoin, a été ajouté à 1 ml de TCA à 2,5 %. Cinquante (50) μ l de DTNB ont ensuite été introduits dans l'ensemble des tubes. Les solutions ont été homogénéisées puis les densités optiques (DO) lues au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 410$ nm. La teneur en groupements thiols du latex a été déterminée ensuite, puis exprimée en millimoles par litre de latex (mM) à partir du dosage des solutions de la gamme étalon.

2.4 Analyse statistique : Les données de production de caoutchouc, de croissance végétative radiale, du profil physiologique, de longueur d'encoche malade et d'arbres secs ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du logiciel XLSTAT-Pro 7.5.3. Le classement des moyennes a été réalisé selon le test de Duncan au seuil de 5 %.

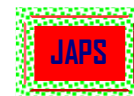
3 RESULTATS

3.1 Effets de différents systèmes d'exploitation sur le clone PB 235 dès la mise en saignée inversée

3.1.1 Production de caoutchouc sec : Les moyennes de production de caoutchouc exprimées en gramme par arbre par saignée (g/a/s), en

gramme par arbre par an (g/a/an) et en kilogramme par hectare par an (kg/ha/an) sont présentées dans le tableau III.

La plus faible moyenne de production de caoutchouc exprimée en g/a/s a été obtenue avec le traitement 1 dont les hévéas sont saignés deux fois



par semaine (d3). La production de caoutchouc de ce traitement est statistiquement identique à celle du témoin non stimulé, mais elle est significativement inférieure à celles des autres traitements saignés trois fois par quinzaine (d4) ou une fois par semaine (d6). La production de caoutchouc de la saignée en d6 est significativement supérieure à celle de la fréquence d4. Néanmoins, pour une même fréquence de saignée (d4 ou d6), les traitements sont équivalents et ne diffèrent donc pas significativement les uns des autres. Il apparaît ainsi que la production de caoutchouc exprimée en g/a/s a tendance à diminuer avec l'intensification de la saignée (Tableau III).

Concernant les productions de caoutchouc exprimées en g/a/an et en kg/ha/an (Tableau III), seul, le traitement 1 (d3) est relativement plus productif que le témoin non stimulé. En effet, ce traitement a permis d'obtenir les productions les plus élevées qui atteignent 4888 g/a/an et 1955

kg/ha/an (soit un gain de 19 % par rapport au témoin non stimulé). Les productions des autres systèmes d'exploitation, comprises entre 1716 et 1853 kg/ha/an, sont toutes statistiquement identiques et sont relativement supérieures à celle du témoin non stimulé (1637 kg/ha/an). Les hévéas saignés en d4 stimulés 4 ou 8 fois par an, ont des productions identiques et relativement supérieures à celles de leur homologue non stimulé. En effet, le gain de production exprimé par la fréquence d4 ayant reçu la stimulation hormonale, atteint 13 % par rapport au témoin non stimulé. Les traitements saignés une seule fois par semaine (d6) ont des productions relativement inférieures (non significatives) à celles des systèmes d'exploitation en d4 et d3. Il ressort que les productions de caoutchouc exprimées en g/a/an et kg/ha/an ont tendance à croître avec l'importance de la fréquence de saignée (Tableau III).

Tableau III. Production moyenne de caoutchouc sec des hévéas de différents systèmes d'exploitation du clone PB 235 durant 6 années depuis la mise en saignée inversée

Traitements	Production de caoutchouc sec											
	g/a/s		% (2)		g/a/an		% (2)		kg/ha/an		% (2)	
1. S/4U d3 . ET5.0% 6/y*	47	c	90	4 888	a	119	1 955	a	119			
2. S/4U d4 non stimulé	52	bc	100	4 092	b	100	1 637	b	100			
3. S/4U d4 . ET5.0% 4/y*	60	b	113	4 643	ab	113	1 857	ab	113			
4. S/4U d4 . ET5.0% 8/y(m)	59	b	113	4 632	ab	113	1 853	ab	113			
5. S/2U d6 . ET2.5% 4/y*	87	a	166	4 540	ab	111	1 816	ab	111			
6. S/2U d6 . ET2.5% 8/y(m)	83	a	157	4 290	b	105	1 716	b	105			
7. S/2U d6 . ET2.5% 12/y(3w)	85	a	162	4 428	ab	108	1 771	ab	108			

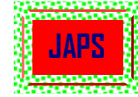
Dans une même colonne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (Duncan, 5 %).

3.1.2 Croissance en épaisseur du tronc : Seuls, les traitements 1 et 6 diffèrent significativement l'un de l'autre au regard des taux moyens d'accroissement de circonférence des hévéas (Tableau IV). En effet, le taux d'accroissement relativement le plus faible (12 cm) induit par le traitement 1 correspond à la plus forte moyenne de production de caoutchouc significativement supérieure à celle du témoin non stimulé (Tableau IV). Au contraire, le traitement 6 et dans une moindre mesure le témoin non stimulé ont induit les accroissements les plus élevés correspondant à des faibles niveaux de production par rapport aux autres traitements.

3.1.3 Paramètres physiologiques du latex :

Les taux moyens d'extrait sec du latex sont très élevés (> 50 mM) au début et à la fin de l'expérimentation indépendamment des différents traitements (Tableau V). Ils sont relativement plus élevés au terme de l'expérimentation et sont tous statistiquement identiques.

Les teneurs moyennes en saccharose du latex sont basses à très basses au début (3,7 - 5,4 mM) et basses à moyennes (5,4 - 6,7 mM) à la fin de l'expérimentation, sauf celle du témoin non stimulé (Tableau V). La teneur de ce dernier est très élevée (14 mM) et élevée (11,1 mM) respectivement au début et au terme de l'expérimentation. Excepté le



témoin, les teneurs des traitements sont toutes du même ordre de grandeur au terme de l'expérimentation.

Les teneurs moyennes en phosphore inorganique (Pi) du latex sont moyennes à très élevées (16,7 à 26,2 mM) au début de l'expérimentation (Tableau V). Elles ont relativement diminué au terme de

l'expérimentation mais sont d'un niveau moyen (17,7 à 19,1 mM) tandis que celle du témoin non stimulé est également d'un niveau moyen mais a connu une augmentation. La baisse des teneurs moyennes en Pi des saignées en d3 et d6 est plus importante que celle de la saignée en d4 avec stimulation.

Tableau IV. Accroissements moyens en épaisseur du tronc des hévéas de différents systèmes d'exploitation du clone PB 235 durant 6 années depuis la mise en saignée inversée

Traitements	Accroissement radiale du tronc à 1,70 m (cm)		% (2)
1. S/4U d3 . ET5.0% 6/y*	12,0	b	83
2. S/4U d4 non stimulé	14,6	ab	100
3. S/4U d4 . ET5.0% 4/y*	13,8	ab	95
4. S/4U d4 . ET5.0% 8/y(m)	14,4	ab	99
5. S/2U d6 . ET2.5% 4/y*	14,3	ab	98
6. S/2U d6 . ET2.5% 8/y(m)	15,9	a	109
7. S/2U d6 . ET2.5% 12/y(3w)	12,6	b	86

Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (Duncan, 5 %).

Les teneurs moyennes en groupements thiols (R-SH) du latex des différents traitements sont basses pour les traitements 1 et 2 (0,66 et 0,65 mM), très basses pour les autres (0,42 à 0,50 mM) à la mise en place de l'expérimentation (Tableau V). Elles sont relativement plus basses au terme de l'expérimentation et sont du même ordre de grandeur quel que soit le traitement.

3.1.4 Encoche sèche : Les traitements sont tous équivalents au regard des taux d'encoche malade au début de l'expérimentation (Tableau VI). Ils ont

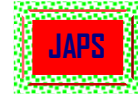
tous favorisé un accroissement des taux d'encoche malade. La saignée deux fois par semaine (d3) a induit le taux d'accroissement le plus élevé (4,2 %). Ce traitement est suivi de la saignée en d6 avec 12 stimulations annuelles (3,9 %). Les hévéas saignés à la fréquence d4, stimulés 4 fois par an ont enregistré le plus faible taux d'accroissement d'encoche malade (1,1 %) et sont les moins sensibles. Les autres systèmes d'exploitation sont intermédiaires avec des taux qui ont varié entre 2,1 % et 2,7 % (Tableau VI).



Tableau V : Valeurs des paramètres physiologiques du latex des hévéas de différents systèmes d'exploitation du clone PB 235 durant 6 années depuis la mise en saignée inversée

Traitements	Paramètres physiologiques							
	ExS (%)		Sac (mM)		Pi (mM)		R-SH (mM)	
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
1. S/4U d3 . ET5.0% 6/y*	50,3 c	52,7 a	4,2 cd	5,6 b	26,5 a	18,6 a	0,66 a	0,42 a
2. S/4U d4 non stimulé	56,1 a	57,5 a	14,0 a	11,1 a	16,7 d	18,6 a	0,55 b	0,51 a
3. S/4U d4 . ET5.0% 4/y*	55,4 a	55,2 a	5,4 b	6,2 b	19,8 c	18,7 a	0,44 cd	0,43 a
4. S/4U d4 . ET5.0% 8/y(m)	54,1 ab	54,1 a	4,9 bc	5,4 b	21,5 c	18,3 a	0,50 bc	0,41 a
5. S/2U d6 . ET2.5% 4/y*	50,1 c	54,8 a	3,7 d	6,5 b	22,1 bc	18,8 a	0,45 cd	0,44 a
6. S/2U d6 . ET2.5% 8/y(m)	51,9 bc	54,1 a	3,8 d	5,7 b	24,5 ab	17,7 a	0,42 d	0,41 a
7. S/2U d6 . ET2.5% 12/y(m)	52,1 bc	55,7 a	4,1 cd	6,7 b	25,0 a	19,1 a	0,44 cd	0,42 a

Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (Duncan, 5 %).



3.2 Incidence du mode de conduite du panneau de saignée sur les paramètres agrophysiologiques du clone PB 235 : L'analyse des résultats du Tableau VII indique que le rendement moyen annuel de la saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante (1864 kg/ha/an) est significativement supérieur à celui de la saignée inversée en continu durant 4 ans puis retour à la saignée descendante pendant 4 ans (1738 kg/ha/an). Cependant, les accroissements moyens du tronc des hévéas sont statistiquement identiques. Concernant les paramètres physiologiques, le taux moyen d'extrait sec et la teneur moyenne en phosphore inorganique du latex de la saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante sont significativement supérieurs à ceux de la saignée inversée en continu pendant 4 ans suivie de la saignée descendante pendant 4 ans. Toutefois, les deux modes de

conduite du panneau de saignée sont équivalents eu égard aux teneurs moyennes en saccharose et en groupements thiols du latex.

La saignée inversée en continu pendant quatre ans puis retour à la saignée descendante pendant quatre ans a induit un taux d'encoche sèche significativement plus élevé que celui de la saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante. Cette différence significative entre les deux différents modes de conduite du panneau de saignée est observable à la fois au niveau des taux d'encoche malade et d'arbres totalement secs. Le schéma de conduite du panneau de saignée inversée a donc une incidence marquée sur la productivité, le taux d'extrait sec, la teneur en Pi du latex et le taux d'encoche sèche des hévéas ; et ce en faveur de la saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante (Tableau VII).

Tableau VI. Taux moyens d'encoche sèche des hévéas de différents systèmes d'exploitation du clone PB 235 durant 6 années depuis la mise en saignée inversée

Traitements	Longueur d'encoche malade (%)			
	Début		Fin	
1. S/4U d3 . ET5.0% 6/y*	14,6	a	18,8	a
2. S/4U d4 non stimulé	6,4	a	8,5	c
3. S/4U d4 . ET5.0% 4/y*	11,7	a	12,8	bc
4. S/4U d4 . ET5.0% 8/y(m)	12,8	a	15,4	ab
5. S/2U d6 . ET2.5% 4/y*	8,4	a	11,1	bc
6. S/2U d6 . ET2.5% 8/y(m)	9,7	a	12,0	bc
7. S/2U d6 . ET2.5% 12/y(m)	7,3	a	11,2	bc

Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (Duncan, 5 %).

Tableau VII. Valeurs des paramètres agrophysiologiques du latex et de l'encoche sèche des hévéas de deux différents modes de conduite du panneau chez le clone PB 235 durant 6 années d'exploitation depuis la mise en saignée inversée

Traitements	Rendements en cc. sec (kg/ha/an)	Accroissement du tronc (cm)	Paramètres physiologiques				Encoche sèche	
			ExS (%)	Sac (mM)	Pi (mM)	R-SH (mM)	LEM (%)	ArbS (%)
1. Saignée inversée en continu	1 738b	13,9a	52,2b	6,1a	17,8b	0,41a	12,9a	7,4a
2. Saignée inversée alternée	1 864a	13,9a	57,6a	7,4a	19,2a	0,46a	10,9b	5,3d

Dans une même colonne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (Duncan, 5 %).

4. DISCUSSION

4.1 Effets de différents systèmes d'exploitation sur le clone PB 235 dès la mise en saignée inversée

4.1.1 Production de caoutchouc sec : La production de caoutchouc exprimée en g/a/s des différents systèmes d'exploitation décroît avec la fréquence de saignée. Plus les saignées sont fréquentes et moins la production de caoutchouc est importante. Ce résultat confirme les travaux d'Obouayeba et Boa (1993) et ceux d'Obouayeba *et al.* (1996). En effet, ces auteurs ont établi les relations entre la fréquence de saignée et la production de caoutchouc exprimée en g/a/s. Selon eux, les productions de caoutchouc (g/a/s) élevées obtenues avec des saignées moins intenses s'expliquent par le délai plus long séparant deux saignées consécutives permettant une meilleure régénération du contenu des laticifères (Jacob *et al.*, 1990). L'absence de différences significatives entre les saignées d'une même fréquence, en dépit de la variation des fréquences de stimulation, confirme le fait que le clone PB 235 est caractérisé par un métabolisme actif et nécessite peu ou pas de stimulation (Lacrotte, 1991).

En revanche, les productions de caoutchouc en g/a/an et kg/ha/an ont tendance à croître avec l'intensification de la saignée ; c'est-à-dire plus les saignées sont rapprochées les unes des autres plus la production de caoutchouc est élevée. Ces résultats sont en accord avec les travaux d'Obouayeba et Boa (1993) sur le clone PB 235 et ceux d'Obouayeba *et al.* (1996) sur le clone PB 217. Selon ces auteurs, les systèmes à saignée intense se révèlent plus efficaces que ceux dont la saignée est moins intense et que le nombre de saignées par an serait plus important que le délai séparant deux saignées consécutives dans l'expression des capacités de production de caoutchouc du clone PB 235 (Obouayeba et Boa,

1993). La baisse relative de la production du témoin non stimulé par rapport à celle de ses homologues (saignés en d4 et stimulés) est liée à l'absence de stimulation. Car, il est connu que la stimulation hormonale permet de prolonger l'écoulement du latex et augmente ainsi la production de caoutchouc (Jacob *et al.*, 1990). Toutefois, l'absence de différences significatives entre les productions des saignées en d4 ou d6, quel que soit le nombre de stimulations annuelles (respectivement 4, 8 et 4, 8, 12), confirme l'idée selon laquelle l'intensification de la stimulation hormonale n'a aucun effet bénéfique majeur sur la production de caoutchouc du clone PB 235 (Lacrotte, 1991).

4.1.2 Croissance en épaisseur du tronc : Les taux d'accroissement de circonférence des hévéas sont très peu différents indiquant une incidence peu importante de la production de caoutchouc sur la croissance en épaisseur du tronc des arbres (Obouayeba *et al.*, 1996). Le taux relativement plus faible est obtenu avec la saignée deux fois par semaine (traitement 1) coïncidant avec une production de caoutchouc significativement supérieure à celle du témoin non stimulé. Ce résultat traduit un meilleur comportement de ce système d'exploitation qui, en dépit de son haut rendement en caoutchouc, a une croissance végétative radiale identique à celle des autres. Le traitement 6 et le témoin non stimulé ont induit des accroissements de circonférence relativement plus élevés correspondant à des niveaux de production relativement plus faibles par rapport aux autres traitements. En effet, la production de latex est sans cesse en compétition, en ce qui concerne les photoassimilats, avec l'élaboration de la biomasse primaire que constitue l'arbre dans son ensemble. Ce phénomène de compétition et de répartition des assimilats a été évoqué par

Sethuraj (1981), et étudié par Gohet *et al.* (1996). Il apparaît ainsi que plus la production de latex est importante, plus la croissance de l'hévéa est réduite (Gohet *et al.*, 1996 ; Obouayeba *et al.* (1996, 2002); Obouayeba (2005)) ou négativement affectée.

4.1.3 Paramètres physiologiques du latex :

Les taux moyens d'extrait sec du latex, plus élevés à la fin de l'expérimentation qu'au début, sont le reflet d'une biosynthèse accrue du caoutchouc due à l'exploitation répétée des hévéas et une activation du métabolisme telle que évoquée par Obouayeba *et al.* (1996).

Les teneurs en saccharose plus élevées au terme de l'expérimentation, excepté celles du témoin non stimulé, indiquent une activation du métabolisme laticigène (Van de Sype 1984 ; Tupy, 1989). Cette activation générale du métabolisme est confirmée par la forte production de caoutchouc des hévéas quelles que soient les fréquences de saignée et de stimulation. Les teneurs du témoin non stimulé plus élevées au terme de l'expérimentation traduisent un métabolisme peu activé dû à l'absence de stimulation hormonale et en rapport avec sa production de caoutchouc peu importante (Obouayeba *et al.*, 1996).

Le niveau moyen des teneurs en phosphore inorganique du latex au terme de l'expérimentation, excepté celles du témoin non stimulé qui ont augmenté, indiquent une recrudescence de l'activité énergétique au sein des laticifères surtout pour les hévéas non stimulés (Jacob *et al.*, 1990). Cependant, la baisse des teneurs à la fin de l'expérimentation contrairement au témoin non stimulé, est l'expression d'un effet négatif de la stimulation hormonale chez le clone PB 235. Car, il est en effet connu que la stimulation à l'éthylène conduit à un "gaspillage énergétique" (Lacrotte, 1991).

Le faible niveau des teneurs en groupements thiols du latex au terme de l'expérimentation est l'expression d'un début d'amenuisement de la protection biologique des systèmes laticifères et de la stabilité du latex. Elles indiquent une sénescence des cellules laticifères qui se traduit par les taux élevés d'encoche malade et d'arbres totalement secs (D'auzac *et al.*, 1982 ; Chrestin, 1984).

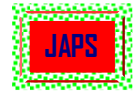
4.1.4 Encoche sèche : Les taux d'encoche malade sont élevés et témoignent de la sensibilité du clone PB 235 à l'encoche sèche (Commère *et al.*, 1989 ; Anonyme, 1991 ; Chapuset *et al.*, 2000). Le taux le plus élevé d'encoche sèche induite par

le traitement à forte fréquence de saignée (d3) est lié à l'intensification de l'exploitation. La moindre sensibilité du témoin non stimulé s'explique sans doute par l'absence de stimulation hormonale et par une fréquence de saignée modérée. La tendance générale des traitements associant la stimulation éthylénique est à l'accroissement du taux d'encoche malade en fonction de l'intensification de celle-ci. Ce qui indique que l'encoche sèche serait induite à la fois par les fortes fréquences de saignée et de stimulation. Ces résultats confirment les travaux de Obouayeba et BOA, 1993 ; Jacob *et al.*, 1994 et Dian *et al.*, 1995 montrant que les clones à métabolisme actif (rapide) ne peuvent supporter sans conséquences néfastes sur leur comportement ultérieur, une forte stimulation hormonale et/ou intensité d'exploitation.

4.2 Incidence du mode de conduite du panneau sur le clone PB 235 dès la mise en saignée inversée :

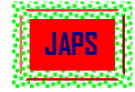
La saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante permet une augmentation significative de la production de caoutchouc, du taux d'extrait sec du latex, de la teneur en Pi du latex d'une part et la réduction significative du taux d'encoche sèche des hévéas d'autre part. Cette influence positive sur la quasi-totalité des paramètres agrophysiologiques évalués s'explique par le repos annuel du panneau favorisant la reconstitution des réserves et l'acquisition d'un nouvel équilibre physiologique conduisant à une meilleure stabilité du latex (Obouayeba et Boa, 1993).

L'étude a confirmé la sensibilité du clone PB 235 à l'encoche sèche. Les fortes fréquences de saignée, telle que la saignée deux fois par semaine, permettent une amélioration de la production de caoutchouc, mais favorisent le développement de l'encoche sèche. Les systèmes d'exploitation avec saignée en d4, associant la stimulation hormonale, sont plus adaptés à la saignée inversée du clone PB 235, du fait qu'ils permettent une production relativement meilleure en induisant des taux d'encoche sèche relativement faible. La saignée en d4 est d'autant meilleure qu'elle est associée à 4 stimulations annuelles (S/4U d4 . ET5.0% 4/y*). La saignée inversée alternée annuellement avec la saignée descendante permet un accroissement significatif de la production de caoutchouc, du taux d'extrait sec du latex, de la teneur en Pi du latex et une réduction significative du taux d'encoche sèche par rapport à la saignée remontante pendant 4 ans suivie de la saignée descendante pendant 4 ans.



REFERENCES CITEES

- Anonyme: 1991. Fiche de clone n° A 4, PB 235. Département des plantes à latex, p.6.
- Aswell G: 1957. Colorimetric analysis of sugar. *Methods Enzymol.*, 3, 73-105.
- Boyne AF. et Ellman GL: 1972. A methodology for analysis of tissue sulphhydryl components. *Anal. Biochem.*, 46, 639-653.
- Chapuset T, Gnagne M, Legnate H, Koffi E. et Clément-Demange A: 2000. Les champs des clones à Grande Echelle en Côte d'Ivoire, situation en 1999. Rapport Sea n° 01/2000-A mars 2000. Pp. 40-63.
- Chrestin H: 1984. Le compartiment vacuolysosomal (les lutoïdes) du latex d'*Hevea brasiliensis*, son rôle dans l'homéostasie et dans les processus de sénescence des cellules laticifères ; Thèse de doctorat, Montpellier : USTL, 1984, 490 pp.
- Cirad: 1993. Recueil de fiches clones. Pp. 4-12.
- Commère J, Eschbach JM. et Serres E: 1989. Tapping panel dryness in Côte d'Ivoire. Proc. Workshop on tree dryness, 26-27 June 1989, Penang, Malaysia, 83-98.
- D'Auzac J, Chrestin H, Maring B. et Lioret C: 1982. A plant vacuolar system: the lutoïds from *Hevea brasiliensis* latex. *Physiol Vég* 1982 ; 20 : 311-331.
- Dian K, Sangaré A. et Diopoh JK: 1995. Evidence for specific variation of protein pattern during tapping panel dryness condition development in *Hevea brasiliensis*. *Plant Sci.*, 105 (2): 207-216.
- Eschbach JM. et Tonnelier M: 1984. Influence de la méthode de stimulation, de la concentration du stimulant et de la fréquence de son application sur la production du clone GT 1 en Côte d'Ivoire. C. R. Coll. Expl. Physiol. Amél. Hevea, IRCA-CIRAD, ed., Montpellier, France, 295-306.
- Gohet E, Prévot JC, Eschbach JM, Clément A. et Jacob JL: 1996. Clone, croissance et stimulation, facteur de la production de latex. *Plant. Rech. Dév.* 3 (1) :30-38.
- Jacob JL, Serres E, Prévot JC, Lacrotte R, Vidal A, Eschbach JM. et D'auzac J: 1988. Mise au point du diagnostic latex chez l'hévéa. *Agritrop* 12 (12): 97-118.
- Jacob JL, Prévot JC, Eschbach JM, Lacrotte R, Serres E. et Vidal A: 1990. Latex flow, cellular regeneration and yield of *Hevea brasiliensis*. Influence of hormonal stimulation. *In: International congress of plant physiology*, New Dehli, Inde 15-20 fév. 1988. Vol. 1, Sinha S.K., Sane P.V, Bhargawa S.C et Agrawal P.K. éd., New Dehli, Inde, Society for Plant Physiology and Biochemistry, p. 426-433.
- Jacob JL, Prévot JC. et Lacrotte R: 1994. Tapping panel dryness in *Hevea brasiliensis*. *Plantations, Recherche, Développement*, 1(3): 22-24.
- Lacrotte R: 1991. Etude des relations entre la teneur en sucres du latex et la production. Approches des mécanismes du changement en saccharose des laticifères d'*Hevea brasiliensis* Müell Arg. Thèse Doctorat. Montpellier : USTL, 266 pp.
- Lukman: 1983. Revised international notation for exploitation systems. *Journ. R.R.I.M.*, 31, 130-140.
- Obouayeba S. et Boa D: 1993. Fréquence et repos annuel de saignée d'*Hevea brasiliensis*, clone PB 235, dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. *Cahiers Agricultures*, 2 : 387-393.
- Obouayeba S, Boa D. et Jacob JL: 1996. Les performances du clone d'hévéa PB 217 en Côte d'Ivoire. *Plantations, recherche, développement*, vol.3, n° 5. Pp. 346-354.
- Obouayeba S, Boa D, Gohet E, Dian K, Ouattara et Kéli ZJ: 2000. Dynamics of vegetative growth of *Hevea brasiliensis* in determining tapping norms. *Journal of Rubber Research*, 3 (1) 53-62.
- Obouayeba S, Boa D, Aké S. et Lacote R: 2002. Influence of age and girth at opening on growth and productivity of Hevea. *Indian Journal of Natural Rubber Research*, 15(1) 66-71.
- Obouayeba S: 2005. Contribution à la détermination de la maturité physiologique de l'écorce pour la mise en saignée d'*Hevea brasiliensis* Müell. Arg. (Euphorbiaceae) : Normes d'ouverture. Thèse de Doctorat, 43-48.
- Prévot JC, Jacob JL, Lacrotte R, Vidal A, Serres E, Eschbach JM. et Gigault J: 1988. Physiological parameters of *Hevea brasiliensis*. Their use in the study of laticiferous system. Typology of functioning of production mechanisms. Effect of stimulation. *In: IRRDB Rubber physiology and exploitation meeting*, Hainan, Chine, 9-12 déc. 1986. Pan Y. and Zhao C, éd., Hainan, Chine, South Academy of tropical crops, p. 136-157.



- Sethuraj MR: 1981 .Yield components in *Hevea brasiliensis*. Plant Cell Environ. 4 :81-83.
- Taussky HH. et Shorr E: 1953. A micro colorimetric method for the determination of inorganic phosphorous. Jour. Biol. Chem., 202, 675-685.
- Tupy J: 1989. Sucrose supply and utilization for latex production. Physiology of rubber tree latex. J. d'Auzac, J. L. Jacob and H. Chrestin, ed., CRC. Press Inc., Boca Raton, 179-199.
- Van De Sype H: 1984. The dry cut syndrome in *Hevea brasiliensis*, evolution, agronomical and physiological aspects. In C.R. Coll. IRRDB Physiologie Exploitation Amélioration Hevea. IRCA-CIRAD, ed., Montpellier, 227-249.
- Vijayakumar KR: 2008. Revised international notation for latex production technology. IRRDB Workshop of latex Harvesting Technologies, Sungai Buloh, Selangor, 5-8 May 2008, 20 p.
- Vijayakumar KR, Gohet E, Thomas KU, Xiaodi W, Sumarmadji, Rodrigo L, Thanh DO K, Sopchoke P, Karunaichamy K. et Said MAMD: 2009. Revised international notation for latex harvest technology. International Rubber Research and Development Board (IRRDB), 19 pp.