

SYSTEMES DE RECOLTE DU LATEX ADAPTES A LA SAIGNEE DESCENDANTE DU CLONE PB 235 D'*Hevea brasiliensis* MUELL. ARG. AU SUD-EST DE LA COTE D'IVOIRE

F. L. COULIBALY¹, F. E. SOUMAHIN², C. H. K. KONE³, S. M. TRAORE^{2,4}, S. OBOUAYEBA² et S. AKE⁴

¹Université Peleforo GON COULIBALY, UFR des Sciences Biologiques, Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétales, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire. E-mail : laticoul@yahoo.fr

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche de Bimbresso, Programme Hévéa, 01 BP 1536 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

³Université Peleforo GON COULIBALY, UFR des Sciences Biologiques, Laboratoire de Biologie Végétale, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

⁴Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 BP 582 Abidjan, Côte d'Ivoire

RESUME

Le clone PB 235 d'*Hevea brasiliensis* est un clone vigoureux et haut producteur de caoutchouc. Cependant, les systèmes utilisés jusqu'à présent, pour la récolte du latex de ce clone, n'ont pas encore permis d'éradiquer sa sensibilité à l'encoche sèche et à la casse due au vent. Une étude visant à déterminer une technique performante de récolte du latex de ce clone en saignée descendante a été menée dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. Les hévéas ont été plantés en juin 1977 à la densité de 510 arbres par hectare (7 x 2,80 m). Ils ont été mis en saignée en novembre 1981, selon un dispositif en «split-plot» randomisé comportant 7 traitements, 2 sous-traitements ; ouvertures à 1,20 et 0,75 m du sol et 4 répétitions. Les paramètres agrophysiologiques et la sensibilité des hévéas à l'encoche sèche ont été évalués. La sensibilité du clone PB 235 à l'encoche sèche est induite par l'intensification des systèmes de récolte du latex. La technique de récolte du latex avec 3 saignées par quinzaine et 4 stimulations hormonales par an (S/2 d4 6d/7. ET2.5 % Pa1(1) 4/y(3m)) a été la plus performante. L'ouverture des hévéas à 1,20 m du sol est la plus adaptée.

Mots clés : *Hevea brasiliensis*, clone PB 235, hauteur d'ouverture, saignée descendante, stimulation.

ABSTRACT

LATEX HARVESTING SYSTEMS ADAPTED TO DOWNWARD TAPPING OF CLONE PB 235 OF *Hevea brasiliensis* MUELL. ARG. IN SOUTH EAST OF CÔTE D'IVOIRE

PB 235 of *Hevea brasiliensis* is a vigorous clone and high yielder. However systems applied up to now were to harvest the latex of this clone didn't allowed eradicating its sensitivity to tapping panel dryness and fragility. An experiment was led in south east of Côte d'Ivoire in order to determine a high performance harvesting technique of this clone in downward tapping. The clone PB 235 was planted in June 1977 at the density of 510 trees per hectare (7 m x 2.80 m). Downward tapping of rubber trees was started in November 1981. Experimental design was a randomized split plot including 7 treatments, 2 sub-treatments (opening heights at 1.20 and 0.75 m above ground) and 4 replications. Rubber yield, trees circumference, latex physiological parameters and trees sensitivity to tapping panel dryness were recorded. Results showed that sensitivity of clone PB 235 to tapping panel dryness is due to intensification of latex harvesting systems. The latex harvesting technique with tapping at fourth daily frequency and 4 hormonal stimulations (S/2 d4 6d/7. ET2.5 % Pa1(1) 4/y(3m)) was the most high performance. Trees opened in downward tapping at the height of 1.20 m is the most suitable for the clone PB 235.

Key words : *Hevea brasiliensis*, clone PB 235, opening height, downward tapping, stimulation.

INTRODUCTION

Le clone PB 235 d'*Hevea brasiliensis* a longtemps intéressé le monde hévéicole à cause de ses caractéristiques agronomiques intéressantes. En effet, il se caractérise par une croissance rapide et une bonne vigueur (Obouayeba *et al.*, 2002 ; Obouayeba, 2005) si bien qu'il était mis en saignée entre 4 et 4,5 ans (Cirad, 1993). En outre, l'homogénéité du peuplement de ce clone en phase immature permet une saignée précoce de 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 une tonne à l'hectare dès la mise en saignée des arbres (Anonyme 1, 1982).

Cependant, la mise en saignée de ce clone entre 4 et 4,5 ans le rend très sensible à l'encoche sèche et à la casse due au vent survenant entre 8 et 15 ans, du fait de la surexploitation (Obouayeba *et al.*, 2002 ; Obouayeba, 2005).

Un système ou technique de récolte du latex est composé de différentes variantes au niveau de la saignée et de la stimulation hormonale. La saignée et surtout la stimulation hormonale permettent de prolonger l'écoulement du latex et d'obtenir des rendements en caoutchouc élevés (Jacob *et al.*, 1990).

Mais, lorsque la stimulation est effectuée trop fréquemment à des concentrations très élevées en matière active ; elle aboutit souvent à une perturbation de la fonction laticigène (Chrestin, 1985). Cette perturbation peut conduire à un arrêt partiel ou total de l'écoulement du latex, consécutif à un tarissement des laticifères chez des hévéas initialement sains (Chrestin, 1985). Le clone PB 235 et tous les autres clones à métabolisme actif ne s'accommodent pas d'une récolte intensive de latex couplée de la stimulation hormonale de la production de caoutchouc.

L'hypothèse de cette étude, c'est qu'il est possible de mettre au point des systèmes de récolte du latex assurant un meilleur compromis entre les différents paramètres agrophysiologiques de l'hévéa. L'objectif de ce travail est de déterminer une technique performante de récolte du latex du clone PB 235 dès l'ouverture des arbres. Il s'agira de définir l'influence de différentes techniques de récolte du latex et de la hauteur d'ouverture sur les paramètres

agrophysiologiques et la sensibilité à l'encoche sèche de ce clone dès la mise en saignée descendante.

MATERIEL ET METHODES

SITE D'ETUDE

Cette étude a été réalisée sur la parcelle expérimentale de la station de Bimbresso, située à Anguédédou, dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Selon Brou (2005), la végétation est constituée de forêt dense ombrophile. Le régime pluviométrique est bimodal, à deux saisons de pluies (avril-juin et septembre-novembre) et deux saisons sèches (décembre-mars et juillet-août), avec une moyenne annuelle se situant autour de 1 600 mm. La température moyenne mensuelle est de 25,5 °C. Le relief est relativement plat, constitué de plaines où les altitudes varient entre 0 et 100 m. Les sols sont ferrallitiques fortement désaturés et peu gravillonnaires (Brou, 2005).

MATERIEL VEGETAL

Le clone PB 235 d'*Hevea brasiliensis* est issu du croisement PB 5/51 x PB S/78 (Chapuset, 2001). Il est très homogène avec un tronc très droit et régulier (Anonyme 2, 1993). Son métabolisme actif, favorisant un écoulement facile du latex, permet une production élevée (Cirad, 1993).

METHODES

Dispositif statistique

Le dispositif statistique est un «split-plot» randomisé comportant 7 traitements, 2 sous-traitements et 4 répétitions. Le clone PB 235 a été planté en juin 1977 à la densité de 510 arbres par hectare (7 x 2,80 m). Chaque parcelle élémentaire comporte 45 hévéas testés soit 2 520 individus expérimentés 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. L'expérimentation a débuté avec l'ouverture des hévéas en novembre 1981 et s'est achevée en 1990 à la fin de la récolte du latex du panneau descendant.

Traitements

Les traitements évalués dans cette étude ont été tous décrits selon la notation internationale des systèmes de récolte du latex de l'hévéa (Vijayakumar *et al.*, 2009) (Tableau 1). Les 2 sous-traitements sont la hauteur classique d'ouverture des hévéas c'est-à-dire à 1,20 m du sol (Gohet *et al.*, 1991) et celle à 0,75 m. La saignée des hévéas a été effectuée à l'aide d'un

couteau de saignée. La stimulation hormonale de la production de caoutchouc a été effectuée à l'aide d'une pâte composée du mélange huile de palme - Ethrel (Eschbach et Tonnelier, 1984 ; Obouayeba, 1992). La matière active de l'Ethrel est l'acide chloro-2-éthylphosphonique ou Ethéphon. L'application du produit stimulant a été réalisée sur l'encoche de saignée à l'aide d'un pinceau plat.

Tableau 1 : Techniques de récolte du latex (traitements) étudiés sur les hévéas du clone PB 235 dès la mise en saignée descendante.

Techniques of latex harvesting (treatments) studied on rubber trees of clone PB 235 as soon as the starting of downward tapping.

Traitements S/2 6d/7 . ET2.5%	Nb sg/an	Haut. mise en sg (m)	Description des traitements
1. d3 Ba2(2) 2/y(4m)	104	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 3 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche. La stimulation a été faite avec 2 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 2,5 % d'Ethéphon) sur écorce grattée sur une bande de 2 cm sous l'encoche de saignée, à raison de 2 applications annuelles à intervalles de 4 mois.
2. d4 non stimulé	78	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 4 jours, sans stimulation, avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche.
3. d4 Pa1(1) 4/y*	78	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche. La stimulation a été faite avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 2,5 % d'Ethéphon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de largeur comprenant l'encoche de saignée, à raison de 4 applications par an à intervalles irréguliers.
4. d4 Pa1(1) 8/y(m)	78	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 4 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche. La stimulation a été faite avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 2,5 % d'Ethéphon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de largeur comprenant l'encoche de saignée, à raison de 8 applications par an à intervalles d'un mois.
5. d6 Pa1(1) 4/y*	52	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 6 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche. La stimulation a été faite avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 2,5 % d'Ethéphon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de largeur comprenant l'encoche de saignée, à raison de 4 applications par an à intervalles irréguliers.
6. d6 Pa1(1) 8/y(m)	52	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 6 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche. La stimulation a été faite avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 2,5 % d'Ethéphon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de largeur comprenant l'encoche de saignée, à raison de 8 applications par an à intervalles d'un mois.
7. d6 Pa1(1) 12/y(3w)	52	1,20 0,75	saignée en demi-spirale descendante tous les 6 jours avec un jour de repos dans la semaine, le dimanche. La stimulation a été faite avec 1 g du mélange huile de palme - Ethrel (à 2,5 % d'Ethéphon) sur panneau, suivant une bande de 1 cm de largeur comprenant l'encoche de saignée, à raison de 12 applications par an à intervalles de 3 semaines.

Nb sg/an : nombre de saignées par an ; Haut. mise en sg (m) : hauteur de mise en saignée ou d'ouverture exprimée en mètre.

Nb sg/an : tapping number per year; Haut. mise en sg (m) : height for starting tapping or opening height.

Paramètres déterminés

La production de caoutchouc frais a été évaluée à partir des pesées des récoltes cumulées (à l'état coagulé) en sacs de polyéthylène. Un coefficient de transformation a permis d'obtenir la masse de caoutchouc sec exprimée en gramme par arbre par saignée (g/a/s) et en kilogramme par hectare par an (kg/ha/an).

La croissance en épaisseur du tronc des hévéas a été évaluée à partir de mesures de circonférence à 1,70 m du sol, à l'aide de mètre-rubans. Ces mesures ont été effectuées à la mise en place des essais puis une fois tous les ans.

Le relevé d'encoche sèche a été réalisé, une fois par an, selon la méthode décrite par Van de

Sype (1984). Le pourcentage de longueur totale d'encoche malade (LTEM) pour chaque traitement a été déterminé à partir de la formule suivante :

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

N : nombre total d'hévéas expérimentés ; n_1 : 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 :

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

Les paramètres physiologiques les plus importants du latex ont été évalués une fois par an. Il s'agit du taux d'extrait sec (ExS) et des teneurs en saccharose (Sac), en phosphore inorganique (Pi) et en groupements thiols (R-SH) du latex. Du latex prélevé par piqûre sous l'encoche de saignée, selon la méthode du «micro diagnostic latex» (MDL), a permis de déterminer les valeurs des paramètres physiologiques (Jacob *et al.*, 1988 a ; Prévot *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, selon la formule suivante :

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

Le dosage des autres paramètres physiologiques a été réalisé à partir du sérum trichloroacétique. 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. Le filtrat obtenu appelé «sérum trichloroacétique» a servi aux dosages du saccharose, du phosphore inorganique et des groupements thiols du latex. Le saccharose du latex a été dosé par la méthode à l'antrone mise au point par Ashwell en 1957. Le phosphore inorganique du latex a été dosé par la méthode au molybdate d'ammonium mise au point par Taussky et Shorr (1953). 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).

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont toutes été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

Les données de production de caoutchouc, de croissance en épaisseur du tronc, du profil physiologique, de longueur d'encoche malade et d'arbres secs, en fonction des différentes techniques de récolte du latex testées, ont été soumises à une analyse de variance. La comparaison et le classement des moyennes ont été réalisés selon le test de Duncan au seuil de 5 %. La caractérisation des variables de l'étude des différentes techniques de récolte du latex a été faite par l'analyse en composantes principales (ACP).

RESULTATS

EVALUATION DE DIFFERENTES TECHNIQUES DE RECOLTE DU LATEX DU CLONE PB 235 DES LA MISE EN SAIGNEE DESCENDANTE

Production de caoutchouc sec

La production de caoutchouc par le clone PB 235 a significativement été influencée par les différentes techniques de récolte du latex (Tableau 2). Cette production moyenne de caoutchouc a varié de 40 à 73 g/a/s et de 1 441 à 1 790 kg/ha/an. Les hévéas du traitement témoin, saignés en d3, ont eu une production en g/a/s significativement inférieure à celles des autres fréquences de saignée. Les saignées en d4 ont également eu une production significativement inférieure à celle de la fréquence de saignée d6. Les arbres saignés à une même fréquence ont produit des quantités de caoutchouc identiques quel que soit le nombre de stimulations annuelles. Le traitement sans stimulation dont les hévéas sont saignés en d4, a induit une production de caoutchouc relativement inférieure à celles des traitements avec stimulation.

Les rendements en caoutchouc sec exprimés en kg/ha/an obtenus avec les arbres saignés en d4 et stimulés 4 (1 790 kg/ha/an) ou 8 fois (1 783 kg/ha/an) ont été identiques. Ces rendements ont été plus importants que ceux des autres traitements. Les techniques de récolte du latex dont les saignées sont réalisées en d4 avec 4 ou 8 stimulations hormonales par an, ont enregistré les rendements moyens annuels en caoutchouc les plus élevés.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des paramètres agrophysiologiques et de la sensibilité à l'encoche sèche des hévéas du clone PB 235 soumis à différentes techniques de récolte du latex durant 9 années, depuis la mise en saignée descendante.

Mean values of agronomic parameters, latex physiological parameters and sensitivity to tapping panel dryness of rubber trees of clone PB 235 submitted to different latex harvesting techniques during 9 years as soon as the starting of downward tapping.

Traitements S/2 6d/7 . ET2.5 %	Production de cc sec		Circonférence à 1,70 m (cm)	Paramètres physiologiques du latex				Encoche sèche	
	g/a/s	kg/ha/an		ExS (%)	Sac (mmol.l ⁻¹)	Pi (mmol.l ⁻¹)	Rsh (mmol.l ⁻¹)	LEM (%)	ArbS (%)
1. d3 Ba2(2) 2/y(4m)	40 c	1 673 ab	60,5 a	47,2 a	5,8 c	25,4 a	0,62 a	23,1 a	4,2 a
2. d4 non stimulé	51 b	1 591 bc	61,5 a	48,8 a	13,0 a	26,2 a	0,79 a	7,8 d	2,1 cd
3. d4 Pa1(1) 4/y*	57 b	1 790 a	60,4 a	48,3 a	10,9 ab	24,4 a	0,75 a	11,6 c	2,6 bc
4. d4 Pa1(1) 8/y(m)	57 b	1 783 a	59,7 a	47,2 a	7,8 bc	27,1 a	0,66 a	19,3 b	3,7 ab
5. d6 Pa1(1) 4/y*	74 a	1 537 bc	61,0 a	51,3 a	9,0 abc	21,3 a	0,63 a	7,1 d	1,7 cd
6. d6 Pa1(1) 8/y(m)	69 a	1 441 c	60,3 a	49,3 a	8,6 bc	23,6 a	0,63 a	9,5 cd	1,7 cd
7. d6 Pa1(1) 12/y(3w)	73 a	1 515 bc	60,1 a	49,1 a	8,0 bc	24,8 a	0,56 a	9,3 cd	0,9 d
Moyenne	60,2	1 618,4	60,5	48,7	9,0	24,7	0,7	12,5	2,4
Effet traitement	0,001 HS	0,001 HS	0,36 NS	0,82 NS	0,02 S	0,07 NS	0,08 NS	0,001 HS	0,001 HS

Traitement : 1 = témoin ; cc : caoutchouc ; g/a/s : gramme par arbre et par saignée ; kg/ha/an : kilogramme par hectare et par an ; Ba : application de la pâte stimulante sur écorce grattée ; Pa : application de la pâte stimulante sur panneau de saignée ; d3, d4 et d6 : saignées tous les 3, 4 et 6 jours. ExS (%) : taux moyen d'extrait sec du latex ; Sac (mmol.l⁻¹) : teneur moyenne en saccharose du latex ; Pi (mmol.l⁻¹) : teneur moyenne en phosphore inorganique du latex ; R-SH (mmol.l⁻¹) : teneur moyenne en groupements thiols du latex ; LEM (%) : longueur d'encoche malade. ArbS (%) : taux d'arbres totalement secs ; HS : hautement significatif ; NS : non significatif ; S : significatif. Dans une même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Duncan à 5 %).

Treatment : 1= control ; cc: rubber ; g/t/t : gram per tree and per tapping ; kg/ha/an: kilogram per hectare and per year ; Ba : bark application (application of stimulation on bark) ; Pa : panel application (application of stimulation on panel) ; d3, d4 et d6 : tapping every 3, 4 and 6 days. ExS (%) : mean rate of dry rubber content ; Sac (mmol.l⁻¹) : latex sucrose content ; Pi (mmol.l⁻¹) : latex phosphorous content ; R-SH (mmol.l⁻¹) : latex thiols content ; LEM (%) : length of dry tapping cut. ArbS : dry or unproductive trees. HS : highly significant ; NS : none significant ; S : significant.

The averages followed by the same letters in the same column are not significantly different (according to the test of Duncan at 0.05).

Croissance en épaisseur du tronc

Les différentes techniques de récolte du latex n'ont eu aucune incidence significative sur la croissance isodiamétrique du tronc des hévéas du clone PB 235 (Tableau 2). La croissance moyenne en épaisseur du tronc des hévéas, évaluée par la circonférence, a varié de 59,8 à 61,7 cm. La valeur de croissance sensiblement la plus élevée (61,7 cm) a été obtenue par le traitement sans stimulation.

Paramètres physiologiques

La teneur en groupements thiols du latex des hévéas a varié de 0,56 à 0,79 mmol.l⁻¹ en fonction des traitements (Tableau 2). Cependant, elle n'a pas significativement été influencée par les techniques de récolte du latex. La teneur en R-SH des hévéas saignés en d6, stimulés 12 fois

par an, a été faible (0,56 mmol.l⁻¹). Les teneurs des arbres des autres traitements ont été d'un niveau moyen à bon (0,62 - 0,79 mmol.l⁻¹).

Les teneurs moyennes en saccharose du latex des hévéas des traitements diffèrent les unes des autres (Tableau 2). Elles ont varié de 5,8 à 13 mmol.l⁻¹. La teneur est faible chez le témoin (5,8 mmol.l⁻¹), significativement élevée pour le traitement sans stimulation (13 mmol.l⁻¹), élevée pour le traitement 3 (10,9 mmol.l⁻¹) et moyenne pour les autres (7,8 à 9 mmol.l⁻¹). La teneur en saccharose du latex a relativement diminué avec l'intensification de la stimulation pour une même fréquence de saignée.

Les taux moyens d'extrait sec du latex des hévéas des traitements, ont varié de 47,2 à 51,3 % (Tableau 2). Ils sont tous statistiquement identiques, mais très élevés quelle que soit la technique de récolte du latex.

Les différentes techniques de récolte du latex n'ont eu aucun effet sur la teneur en phosphore inorganique du latex des hévéas (Tableau 2). Ces teneurs moyennes en Pi du latex des hévéas d'un niveau élevé à très élevé ont varié de 21,3 à 27,1 mmol.l⁻¹.

Taux d'encoche sèche

Les taux moyens d'encoche sèche des différentes techniques de récolte du latex sont distincts les uns des autres (Tableau 2). Les taux moyens de longueur d'encoche malade ont varié de 7,1 à 23,1 %. Le traitement 1, saigné en d3 et stimulé sur écorce grattée, a induit le taux le plus élevé d'encoche malade (23,1 %). La saignée en d4 stimulée 4 fois ou non et la saignée en d6 ont induit des taux de longueur d'encoche malade identiques. Ces valeurs d'encoche malade ont significativement été inférieures à celle de la saignée en d4 stimulée 8 fois (19,3 %).

Les taux d'arbres totalement secs ont varié de 0,9 à 4,2 % (Tableau 2). Le taux, le plus élevé (4,2 %) a été induit par la saignée en d3 stimulée sur écorce grattée (témoin). La saignée en d4 stimulée a induit plus d'arbres totalement secs (2,6 et 3,7 %) que la saignée en d6 (0,9 et 1,7 %).

Caractérisation des variables étudiées

Les corrélations entre les variables étudiées d'une part, et les corrélations entre celles-ci et les facteurs d'autre part, ont permis de mettre en exergue deux principaux axes (1 et 2) participant à 81,8 % de la variance totale de l'essai (Figures 1 et 2). Ces deux axes 1 et 2 représentent respectivement les facteurs 1 et 2.

La production de caoutchouc sec exprimée en g/a/s, le taux d'extrait sec, la croissance isodiamétrique du tronc et la teneur en Sac du latex sont corrélés positivement au facteur 1 qui exprime 53,26 % de la variance totale observée (Figure 1). Le rendement en caoutchouc sec (kg/ha/an), le taux d'arbres secs, la teneur en Pi et en R-SH sont corrélés négativement aux deux facteurs. La longueur d'encoche malade, la production de caoutchouc sec en g/a/s et le taux d'extrait sec du latex sont corrélés positivement aux deux facteurs (Figure 1).

Le plan factoriel a permis de séparer les techniques de récolte du latex en quatre groupes distincts (Figure 2) :

- la fréquence de saignée d3 (témoin) et la d4 stimulée 8 fois par an constituent le premier

groupe. Ces techniques de récolte du latex sont caractérisées par des rendements et des teneurs en Pi relativement importants. Cependant, elles ont induit des taux d'encoche sèche élevés.

- le traitement 3 (saignée en d4 stimulée 4 fois par an) constitue le second groupe. Il a été plus producteur de caoutchouc en termes de rendement avec une teneur en Pi élevée.

- le troisième groupe se résume également à une seule technique de récolte du latex qui est la fréquence de saignée d4 sans stimulation hormonale (traitement 2). Cette technique a été caractérisée par une croissance isodiamétrique du tronc et des teneurs en Sac et en R-SH plus élevées. Cependant, le rendement en caoutchouc a été moins important.

- le dernier groupe est composé des techniques de récolte du latex dont la fréquence de saignée est la plus faible (d6). Il s'agit des traitements 5, 6 et 7 avec respectivement 4, 8 et 12 stimulations hormonales par an. Ces techniques ont induit des productions de caoutchouc en g/a/s et des taux d'extrait sec élevés. Leurs taux d'encoche sèche ont été moins importants. Toutefois, leurs rendements sont faibles.

INCIDENCE DE LA HAUTEUR D'OUVERTURE SUR LES PARAMETRES AGROPHYSIOLOGIQUES DU CLONE PB 235 DES LA MISE EN SAIGNEE DESCENDANTE

La hauteur de mise en saignée des arbres n'a pas influé sur les rendements en caoutchouc sec, la croissance isodiamétrique du tronc et sur les paramètres physiologiques du latex des arbres (Tableau 3). Les taux d'extraits sec ont respectivement été 48,2 et 49,3 mmol.l⁻¹ pour les ouvertures à 1,20 et 0,75 m du sol. Les teneurs en saccharose du latex ont respectivement été 9,7 et 8,3 mmol.l⁻¹ pour ces ouvertures. La teneur moyenne en saccharose du latex a été élevée pour les ouvertures à 1,20 m, tandis qu'elle a été d'un niveau moyen chez les arbres ouverts à 0,75 m. La teneur moyenne en phosphore inorganique du latex a été 25 mmol.l⁻¹ pour les ouvertures à 1,20 m et 24,4 mmol.l⁻¹ pour les arbres ouverts à 0,75 m du sol. Ces teneurs en phosphore inorganique du latex sont élevées (> 20 mmol.l⁻¹) quelle que soit la hauteur de mise en saignée des hévéas. La teneur moyenne en groupements thiols du latex des arbres a été d'un niveau moyen (0,66 mmol⁻¹) quelle que soit la hauteur d'ouverture.

Les taux d'arbres totalement secs n'ont pas été affectés par la hauteur d'ouverture des hévéas (Tableau 3). Ces taux ont été de 2,8 et 2,1 % respectivement pour les mises en saignée à 1,20 et à 0,75 m du sol. Cependant, le taux de

longueur d'encoche malade a été influencé par la hauteur d'ouverture des hévéas (Tableau 3). La mise en saignée à 0,75 m du sol a significativement induit plus de longueur d'encoche malade (13,6 %) que celle à 1,20 m (11,2 %).

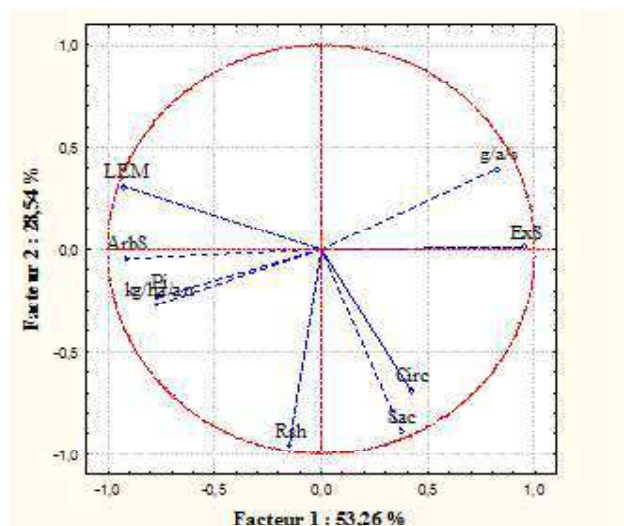


Figure 1 : Répartition des paramètres agrophysiologiques et de la sensibilité à l'encoche étudiés sur les hévéas du clone PB 235 durant 9 années, depuis la mise en saignée descendante, en fonction des corrélations respectives de ceux-ci avec les deux facteurs principaux F1 et F2.

Distribution of physiological parameters and sensitivity to tapping panel dryness studied on rubber trees of clone PB 235 during 9 years as soon as the starting of downward tapping according to their respective correlation with the both main factors F1 et F2.

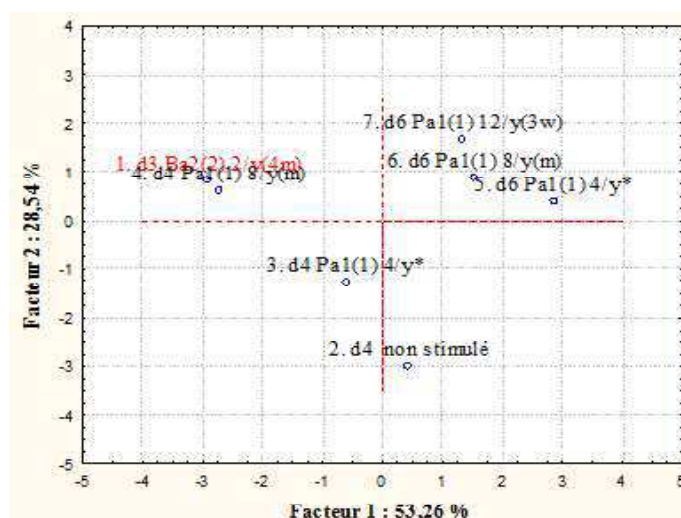


Figure 2 : Distribution des différentes techniques de récolte du latex évaluées sur les hévéas du clone PB 235 durant 9 années, depuis la mise en saignée descendante, selon les corrélations de celles-ci avec les deux facteurs principaux F1 et F2.

Distribution of latex harvesting techniques assessed on rubber trees of clone PB 235 during 9 years as soon as the starting of downward tapping according to their respective correlation with the both main factors F1 et F2.

Tableau 3 : Valeurs moyennes des paramètres agrophysiologiques du latex et de la sensibilité à l'encoche sèche des arbres du clone PB 235 soumis à deux hauteurs d'ouverture (1,20 et 0,75 m du sol) durant 9 années, depuis la mise en saignée descendante.

Mean values of agronomic parameters, latex physiological parameters and sensitivity to tapping panel dryness of rubber trees of clone PB 235 submitted to two opening height (1.20 et 0.75 m from ground) during 9 years as soon as the starting of downward tapping.

Traitements (Hauteurs d'ouverture)	Rendement en cc sec kg/ha/an	Circonférence à 1,70 m (cm)	Paramètres physiologiques du latex				Encoche sèche	
			ExS (%)	Sac (mmol.l ⁻¹)	Pi (mmol.l ⁻¹)	Rsh (mmol.l ⁻¹)	LEM (%)	ArbS (%)
1. Ouverture à 1,20 m	1 609 a	60,6 a	48,2 a	9,7 a	25,0 a	0,66 a	11,3 b	2,8 a
2. Ouverture à 0,75 m	1 628 a	60,4 a	49,3 a	8,3 a	24,4 a	0,66 a	13,7 a	2,1 a
Moyenne	1 618,4	60,5	48,7	9,0	24,7	0,7	12,5	2,4
Effet hauteur	0,67 NS	0,74 NS	0,48 NS	0,23 NS	0,55 NS	0,9 NS	0,04 S	0,05 NS

cc : caoutchouc; kg/ha/an : kilogramme par hectare et par an ; ExS (%) : taux moyen d'extrait sec ; Sac (mmol.l⁻¹) : teneur moyenne en saccharose du latex ; Pi (mmol.l⁻¹) : teneur moyenne en phosphore inorganique du latex ; R-SH (mmol.l⁻¹) : teneur moyenne en groupements thiols du latex ; LEM (%) : longueur d'encoche malade. ArbS (%) : taux d'arbres totalement secs.

Dans une même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (Duncan, 5 %).

cc : rubber ; kg/ha/an : kilogram per hectare and per year ; ExS (%) : mean rate of dry rubber content ; Sac (mmol.l⁻¹) : latex sucrose content ; Pi (mmol.l⁻¹) : latex phosphorous content ; R-SH (mmol.l⁻¹) : latex thiols content ; LEM (%) : length of dry tapping cut. ArbS : dry or unproductive trees ; HS : highly significant ; NS : none significant ; S : significant.

The averages followed by the same letters in the same column are not significantly different (according to the test of Duncan at 0.05).

DISCUSSION

La production de caoutchouc sec exprimée en g/a/s des différentes techniques de récolte du latex a diminué avec l'intensification de la saignée. Ce résultat est en conformité avec les travaux d'Obouayeba et Boa (1993) et Obouayeba *et al.* (1996). Ces auteurs ont établi les relations entre la fréquence de saignée et la production de caoutchouc exprimée en g/a/s. En effet, plus le délai séparant deux saignées consécutives est important, plus il favorise une meilleure régénération du contenu des laticifères tel que suggéré par Jacob *et al.* (1990).

Pour la production de caoutchouc en kg/ha/an, les techniques de récolte du latex à forte intensité de saignée se sont révélées plus efficaces que celles à faible intensité de saignée. Le nombre de saignées par an est donc plus important que le délai séparant deux saignées consécutives dans l'expression des capacités de production de caoutchouc du clone PB 235. 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. Le faible rendement des hévéas non stimulés est dû à l'absence de stimulation hormonale. En effet, la stimulation hormonale permet de prolonger l'écoulement du latex et augmente ainsi la production de caoutchouc (Jacob *et al.*, 1990). L'absence de différences

significatives entre les productions (g/a/s ou kg/ha/an) des saignées en d4 ou d6, quel que soit le nombre de stimulations annuelles (respectivement 4, 8 et 4, 8, 12), confirme le fait que le clone PB 235 est caractérisé par un métabolisme actif et nécessite peu de stimulations (Lacrotte, 1991). Les techniques de récolte du latex avec saignée en d4, stimulées 4 ou 8 fois par an, sont les meilleures en raison des hauts rendements qu'elles ont induits.

Au niveau de la croissance en épaisseur du tronc des arbres, une absence de différences significatives entre les valeurs des différents traitements a été enregistrée. Les techniques de récolte du latex avec saignée en d4 stimulée 4 ou 8 fois par an, ont été les plus adaptées. Car, en plus des hauts rendements en caoutchouc qu'elles ont induits, elles ont favorisé une croissance moyenne des arbres similaire à celles induites par les autres traitements.

L'interprétation des résultats des paramètres physiologiques tient compte des valeurs de référence des paramètres physiologiques définies par Jacob *et al.* (1987). Les teneurs en groupements thiols du latex ont été d'un niveau faible à moyen pour les saignées en d6 et moyen à élevé pour la d3 et la d4 (notamment celles des traitements 2 et 3). Ces valeurs des R-SH traduisent une protection biologique faible (d6) ou efficace (d3 et d4) des lutoïdes et une certaine

stabilité du latex. Ces résultats confirment les travaux de plusieurs auteurs (Chrestin, 1985 ; Jacob *et al.*, 1988 b).

Le niveau élevé de la teneur en saccharose du latex des arbres non stimulés traduit un métabolisme de production de caoutchouc très peu activé dû à l'absence de stimulation. L'augmentation des teneurs en saccharose du latex des arbres saignés en d4 stimulés quatre fois indique un approvisionnement suffisant des laticifères en glucides. Le faible niveau de la teneur en saccharose du latex des hévéas saignés en d3 stimulés sur écorce grattée, traduit un métabolisme plus activé à cause de l'intensification de la technique de récolte du latex. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Low et Gomez (1982) et ceux de Van De Sype (1984). Les taux d'extrait sec du latex ont augmenté avec la réduction de la fréquence de saignée. Ils indiquent que la biosynthèse du caoutchouc a été efficace avec la réduction de l'intensité de saignée tel que déjà rapporté par Lacrotte (1991). Les teneurs élevées voire très élevées en phosphore inorganique du latex, traduisent une disponibilité de l'énergie nécessaire à l'activation du métabolisme laticigène. Ces résultats sont en accord avec ceux des travaux d'Obouayeba et Boa (1993).

Le taux d'encoche sèche induit par la fréquence de saignée d3 a été le plus important. Ce taux élevé d'encoche malade enregistré avec ce traitement est lié d'une part, à l'intensification de la technique de récolte du latex et, d'autre part au mode de stimulation (sur écorce grattée) des arbres. Le traitement sans stimulation a induit le plus faible taux de longueur d'encoche malade probablement grâce à la fréquence de saignée modérée (moyenne) et/ou à cause de l'absence de stimulation hormonale. Des résultats similaires ont été rapportés par Jacob *et al.* (1994). Excepté la saignée en d6 avec douze stimulations, le taux d'encoche sèche augmente avec l'intensification de la stimulation hormonale pour une même fréquence de saignée. Nos résultats ont montré que la sensibilité à l'encoche sèche est liée à l'intensification des techniques de récolte du latex. Ces résultats ont confirmé les travaux de certains auteurs (Jacob *et al.*, 1994 ; Dian *et al.*, 1995).

Les taux d'arbres totalement secs induits par toutes les techniques de récolte du latex ont été élevés. Ces taux élevés ont confirmé la sensibilité du clone PB 235 à l'encoche sèche tel que déjà rapporté par Chapuset *et al.* (2000).

L'augmentation du nombre de stimulations hormonales pour les saignées en d4 a probablement favorisé l'accroissement du taux d'arbres totalement secs. Ce résultat a confirmé les travaux de plusieurs auteurs (Obouayeba et Boa, 1993 ; Dian *et al.*, 1995). Selon ces auteurs, les clones à métabolisme actif (rapide) ne peuvent pas supporter sans conséquences néfastes sur leur comportement ultérieur, une intensification des systèmes de récolte du latex. En raison du taux élevé d'encoche sèche induit par 8 stimulations annuelles ; 4 stimulations par an sont plus appropriées. Ces résultats sont en accord avec les travaux d'Obouayeba *et al.* (2006) sur quelques clones à métabolisme actif.

Pour la hauteur d'ouverture des arbres du clone PB 235, nos résultats ont montré une absence d'effet hauteur d'ouverture sur la production de caoutchouc sec et sur la croissance en épaisseur du tronc. Cependant, les travaux de Gener et Duplessix (1971) sur le clone PB 235 et de Wei *et al.* (2008) sur différentes hauteurs de saignée (0 à 7 m au dessus de l'union de greffage) des clones PR 107, PB 86, GT 1, RRIM 600 et Haiken1, ont montré que la production de caoutchouc et la croissance en épaisseur du tronc des basses ouvertures étaient plus importantes que celles des ouvertures plus élevées. Selon ces différents auteurs, l'importante production de caoutchouc induite des encoches basses s'explique par le faible indice d'obstruction des vaisseaux laticifères à ces hauteurs.

Le niveau des taux d'extrait sec du latex, des teneurs en saccharose, en phosphore inorganique du latex est élevé quelle que soit la hauteur de mise en saignée des arbres. Ce niveau traduit une biosynthèse active du caoutchouc au sein des laticifères, une activation du métabolisme laticigène due à un approvisionnement suffisant en glucides et à une bonne disponibilité de l'énergie. Ces résultats ont confirmé les travaux de Lacrotte (1991). Le niveau moyen élevé de la teneur en groupements thiols du latex indique une protection efficace des lutoïdes conduisant à une stabilité du latex au sein des laticifères. L'absence d'effet hauteur de mise en saignée entre les teneurs moyennes en groupements thiols du latex des deux traitements corrobore les travaux de Gener et Duplessix (1971).

Les taux importants de longueur d'encoche malade (LEM) induits par les deux hauteurs d'ouverture ont confirmé la sensibilité du clone

PB 235 à l'encoche sèche. Nos résultats ont montré que le taux le plus élevé de longueur d'encoche malade a été induit par la hauteur 0,75 m au dessus du sol. En effet, plus la disponibilité des éléments participant à la biosynthèse du caoutchouc est grande, moins importante est la survenue de l'encoche sèche et vice versa. Cependant, les travaux de Gener et Duplessix (1971) ont montré que chez le clone PB 235, les arbres ouverts à la hauteur 1,20 m avaient un taux de longueur d'encoche malade plus important que celui des ouvertures à 0,70 m du sol. Par contre, les taux d'arbres totalement secs n'ont pas été influencés par la hauteur d'ouverture. Des résultats similaires ont déjà été rapportés par Gener et Duplessix (1971) sur les ouvertures à 1,20 m et à 0,70 m du clone PB 235.

CONCLUSION

L'étude de différentes techniques de récolte du latex adaptées à la saignée descendante chez le clone PB 235 a permis d'optimiser la production de caoutchouc à la fréquence de saignée d4 avec une mise en saignée à 1,20 m du sol. Les systèmes de récolte du latex faisant intervenir la saignée trois fois par quinzaine avec stimulation hormonale 4 ou 8 fois par an (S/2 d4 6d/7 . ET2.5% Pa1(1) 4/y(3 m) ou S/2 d4 6d/7 . ET2. 5 % Pa1(1) 8/y(m)) sont les plus adaptés au clone PB 235. Ils présentent un meilleur compromis entre production, croissance, profil physiologique et encoche sèche. Mais, en raison du taux élevé d'encoche sèche induite par 8 stimulations annuelles ; 4 stimulations par an sont plus appropriées.

REFERENCES

- Anonyme 1. 1982. Institut de Recherches sur le Caoutchouc : Rapport du deuxième semestre, série agronomique physiologie, pp. 83 - 86.
- Anonyme 2. 1993. Recueil de fiches de clones d'Hévéa. CIRAD-Cultures pérennes, éd., Montpellier, France, 20 p.
- Aswell G. 1957. Colorimetric analysis of sugar. *Methods Enzymol.*, 3, 73 - 105.
- Boyne A. F. and G. L. Ellman. 1972. A methodology for analysis of tissue sulphhydryl components. *Anal. Biochem.*, 46, 639 - 653.
- Brou Y. T. 2005. Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches. Universités des sciences et Technologies de Lille, 213 p.
- Cirad. 1993. Recueil de fiches clones. pp. 4 - 12.
- Chapuset T., Gnagne M., Legnate H., Koffi E. et A. Clement-Demange. 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.
- Chapuset T. 2001. Description des clones étudiés à grande échelle. Mise à jour mai 2001. Rapport CNRA-HEVEA n°01/01 - A, Mai 2001, 22 - 23.
- Chrestin H. 1985. La stimulation à l'Ethrel de l'hévéa : Jusqu'où ne pas aller trop loin. *Rev. Gén Caout. Plast.*, 62, 75 - 78.
- Dian K., Sangaré A. and J. K. Diopoh. 1995. Evidence for specific variation of protein pattern during tapping panel dryness condition development in *Hevea brasiliensis*. *Plant Sci.*, 105 (2) : 207 - 216.
- Eschbach J. M. et M. Tonnelier. 1984. Influence de la méthode de stimulation de la concentration du stimulant et de la fréquence de son application sur la production du clone GT1 en Côte d'Ivoire. C. R. Coll. Expl. *Physiol. Amel. Hévéa*, IRCA-CIRAD, eds., Montpellier, France, pp. 295 - 306.
- Gener P. et C. J. Duplessix. 1971. Variations de l'indice d'obstruction en fonction de certaines conditions de saignée. Rapport de recherche IRCA, SA 1/71.
- Gohet E., Lacrotte R., Obouayeba S. et J. Commère. 1991. Recommandation de conduite du panneau de saignée de l'hévéa en Côte d'Ivoire, pour une fréquence de saignée d/4 6d/7 12m/12. In : Contribution à la détermination de la maturité physiologique de l'écorce pour la mise en saignée d'*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae) : Normes d'ouverture. Thèse de Doctorat, Université de Côte d'Ivoire, Abidjan, Obouayeba Samuel, 2005, p. 62.
- Jacob J. L., Lacrotte R., Serres E. et D. Roussel. 1987. Les paramètres physiologiques du latex d'*Hevea brasiliensis*. Le diagnostic latex, ses bases, sa mise au point. IRCA, Document interne, 41 p.
- Jacob J. L., Serres E., Prévot J. C., Lacrotte R., Vidal A., Eschbach J. M. et J. D'auzac. 1988a. Mise au point du diagnostic latex chez l'hévéa. *Agritrop* 12 (12) : 97 - 118.
- Jacob J. L., Prévot J. C., Lacrotte R., Serre E., Eschbach J. M. and A. Vidal. 1988b. Latex flow, cellular regeneration and yield of

- Hevea brasiliensis*. Influence of hormonal stimulation. International Congress Plant Physiology, New Delhi.
- Jacob J. L., Prévot J. C., Eschbach J. M., Lacrotte R., Serres E. and A. Vidal. 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 P. K. Agrawal. éd., New Dehli, Inde, Society for Plant Physiology and Biochemistry, pp. 426 - 433.
- Jacob J. L., Prévot J. C. and R. Lacrotte. 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* Muell Arg. Thèse Doctorat. Montpellier : USTL, 266 pp.
- Low F. C. and J. B. Gomez. 1982. Carbohydrate status of exploited Hevea. I. The effect of different exploitation system on the concentration of the major soluble carbohydrates in latex. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia, 30, 1 - 18.
- Obouayeba S. 1992. Estimation de la quantité de pâte stimulante appliquée sur hévéas en fonction de leur circonférence au sud-est de la Côte d'Ivoire. Agronomie africaine, V (1) : 26 - 32.
- Obouayeba S. et D. Boa. 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 J. L. Jacob. 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., Aké S. and R. Lacote. 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* Muell.Arg (Euphorbiaceae) : Normes d'ouverture. thèse de Doctorat, 43 - 48.
- Obouayeba S., Gabla O., Soumahin E. F., Boko A. M. C., Doumbia A., Koto B. et Y. M. Gnagne. 2006. Relation entre l'intensité d'exploitation et la sensibilité à l'encoche sèche de clones d'*Hevea brasiliensis*. In : Tapping Panel Dryness of Rubber Trees. Rubber Research Institute of India, pp. 45 - 54.
- Prévot J. C., Jacob J. L., Lacrotte R., Vidal A., Serres E., Eschbach J. M. and J. Gigault. 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.
- Taussky H. H. et Shorr E. 1953. A micro colorimetric method for the determination of inorganic phosphorous. Jour. Biol. Chem., 202, 675 - 685.
- 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, eds., Montpellier, 227 - 249.
- Vijayakumar K. R., Gohet E., Thomas K. U., Xiaodi W., Sumarmadji, Rodrigo L., Thanh D. O. K., Sopchoke P., Karunaichamy K. et Said M. A. M. D. 2009. Revised international notation for latex harvest technology. International Rubber Research and Development Board (IRRDB), 19 pp.
- Wei X., Xiao X., Luo S., Liu S. and M. Wu. 2008. Upward tapping in china. Latex harvesting technologies. Rubber Research Institute, Chinese academy of Tropical Science, Academy Hevea Malaysia, Malaysian Rubber Board, Sungai Buloh, Selangor. 10 pp.