

## Etude de la sensibilité des clones d'*Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) à l'encoche sèche

Koffi M. OKOMA \*, Kouadio DIAN, Désiré ALLOU & Abdourahamane SANGARE

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire Central de Biotechnologie. 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

\* Auteur pour les correspondances (E-mail: okomakoffi@yahoo.fr)

Reçu le 29-07-2005, accepté le 15-01-2009.

---

### Résumé

Chez *Hevea brasiliensis*, la production de latex est affectée par l'encoche sèche qui se manifeste par l'arrêt de l'écoulement de latex après la saignée. La sensibilité clonale à cette maladie est mal connue. La présente étude a pour objectif d'établir une classification des clones les plus plantés en Côte d'Ivoire selon leur sensibilité à l'encoche sèche, dans des conditions d'exploitation utilisant divers niveaux de stimulations à l'Ethrel. La méthode utilisée est l'analyse de variances des longueurs d'encoche malade collectées pendant cinq ans. Les résultats ont montré que les clones d'hévéa n'ont pas la même sensibilité à l'encoche sèche. Les clones IRCA41, PB 217, AF 261 et RRIM 712 sont peu sensibles ; IRCA 130, AVROS 2037, IRCA 209 et GT 1 sont moyennement sensibles ; RRIC 100, IRCA 230, et PB 254, sont sensibles ; et PB 260 et PB 235 sont très sensibles. La sensibilité clonale à l'encoche sèche suit un gradient identique à celui de l'activité métabolique des clones. Elle est corrélée positivement à la fréquence de stimulation de l'arbre à l'Ethrel. Les clones peu sensibles supportent mieux la stimulation à l'Ethrel à l'opposé des clones très sensibles. Dans une parcelle monoclonale, certains arbres seraient prédisposés à exprimer, précocement, l'encoche sèche.

**Mots clés :** *Hevea brasiliensis*, encoche sèche, sensibilité, Côte d'Ivoire

### Abstract

*Survey of Rubber tree Hevea brasiliensis (Mull. Arg.) clone's sensitivity to tapping panel dryness*

*In rubber tree, Hevea brasiliensis, latex production is affected by tapping panel dryness that appears by stopping the latex out-flow after bled. The clonal sensitivity to this disease is not well known. The objective of the present study is to establish a classification of the more planted clones in Côte d'Ivoire according to tapping panel dryness sensitivity, in operating conditions using various Ethrel stimulations levels. The method used is the analysis of variances of the panel sick lengths collected during five years. The results showed that rubber tree Hevea brasiliensis clones have not the same sensitivity to tapping panel dryness. The IRCA41, PB 217, AF 261 and RRIM 712 clones are little sensitive; IRCA 130, AVROS 2037, IRCA 209 and GT 1, are fairly sensitive ; RRIC 100, IRCA 230, and PB 254, are sensitive ; and PB 260 and PB 235, are very sensitive. The clonal sensitivity to tapping panel dryness follows a gradient identical to those of the clones' metabolic activity. It's positively correlated to the Ethrel stimulation frequency. Little sensitive clones support the Ethrel stimulation better than very sensitive clones. In a monoclonal plot, some trees would be predisposed to express tapping panel dryness precociously.*

**Keywords:** *Hevea brasiliensis*, tapping panel dryness, sensitivity, Côte d'Ivoire.

---

## 1. Introduction

*Hevea brasiliensis* est l'espèce du genre *Hevea*, qui est cultivée essentiellement pour son latex riche en caoutchouc naturel. Plus de 90% du poids sec du latex d'hévéa est constitué de caoutchouc (Compagnon, 1986). Le caoutchouc naturel est une matière première importante en industrie. Il intervient à 70% dans la fabrication des pneus en industries des pneumatiques (Cirad, 2004). Il intervient également dans la fabrication de joints et de supports antisismiques en industrie de construction, et dans la fabrication de cathéters, de gants chirurgicaux et de préservatifs en industrie biomédicale (Jacob *et al.*, 1995). Il est aussi utilisé pour la fabrication de matelas, de chaussures, etc. La production mondiale de caoutchouc naturel était estimée à 8,34 millions de tonnes en 2004 (Wikipédia, 2006). L'Asie à elle seule a assuré plus de 90% de cette production avec la Thaïlande au premier rang (IRD, 2005 ; Wikipédia, 2006). Malgré la part de production assez élevée de l'Asie, la demande en caoutchouc naturel de cette région est en constante progression, due au développement industriel particulièrement important en Chine et en Inde. Il y a donc un besoin d'augmenter cette production. La Côte d'Ivoire a produit 165 000 tonnes de caoutchouc naturel en 2005 ; elle est le premier pays producteur africain de caoutchouc naturel et le 7ème mondial (APROMAC, 2005).

Pour produire le caoutchouc naturel, l'on pratique la saignée qui consiste à faire une entaille ou encoche au niveau du tronc de l'hévéa. Il s'écoule alors un liquide laiteux appelé latex. Le latex qui est recueilli après la saignée, est traité après coagulation pour donner le caoutchouc naturel. Mais, il arrive de constater dans certains cas qu'après l'entaille, une partie ou la totalité de l'encoche ne produise pas de latex. Ce phénomène est appelé encoche sèche (de Faye, 1981 ; CIRAD, 1994 ; Omokafe, 2001). Elle affecte environ 9% des arbres des plantations industrielles et plus de 12% des arbres des plantations villageoises en exploitation en Côte d'Ivoire (Dian, 1997), et conduit à des pertes de production de latex d'environ 20 mille tonnes par an. Actuellement, l'encoche sèche constitue la préoccupation majeure des hévéaculteurs dans le monde. Des études effectuées sur la sensibilité et la stabilité clonale à l'encoche sèche ont montré que certains clones semblent plus sensibles à la maladie que d'autres. Ces études

ont porté sur un nombre limité de clones GT 1, PR 107 et PB 235, (de Faye, 1981 ; Chrestin, 1985) et n'ont pas permis de déterminer la sensibilité à l'encoche sèche de tous les clones. L'objectif de cette étude, est de classer la majorité des clones d'hévéa actuellement plantés en Côte d'Ivoire, selon leur sensibilité à l'encoche sèche, en prenant en compte le nombre de stimulation à l'Ethrel par an et la durée d'exploitation des clones, à travers le suivi de l'évolution de la longueur d'encoche malade (LEM) des clones. L'analyse de variance de la longueur d'encoche malade par traitement des clones a été utilisée pour réaliser la typologie clonale de sensibilité à l'encoche sèche.

## 2. Matériel et méthodes

Le matériel végétal est constitué de 13 clones d'*Hevea brasiliensis* (AF 261, PB 235, AVROS 2037, GT 1, PB 217, PB 260, RRIC 100, IRCA 230, IRCA 130, PB 254, IRCA 209, RRIM 712, et IRCA 41). Les clones AF 261, AVROS 2037, PB 235, GT 1, PB 217, PB 260, PB 254 et RRIM 712 sont originaires de la Malaisie ; le clone RRIC 100 provient de Ceylan et les clones IRCA 230, IRCA 130, IRCA 209 et IRCA 41 ont été mis au point en Côte d'Ivoire par l'Institut de Recherche sur le caoutchouc en Afrique (IRCA). Ces clones sont cultivés en Côte d'Ivoire et dans d'autre pays aussi bien dans les plantations industrielles que villageoises. Les 13 clones de l'étude proviennent de la plantation expérimentale de la station de recherche de CNRA-Bimbresso, située dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. Cette région est caractérisée par un climat subtropical humide à 2 saisons sèches et 2 saisons de pluies nettement différenciées (Eldin, 1971 ; BDPA, 1978). La pluviométrie est relativement abondante, 1 800 à 1 900 mm/an, avec une variabilité intra et inter annuelles importante (Obouayeba, 1991). Les sols sont majoritairement ferrallitiques, dérivés de sables tertiaires, sablo argileux profonds, pauvres en bases échangeables (fortement désaturés) et à réaction acide ( $4,5 < \text{pH} < 5$ ) (Keli *et al.*, 1992). Les arbres de chaque clone ont été repartis en huit traitements. Chaque traitement comportait 33 arbres selon le dispositif *One Tree Plot Design*. Ces traitements sont des fréquences annuelles de stimulation de l'arbre à l'Ethrel. Ils correspondent à 0 ; 2 ; 4 ; 6 ; 8 ; 10, 13 et 26 stimulations à l'Ethrel par an. La stimulation consiste à appliquer sur l'encoche de saignée de

l'hévéa, des substances chimiques génératrices d'éthylène en vue d'améliorer la productivité de l'arbre, en prolongeant la durée de l'écoulement de latex (Eschbach & Banchi, 1985). Les arbres ont été saignés en demi-spirale descendante tous les 4 jours ouvrés (1/2S d/4 6d/7). Un relevé d'encoche sèche (RES) a été effectué par mois sur tous les arbres. Le RES est une appréciation visuelle de l'exsudation du latex après la saignée chez les arbres en exploitation. Il permet de déterminer la longueur réelle d'encoche qui ne produit plus de latex au niveau d'un arbre, encore appelé longueur d'encoche malade (LEM). Au cours du RES, on considère comme arbres "sains", tous les arbres qui exsudent du latex sur toute la longueur de l'encoche après la saignée. Ceux-ci sont notés zéro (0). Les autres sont considérés comme des arbres atteints d'encoche sèche et sont notés de 1 à 6 suivant la longueur d'encoche non productrice de latex (Tableau 1). Les données brutes des R.E.S. des 5 premières années d'exploitation des clones ont été collectées. Elles ont permis de déterminer la longueur d'encoche malade (L.E.M.) par traitement de chaque clone, par l'équation :  $L.E.M. = (0,1 n_1 + 0,3 n_2 + 0,5 n_3 + 0,7 n_4 + 0,9 n_5 + n_6) / N$ ; dans laquelle, N représente le nombre d'arbres par traitement, les coefficients 0,1 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 et 1 correspondent aux moyennes des classes de pourcentages de longueur d'encoche non productrice de latex, et les nombres  $n_1$  ;  $n_2$  ;  $n_3$  ;  $n_4$  ;  $n_5$  et  $n_6$  représentent les nombres d'arbres observés par classe de pourcentage de longueur d'encoche non productrice de latex. La constitution de groupes de sensibilité à l'encoche sèche a été faite par une analyse de variances des LEM par traitement des clones. Les LEM étant des proportions et ne suivant pas une distribution normale, elles ont été transformées en Arc Sinus Racine carrée de LEM (ASINLEM) pour rendre la distribution normale et stabiliser les variances afin de rendre possible l'analyse (Dagnelie, 1994). Le test statistique de Duncan au risque  $\alpha = 5\%$  a été utilisé avec le logiciel informatique SAS version 8.2. Le modèle de l'analyse a été le modèle additif :  $X_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_k + \sum_{i,j,k} i j k$ , avec  $\mu$  = moyenne ;  $a$  = effet clone ;  $b$  = effet année ;  $c$  = effet traitement ;  $i$  = nombre de clones ;  $j$  = nombre d'années et  $k$  = nombre de traitements. Les intervalles de confiance de LEM des différents groupes de sensibilité à l'encoche sèche ont été calculés au risque  $\alpha = 5\%$  (IC 5%) avec le logiciel informatique XLStat version 7.1.

**Tableau 1 :** Notation des arbres atteints d'encoche sèche chez *Hevea brasiliensis*

Encoche non productrice de latex (%)	Notation	Seuil
01 à 20	1	Très faible
21 à 40	2	Faible
41 à 60	3	Moyen
61 à 80	4	Elevé
81 à 99	5	Très élevé
100	6	Total

### 3. Résultats

Les longueurs d'encoche malades (LEM) des 13 clones soumis aux huit traitements pendant les cinq premières années d'exploitation sont présentées dans le tableau 2. L'analyse de variance de ces données, a montré un effet clone, un effet année d'exploitation et un effet fréquence de stimulation très hautement significatifs (Tableau 3).

**Tableau 2 :** Longueur d'encoche malade (LEM) de 13 clones d'*Hevea brasiliensis* soumis à huit traitements différents pendant les cinq premières années d'exploitation

Clones	% Longueur d'encoche malade (% LEM)
AF 261	1,41
AVROS 2037	1,88
GT 1	2,25
IRCA 130	2,18
IRCA 209	2,49
IRCA 230	2,83
IRCA 41	0,37
PB 217	0,95
PB 235	4,38
PB 254	2,77
PB 260	4,26
RRIC 100	2,98
RRIM 712	1,73

**Tableau 3** : tableau d'analyse de variances des longueurs d'encoche malade de 13 clones d'*Hevea brasiliensis* soumis à huit traitements différents pendant les cinq premières années d'exploitation.

Source de Variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	Valeur de F	Signification Pr > F
Clone	12	3,0857	0,2571	9,47	< 0,0001 ***
Année	4	2,0900	0,5225	19,24	< 0,0001 ***
Traitement	7	1,9296	0,2756	10,15	< 0,0001 ***
Résiduelle	446	12,1151	0,0271		
Totale	469	19,3427			

\*\*\* : Très hautement significatif.

### 3.1. Sensibilité clonale à l'encoche sèche

La comparaison des données par analyse de variance a permis de classer les clones en 4 groupes selon la sensibilité à l'encoche sèche. Il s'agit des groupes I, II, III et IV dans l'ordre croissant de la LEM. Le groupe I est constitué de 4 clones (IRCA 41, PB 217, AF 261, et RRIM 712). Ces clones ont les LEM les plus faibles, inférieures à 1,74%. Le groupe II est composé

de 4 clones qui sont l'IRCA 130, l'AVROS 2037, l'IRCA 209 et le GT 1. Les clones formant ce groupe sont caractérisés par des LEM intermédiaires, comprises entre 1,88% et 2,49%. Le groupe III comprend 3 clones (RRIC 100, IRCA 230 et PB 254). Les LEM de ces clones sont comprises entre 2,77% et 2,98%. Le groupe IV est constitué par 2 clones PB 260 et PB 235. Les LEM de ces clones sont les plus élevées, comprises entre 4,26 % et 4,38 % (Tableau 4).

**Tableau 4** : Classification de 13 clones d'*Hevea brasiliensis* par comparaison des moyennes des longueurs d'encoches sèches malades mesurées pendant cinq ans d'exploitation.

Clones	Moyennes ASINLEM	Moyennes LEM (%)	groupes de clones	IC 5% de LEM
IRCA 41	0,06	0,37	I	0,61 – 1,61
PB 217	0,16	0,95	I	
AF 261	0,17	1,41	I	
RRIM 712	0,18	1,73	I	
IRCA 130	0,22	2,18	II	1,72 – 2,72
AVROS 2037	0,22	1,88	II	
IRCA 209	0,23	2,49	II	
GT 1	0,24	2,25	II	
RRIC 100	0,26	2,98	II	2,28 – 3,41
IRCA 230	0,27	2,83	II	
PB 254	0,27	2,77	II	
PB 260	0,36	4,26	IV	3,66 – 4,98
PB 235	0,37	4,38	IV	

LEM : longueurs d'encoche malade.

ASINLEM : Arc Sinus Racine carrée de LEM

IC 5% : Intervalle de confiance au risque alpha = 5%.

L'analyse a été effectuée avec le test statistique de Duncan au risque alpha = 5 % avec les valeurs de LEM transformées en Arc Sinus Racine carrée de LEM (ASINLEM).

### 3.2 Sensibilité en fonction de la durée de l'exploitation

Le tableau 5 présente les longueurs d'encoche malade (LEM) des cinq premières années d'exploitation des 13 clones soumis aux huit traitements. La comparaison de ces données par analyse de variances montre que la LEM augmente avec le temps (Tableau 6). A la première année d'exploitation le taux d'encoche sèche était de 0,79%. En deuxième année ce taux est passé à 1,98%. Il a plus que doublé (taux d'accroissement de 151%). En troisième année il était de 2,64%, soit une progression de

33% par rapport à l'année 2. En année 4 il est passé à 3,25%, représentant une augmentation de 23% par rapport à la troisième année. En cinquième année, le taux d'encoche sèche était de 3,31%, soit un taux de progression de 1,8%, comparé à l'année 4. Ainsi, le taux d'arbres atteints d'encoche sèche augmente avec la durée d'exploitation. Cette augmentation est linéaire et significative pendant les deux premières années. A partir de l'année 3 jusqu'à l'année 5, l'augmentation n'est plus significative et la progression de l'encoche sèche semble atteindre une asymptote après cinq années d'exploitation.

**Tableau 5 :** Longueur d'encoche malade des cinq premières années d'exploitation de 13 clones d'*Hevea brasiliensis* soumis à huit traitements différents

Année d'exploitation	% Longueur d'encoche malade (% LEM)
Première année	0,79
Deuxième année	1,98
Troisième année	2,64
Quatrième année	3,25
Cinquième année	3,31

**Tableau 6 :** Evolution de la longueur d'encoche malade (LEM) en fonction de la durée d'exploitation chez 13 clones d'*Hevea brasiliensis*.

Temps d'exploitation	Moyennes ASINLEM	Moyennes LEM (%)	Groupes d'années	IC 5 % de LEM
Première année	0,11	0,79	I	0,17 – 1,41
Deuxième année	0,21	1,98	II	1,35 – 2,60
Troisième année	0,27	2,64	III	
Quatrième année	0,30	3,25	III	2,71 – 3,43
Cinquième année	0,28	3,31	III	

LEM : longueur d'encoche malade.

ASINLEM : Arc Sinus Racine carrée de LEM

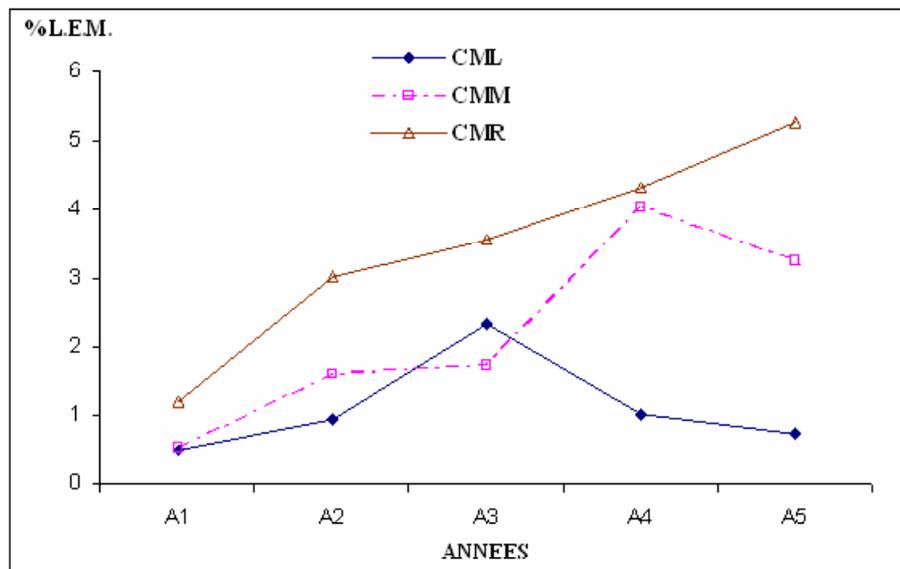
IC 5 % : Intervalle de confiance au risque alpha = 5%.

L'analyse a été effectuée avec le test statistique de Duncan au risque alpha = 5% avec les valeurs de LEM transformées en Arc Sinus Racine carrée de LEM (ASINLEM). Les LEM de la troisième, de la quatrième et de la cinquième année n'étant pas significativement différents, ces trois années appartiennent au même groupe III.

### 3.3. Sensibilité en fonction de la classe de métabolisme

La figure 1 montre que la longueur d'encoche malade (LEM) augmente avec l'activité métabolique du clone. Chez les clones à activité métabolique lente, la LEM a augmenté rapidement pendant les trois premières années d'exploitation, de 0,50% à 2,32%, et a diminué légèrement les deux dernières années à 0,74%. Chez les clones à activité métabolique moyenne, la L.E.M. a augmenté rapidement les deux premières années d'exploitation de 0,53% à 1,58%. De l'année 2 à l'année 3, la L.E.M. a augmenté faiblement à 1,72%. A partir de l'année

3, la LEM a augmenté rapidement à 4,04% à l'année 4 et a diminué légèrement à 3,23% à l'année 5. Les clones à activité métabolique rapide ont présenté une augmentation rapide de la LEM les deux premières années de 1,19 % à 3,02%. Cette augmentation a été régulière les trois dernières années et a atteint 5,27% l'année 5. Ainsi, à l'intérieur des classes d'activité métaboliques moyenne et élevée, la LEM augmente rapidement avec le temps d'exploitation chez tous les clones. Chez les clones à activité métabolique lente, cette augmentation est aussi rapide jusqu'à la troisième année et à partir de l'année 3 jusqu'à l'année 5, il y a une légère diminution.



**Figure 1:** Evolution de la longueur d'encoche malade (LEM) en fonction de l'activité métaboliques des clones d'*Hevea brasiliensis*

CML : clones à métabolisme lent  
 CMM : clones à métabolisme moyen  
 CMR : clones à métabolisme rapide

### 3.4 Sensibilité en fonction de la fréquence de stimulation

Les longueurs d'encoche malade (LEM) induites par les huit fréquences de stimulation à l'Ethrel chez les 13 clones d'hévéa pendant les cinq premières années d'exploitation sont consignées dans le tableau 7. La comparaison

de ces données par analyse de variances montre que les fréquences de stimulation à l'Ethrel se classent en quatre niveaux en fonction du taux d'encoche sèche induit (Tableau 8). Il s'agit des niveaux A, B, C et D dans l'ordre croissant de la longueur d'encoche malade (LEM). Le niveau A est composé de 3 traitements (0 ; 2 et 4 stimulations à l'Ethrel par an). Les stimulations

de ce niveau ont induit des taux d'encoche sèche faibles ; inférieurs à 1,54%. Le niveau B est constitué uniquement du traitement 6 stimulations à l'Ethrel par an. Les LEM induites étaient assez faibles (1,98%). Le niveau C est composé de 3 traitements; 8, 10 et 13 stimulations à l'Ethrel par an. Ces traitements ont

induit des LEM assez élevées, comprises entre 2,81% et 3,39%. Le niveau D est constitué uniquement du traitement 26 stimulations à l'Ethrel par an qui a induit des LEM très élevées de 5,71%. L'ampleur de l'encoche sèche est donc fonction de la fréquence annuelle de stimulation.

**Tableau 7:** Longueurs d'encoche malade induites par huit fréquences de stimulation à l'Ethrel chez 13 clones d'hévéa pendant les cinq premières années d'exploitation

Fréquences de stimulation	% Longueur d'encoche malade (% LEM)
0 stimulation/an (0/Y)	1,35
2 stimulations/an (2/Y)	1,15
4 stimulations/an (4/Y)	1,53
6 stimulations/an (6/Y)	1,98
8 stimulations/an (8/Y)	2,81
10 stimulations/an (10/Y)	2,89
13 stimulations/an (13/Y)	3,39
26 stimulations/an (26/Y)	5,71

**Tableau 8 :** Evolution de la longueur d'encoche malade (L.E.M.) en fonction de la fréquence de stimulation à l'Ethrel chez 13 clones d'*Hevea brasiliensis* pendant les cinq premières années d'exploitation.

Traitements	Moyennes ASINLEM	Moyennes LEM (%)	Niveaux traitements	IC 5% de LEM
0 stimulations/an	0,17	1,35	A	
2 stimulations/an	0,16	1,15	A	0,93 – 1,76
4 stimulations/an	0,18	1,53	A	
6 stimulations/an	0,22	1,98	B	1,26 – 2,70
8 stimulations/an	0,27	2,81	C	
10 stimulations/an	0,27	2,89	C	2,53 – 3,42
13 stimulations/an	0,29	3,39	C	
26 stimulations/an	0,39	5,71	D	4,79 – 6,62

LEM : longueur d'encoche malade ;

ASINLEM : Arc Sinus Racine carrée de LEM.

IC 5 % : Intervalle de confiance au risque alpha 5 %.

L'analyse a été effectuée avec le test statistique de Duncan au risque alpha = 5% avec les valeurs de LEM transformées en Arc Sinus Racine carrée de LEM (ASINLEM).

#### 4. Discussion

L'étude de la sensibilité de 13 clones d'*Hevea brasiliensis* à l'encoche sèche, par la mesure de la longueur d'encoche malade, a montré que ces clones forment quatre groupes de sensibilité. Le groupe I est constitué de 4 clones : IRCA 41, AF 261, PB 217 et RRIM 712. Ces clones ont les taux d'encoche sèche les plus faibles, inférieures à 1,74%, après 5 ans d'exploitation. Le groupe II est composé des clones AVROS 2037, IRCA 130, GT 1, et IRCA 209. Chez ces clones, le taux d'encoche sèche obtenu était moyen, compris entre 1,88% et 2,49%. Le groupe III, constitué des clones RRC 100, IRCA 230 et PB 254, a présenté des taux d'encoche sèche assez élevés, compris entre 2,77% et 2,98%. Le groupe IV, formé par les clones PB 260 et PB 235, a montré les taux d'encoche sèche les plus élevés, compris entre 4,26% et 4,38%. Ce résultat indique, premièrement, que les clones d'*Hevea brasiliensis* n'ont pas la même sensibilité à l'encoche sèche, confirmant ainsi les observations empiriques des producteurs et comme l'ont montré quelques études antérieures (de Faye, 1981 ; Chrestin, 1985 ; Omokhaf, 2001 ; Omokhaf, 2004). Deuxièmement, il montre que la sensibilité des clones d'*Hevea brasiliensis* se présente comme une variable quantitative c'est-à-dire que l'encoche sèche affecte tous les clones mais à des degrés divers. Et même à l'intérieur d'un clone, tous les arbres ne sont pas atteints d'encoche sèche et ceux qui le sont, ne le sont pas au même niveau. Il y a plusieurs niveaux de sensibilité. Cette variation intra clonale est un caractère commun dans l'apparition de l'encoche sèche au niveau des arbres chez *Hevea brasiliensis* (Dian, 1993 ; Sivakumaran *et al.*, 1994). CIRAD, (1993) a décrit les clones PB 235, GT 1 et PB 217 comme étant respectivement très sensible, moyennement sensible et peu sensible. Les résultats de cette étude montrent que le clone PB 235 appartient au groupe IV ; le clone GT 1, au groupe II et le clone PB 217, au groupe I. Il y a donc une concordance entre les deux résultats. Ce qui confirme que la sensibilité clonale à l'encoche sèche varie de façon quantitative. Cette sensibilité se présente sous forme de gradient allant de clones très peu sensibles à des clones très sensibles avec des clones de sensibilités intermédiaires. Jacob *et al.* (1985), Serres *et al.* (1994) et Gohet *et al.*,

(1998), dans des études de description des clones selon l'activité métabolique, ont montré que les clones à métabolisme peu actif comprennent AF 261 et PB 217 ; les clones à métabolisme moyennement actif renferment AVROS 2037, GT 1 et RRIM 600 ; et les clones à métabolisme très actif comprennent PB 235 et PB 260. Ce gradient d'activité métabolique est le même que celui de la sensibilité clonale à l'encoche sèche mise en évidence par la présente étude. Cette similitude entre ces deux études indique que la sensibilité clonale à l'encoche sèche est liée à l'activité métabolique des clones. Cette hypothèse est d'autant plus confortée par le fait que la présente étude, et celle, sur le clone GT1, de Chrestin (1985), ont montré que le taux d'encoche sèche augmente avec la fréquence de stimulation. Cette dernière étant décrite comme un processus d'activation du métabolisme (Coupé & Chrestin, 1989). L'on observe donc que les clones peu sensibles à l'encoche sèche ont un métabolisme peu actif et les clones très sensibles à ce syndrome ont un métabolisme très actif. Se fondant sur cette observation, les clones ont été classés selon la capacité d'activation de leur métabolisme c'est-à-dire leur capacité à supporter des fréquences de stimulation données. Ainsi, les clones IRCA 41, AF 261, PB 217 et RRIM 712 du groupe I, peu sensibles peuvent recevoir des stimulations de niveau D ; les clones AVROS 2037, IRCA 130, GT 1, et IRCA 209 du groupe II, moyennement sensibles peuvent recevoir des stimulations de niveaux C ; les clones RRC 100, IRCA 230 et PB 254 du groupe III, assez sensibles peuvent recevoir des stimulations de niveau B et les clones PB 260 et PB 235 du groupe IV, très sensibles, peuvent recevoir des stimulations de niveau A.

L'étude de l'évolution de la longueur d'encoche malade en fonction de la durée de l'exploitation a fait ressortir que le taux d'encoche sèche augmente rapidement pendant les deux premières années d'exploitation. A partir de la troisième année, il ralentit, pour tendre vers une asymptote en cinquième année. Cela laisse supposer qu'un certain nombre d'arbres sont prédisposés à être en encoche sèche et le deviennent très tôt dans les deux premières années. Ce qui entraîne une augmentation rapide du taux d'encoche sèche pendant cet intervalle de temps. Les autres arbres qui manifestent plus tard ce syndrome le feraient suite à l'activation

progressive du métabolisme liée à la durée de l'exploitation comme l'a souligné de Fay (1981). Ce dernier processus semble plus être influencé par la sensibilité particulière du clone que par le vieillissement des arbres. Selon Jobbe-Duval *et al.* (1988), les taux d'encoche sèche sont fortement corrélés à certains constituants et paramètres du sol tels que l'argile, la matière organique, le phosphore, le calcium échangeable, l'aluminium, le manganèse, la capacité d'échange et le pH. Sivakumaran & Hardas (1989) ont indiqué que les régions agroclimatiques et les caractéristiques du sol ont une influence sur la maladie avec cependant l'existence en plus d'un facteur clonal très important. L'effet de l'interaction du génotype et de l'environnement sur l'expression de l'encoche sèche a été également rapporté par Omokhafa & Aniamaka (2000). Les causes de l'encoche sèche chez *Hevea brasiliensis* restent encore non élucidées cependant, le dysfonctionnement physiologique au niveau de l'arbre semble être à l'origine de l'apparition de la maladie (Lacrotte *et al.*, 1994 ; Dian *et al.* 1995 ; Das *et al.*, 1998 ; IRD, 2005).

## 5. Conclusion

Il ressort, de la présente étude, que les clones d'*Hevea brasiliensis* n'ont pas la même sensibilité au syndrome de l'encoche sèche. Certains sont très peu sensibles parmi lesquels l'on peut citer les clones IRCA 41, AF 261, PB 217, et RRIM 712. D'autres clones tels que le PB 235 et le PB 260 le sont particulièrement. Entre ces deux groupes de sensibilités extrêmes, il y a des clones qui ont des sensibilités intermédiaires. C'est le cas des clones AVROS 2037, IRCA 130, IRCA 209 et GT1 qui ont des sensibilités moyennes et des clones RRIC100, IRCA 230 et PB 254 de sensibilités assez élevées. La sensibilité clonale à l'encoche sèche suit un gradient identique à celui de l'activité métabolique des clones. Elle est corrélée positivement à fréquence de stimulation de l'arbre à l'Ethrel. Les clones peu sensibles supportent mieux la stimulation à l'Ethrel à l'opposé des clones très sensibles. Au niveau d'une parcelle monoclonale, certains arbres pourraient avoir des prédispositions à exprimer l'encoche sèche de façon précoce sous l'influence ou non des paramètres pédoclimatiques.

## Références citées

- APROMAC, 2005. Etat de la production de caoutchouc naturel en tonnage sec en Côte d'Ivoire. Revue de l'Association des Producteurs et Manufacturiers du Caoutchouc. P 25.
- BDPA, 1978. *Données de bases – Agro climatologie de la Côte d'Ivoire ( Tome I et II)*.
- Bealing F.J., & Chua S.E., 1972. Output, Composition and metabolic activity of *Hevea* latex in relation to tapping intensity and the onset of Brown-bast. *J. Rubb. Res. Inst. Malaysia* **23** (3): 204 – 231.
- Chrestin H., 1985. La stimulation à l'Ethrel de l'hévéa : jusqu'ou ne pas aller trop loin. *Rév. Gén. Caout. et Plast.* **62** : 75-78.
- CIRAD, 1993. *Recueil de fiches de clones HEVEA*. Abidjan, Côte d'Ivoire : CIRAD-CP. 170 pp.
- CIRAD, 1994. L'encoche sèche chez *Hevea brasiliensis*. *Plant. Rech. Dév.* **1**(3) : 15 – 24.
- CIRAD, 2004. *La production de caoutchouc naturel menacée*. Reportage. Le caoutchouc naturel, MASSON, M. [www.cirad.fr/publication/documents/produitstrop/1999/caoutchouc\\_99.html](http://www.cirad.fr/publication/documents/produitstrop/1999/caoutchouc_99.html). Novembre, 2004.
- Compagnon P., 1986. *Le caoutchouc naturel*. Paris, France : Coste R. Ed. G. P. Maisonneuve & Larose. 595 pp.
- Coupé M., & Chrestin H., 1989. The hormonal stimulation of latex yield : Physico-chemical and biochemical mechanisms of hormonal (ethylene) stimulation. In : d'Auzac, J., Jacob J.L., & Chrestin H., Eds. *Physiology of rubber Tree Latex*. Boca Raton (Floride): CRC Press Inc. pp. 295 – 319.
- Dagnelie P., 1994. *Théorie et Méthodes Statistiques : Applications agronomiques (Volume 2)*. Gembloux, Belgique : Les Presses Agronomiques de Gembloux. 463 pp.
- Das G., Raj S., Pothen J., Sethuraj M.R., Sinha T.P., & Sen-Mendi S., 1998. Status of free radical and its scavenging system with stimulation in *Hevea brasiliensis*. *Plant. Physiol. Bioch.* **25** : 47 – 50.

- De Fay E., 1981. *Histologie comparée des écorces saines et pathologiques (Maladies des encoches sèches) d'Hevea brasiliensis*. Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France. 66 pp.
- Dian K., Sangaré A., & Diopoh K.J., 1995. Evidence for specific variation of protein pattern during tapping panel dryness condition development in *Hevea brasiliensis*. *Plant Science* **105** : 207 – 216.
- Dian K., 1997. Tapping Panel Dryness Research : List of questions. *Int. Rubb. Res. Dev. Board (IRRDB)*. 1.
- Eldin M., 1971. *Le climat. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mémoires ORSTOM. Abidjan, Côte d'Ivoire. **50** : 77 – 108.
- Eschbach J.M., & Banchi Y., 1985. Advantages of Ethrel stimulation in association with reduced tapping intensity in Ivory Coast. *Planter's* **61**, 555-561.
- Gohet E., Dian K., Prévôt J.C., Obouayeba S., Keli J.Z., Auzac (de) J., & Jacob J.L., 1998. The relationship between latex sugar content, the metabolic activity of the latex-bearing system and the production potential of *Hevea brasiliensis* clones. *In: Physiology & Exploitation and Crop protection & Planting Methods Sessions, Ed. Proc. Symposium on Natural Rubber (Hevea brasiliensis) (Volume 2)*. 14-15 October 1997. Ho Chi Minh City. *Int. Rubb. Res. and Dev. Board. / Brickendonbury, Hertford / SG13 8NL / United Kingdom*. pp. 12 – 17.
- IRD, 2005. La nécrose de l'hévéa enfin élucidée. Fiche scientifique. Fiche n°221, mars 2005.
- Jacob J.L., Eschbach J.M., Prévôt J.C., Roussel D., Lacrotte R., Chrestin H., & d'Auzac J., 1985. Physiological basis for latex diagnosis of the functioning of the laticiferous system in rubber trees. *In: Rubb. Res. Inst. Malaysia, ed. Proc. Int. rubb. Conf.*. Kuala Lumpur (Malaysia). pp. 101 – 112.
- Jacob J.L., d'Auzac J., Prévôt J.C., & Serrier J.B., 1995. Une usine à caoutchouc naturel : l'hévéa. *La Recherche* **26**, 538-545.
- Jobbe-Duval B., Keli Z. J., Serres E., Omont H., & Eschbach J. M., 1988. Influence du milieu sur la maladie physiologique des encoches sèches de l'hévéa. Communication au 7<sup>ème</sup> colloque pour l'optimisation de la nutrition des plantes. Nyborg (Danemark). 11pp.
- Keli J., Obouayeba S., & Zéhi B., 1992. Influence de quelques systèmes vivriers sur le comportement des jeunes hévéas en basses Côte d'Ivoire. *Sys. Agr. en Afrique* **2** (1): 41 – 48.
- Lacrotte R., Gidrol X., Vichitcholchai N., Pujade-Renaud V., Narangajavana J., & Chrestin H., 1995. Hevea : marqueurs protéiques de l'encoche sèche. *Plant. Rech. Dév.* **2** (4) : 40 – 45.
- Obouayeba S., 1991. Cultures vivrières intercalaires des jeunes hévéas en milieu villageois du sud-est de la Côte d'Ivoire. *Sys. Agr. en Afrique* **1** (2): 21 – 32.
- Omokhafa K.O., 2001. Preliminary investigation into tree dryness in *Hevea brasiliensis* by path analysis of tree dryness and latex parameters. *Tropicultura* **19** : 1 – 4.
- Omokhafa K.O., 2004. Clonal stability of tree dryness in *Hevea brasiliensis* Muell.Arg. *Genet. Mol. Biol.* **27** (2). [www.scielo.br/scielo](http://www.scielo.br/scielo). octobre 2004.
- Omokhafa K.O., & Aniamaka E.E., 2000. Heritability estimates of tree dryness and correlation with latex parameters in *Hevea brasiliensis*. *J. Rubb. Inst. Sri Lanka* **83** : 17 – 22.
- Serres E., Lacrotte R., Prévôt J.C., Clément A., Commère J. & Jacob J.L., 1994. Metabolic aspects of latex regeneration *in situ* for three *Hevea* clones. *Rubb. Ind. J.* **7**: 79-84.
- Sivakumaran S., & Hardas G., 1989. Incidence of tree dryness in precocious high yielding clones. *IRRDB, Workshop on tree dryness*. 26-27 june 1989, Penang, (Malaysia), pp. 1- 36.
- Sivakumaran S., Leong S.K., Ghouse M., Ng A.P., & Sivanadyan K., 1994. Influence of some agronomic practices on tapping panel dryness in *Hevea* trees. *IRRDB Workshop on Tree Dryness* : pp. 94 – 110.
- WIKIPEDIA, 2006. Caoutchouc (matière). Données de FAOSTAT (FAO). [www.wikipedia.org/wiki/caoutchouc](http://www.wikipedia.org/wiki/caoutchouc). novembre 2006.