

La réponse à la stimulation des clones d'une même classe métabolique varie chez *Hevea brasiliensis* Muell Arg. (Euphorbiaceae)

Kouablan E. KOFFI^{1*}, Kouadio DIAN¹ & Samuel OBOUYEBA²

¹Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Laboratoire Central de Biotechnologies (LCB) 01 PB 1740 Abidjan 01

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche de Bimbresso 01 BP 1536 Abidjan 01

*Auteur pour les correspondances (E-mail : Edmond.koffi@cnra.ci - edmonkoffi@yahoo.fr)

Reçu le 23-09-2005, accepté le 10-01-2007.

Résumé

Différents travaux ont montré que, chez l'hévéa (*Hevea brasiliensis*), la réponse d'un clone à la stimulation chimique à l'acide chloroéthyl phosphonique ou *Ethephon* est fonction de la classe métabolique à laquelle il appartient. Ainsi, les clones à métabolisme modéré répondent moyennement à la stimulation à l'*Ethephon*. Ceux à métabolisme lent s'expriment fortement, à la différence des clones à métabolisme rapide qui réagissent faiblement à cette même stimulation. Toutefois, il peut arriver que des clones d'une même classe métabolique se comportent différemment suite à la stimulation à l'*Ethephon*. La présente étude a pour objet d'évaluer la réponse des clones à la stimulation à l'*Ethephon* à l'intérieur de deux principales classes métaboliques (métabolismes moyen et lent). Différents régimes de stimulation ont été appliqués pendant neuf années. L'étude a révélé qu'il existe au sein de ces deux classes d'activité métabolique une variation de la réponse de certains clones à la stimulation à l'*Ethephon*. Le métabolisme de production de caoutchouc de ces clones a été accru par le régime de stimulation.

Mots clés : *Hevea brasiliensis*, variation de réponse, métabolisme, stimulation chimique.

Abstract

Response to stimulation of clones from a same metabolic class varies in Hevea brasiliensis Muell Arg. (Euphorbiaceae)

Many studies showed that response of a clone to chemical stimulation with Chloroethyl phosphonic acid or Ethephon depends on its metabolic group. Therefore, clones with an intermediate metabolism respond meanly to stimulation with Ethephon. Those with a low metabolism respond highly at the opposite of clones with high metabolism that respond weakly to this same stimulation. Sometimes, clones belonging to a given metabolic group react differently to stimulation with Ethephon. The present study aims to assess response to stimulation with Ethephon within two metabolic groups. Different treatments of stimulation were applied over nine years. The study revealed a variation in the response to stimulation with Ethephon in some clones belonging to moderate and low metabolic activity groups. Metabolism of latex production in these clones was increased by chemical stimulation.

Key words : *Hevea brasiliensis*, response variation, metabolism, chemical stimulation

1. Introduction

Le caoutchouc naturel est un produit issu du métabolisme de fonctionnement des cellules laticifères. Sur la base de l'activité métabolique de ces cellules, une typologie clonale a été établie chez *Hevea brasiliensis* (Serres et al., 1988). Le métabolisme des cellules laticifères peut être plus ou moins activé par une énergie extérieure apportée généralement par la stimulation à l'acide *chloroéthyl phosphonique* ou *Ethephon* (Jacob et al., 1989a). Ainsi, trois principales classes d'activité métabolique ont été définies suivant l'importance de la stimulation à l'*Ethephon* nécessaire à l'activation du métabolisme de production de caoutchouc (Serres et al., 1988). Les clones à métabolisme rapide ou élevé ont besoin de peu de stimulation nécessaire à l'activation du métabolisme de production. Les clones à métabolisme intermédiaire ou moyen requièrent un peu plus de stimulation que les clones à métabolisme rapide ou élevé pour l'activation du métabolisme de production. Les clones à métabolisme lent ou faible exigent, pour le même niveau de production de caoutchouc, davantage de stimulation que les deux premiers groupes de clones pour l'activation du métabolisme (Eschbach et al., 1984, Prevot et al., 1986, Lacrotte, 1991).

Lors de l'établissement de la typologie clonale, les clones tests sont regroupés dans la même classe métabolique que les clones témoins qui leurs sont proches. Les classes de clones sont donc considérées comme homogènes du point de vue de l'activité métabolique. Toutefois, il a été observé que certains clones ont présenté, dans des conditions données (Koffi, 1995 ; Gohet, 1996), un comportement métabolique différent de ceux des clones de la même classe métabolique qu'eux.

La présente étude vise à évaluer la réponse à la stimulation à l'*Ethephon* d'un certain nombre de clones représentant deux classes métaboliques (métabolisme moyen et métabolisme lent). Il s'agit de déterminer chez l'hévéa s'il existe une réponse à cette stimulation qui soit différente au sein des clones d'une même classe métabolique. Des régimes de stimulation ont été appliqués à ces classes métaboliques, afin d'identifier en leur sein des clones dont la réponse à la stimulation évoluerait différemment. Cela permettrait d'affiner le métabolisme de

fonctionnement des clones ainsi mis en évidence et de définir le système d'exploitation approprié à l'expression de leur potentiel de production.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

L'expérimentation est menée sur le site expérimental de la Station de recherche CNRA de Bimbresso, située dans le sud-est de la Côte-d'Ivoire. Le matériel végétal est composé de douze clones d'*Hevea brasiliensis*. Ils appartiennent aux classes d'activité métaboliques suivantes :

- métabolisme rapide ou élevé : 1 clone témoin (PB 235),
- métabolisme intermédiaire ou modéré : 4 clones en essai (RRIM 600, PB 86, PR 107, TIJR 1) et 1 clone témoin (GT1),
- métabolisme lent ou faible : 4 clones en essai (BD 5, AVROS 2037, PR 261 et WAR 4) et 1 clone témoin (PB 217).

Les clones PB 235, GT1 et PB 217 ont été choisis comme témoins sur la base leur intensité métabolique.

2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un "one tree-plot design" dans lequel chaque hévéa constitue une répétition. Les clones ont été répartis dans deux sous-expériences de quinze arbres chacun. L'essai a été mis en place en 1979 et les hévéas ont été exploités pendant neuf ans, après leur mise en saignée à six ans en 1985. La fréquence de saignée et la conduite du panneau de saignée ont été identiques pour tous les clones. Ainsi, ils ont tous été exploités en demi spirale (1/2 S) descendante et saignés deux fois par semaine (d/3 6d/7), sur écorce vierge, jusqu'à la fin de l'expérimentation en 1994. Le panneau de saignée a été alterné après la deuxième année d'exploitation (Gohet et al., 1991). La stimulation a été faite avec de l'acide *choloéthyl phosphonique* ou *Ethephon*, sur encoche de saignée. Les clones ont été exploités en deux étapes principales. Lors de la première étape, l'ensemble des clones, quelle que soit la classe métabolique, a été soumis à un même régime de stimulation à l'*Ethephon*. Ainsi, les clones ont reçu un, cinq et quatre stimulations respectivement en première,

deuxième et troisième année. Au cours de la deuxième étape, l'intensité de stimulation a été adaptée à la classe d'activité métabolique des clones. Deux périodes ont été observées au cours de cette étape. Durant la première période (Années 4 à 7), les clones à intensité métabolique modérée ont reçu deux fois plus de stimulation que les clones à intensité métabolique élevée. Sur la même période, les clones à intensité métabolique faible ont reçu quatre fois plus de stimulation que les clones à intensité métabolique élevée. Pendant la seconde période (Années 8 à 9), les clones à intensité métabolique modérée ont été stimulés trois fois plus que les clones à intensité métabolique élevée. En ce qui concerne les clones à intensité métabolique faible, ils ont été stimulés neuf fois plus que les clones à intensité métabolique élevée, sur la même période (Tableau 1).

La production des clones a été estimée, chaque année, à partir des coagula de huit saignées mensuelles. La production de caoutchouc sec a été estimée, en grammes par arbre (g/a), à partir la moyenne des productions mensuelles. Les paramètres biochimiques suivants : le saccharose (Sac) (Ashwel, 1957), le phosphore inorganique (Pi) (Tausky et Shorr, 1953), l'extrait sec (ExS) (Eschbach *et al.*, 1984), les groupements thiols

(RSH) (Boyne et Ellman, 1972) ont été mesurés à partir du latex des clones étudiés. Les quinze arbres de chaque clone ont été répartis en trois groupes de cinq arbres. Le latex des cinq arbres a été mélangé pour constituer un prélèvement, soit six échantillons par clone, en tenant compte des deux sous-expériences. Les prélèvements ont été faits deux semaines après la stimulation, entre septembre et novembre, période où le latex est plus stable (Van de sype, 1985).

La réponse à la stimulation a été évaluée sur toute la durée de l'expérimentation pendant les périodes "a", "b" et "c" (Tableau 1). Cette réponse a été mise en évidence à l'aide de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), en suivant les paramètres biochimiques (saccharose, phosphore inorganique, groupements thiols et extrait sec) et la production de caoutchouc (Jacob *et al.*, 1989b) des clones de référence que sont PB 235, GT 1 et PB 217.

Par ailleurs, la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique a été utilisée pour apprécier la réponse à la stimulation à l'Ethephon des clones des différentes classes métaboliques. Elle a pris en compte les écarts de valeurs des paramètres biochimiques et de la production entre les périodes b (Années 4 à 7) et a (Années 1 à 3) d'une part et c (Années 8 à 9) et b d'autre part.

Tableau 1 : Fréquence de stimulation appliquée par année et par période.

Métabolisme	Clone	Première étape				Deuxième étape			
		1	5	4	2	2	2	1	1
Rapide ou élevé	PB 235	1	5	4	2	2	2	1	1
	IRCI 22	1	5	4	2	2	2	1	1
Intermédiaire ou modéré	RRIM 600	1	5	4	4	4	5	3	3
	PB 86	1	5	4	4	4	5	3	3
	PR 107	1	5	4	4	4	5	3	3
	TJIR 1	1	5	4	4	4	5	3	3
	GT 1	1	5	4	4	4	5	3	3
Lent ou faible	BD 5	1	5	4	8	8	9	9	9
	AVROS2037	1	5	4	8	8	9	9	9
	PB 217	1	5	4	8	8	9	9	9
	AF 261	1	5	4	8	8	9	9	9
	WAR 4	1	5	4	8	8	9	9	9
Années		1	2	3	4	5	7	8	9
Période		a			b			c	

3. Résultats

3.1. Mise en évidence de la réponse à la stimulation selon le métabolisme

L'ACP réalisée avec les données des paramètres biochimiques et de la production des

clones de référence PB 235, GT 1 et PB 217 a montré que les axes 1 et 2 ont exprimé 75,7 % de la variabilité avec une prédominance de l'axe 1 (48,6 %). Le saccharose a été corrélé négativement à l'axe 1 à 0,74 %. Les thiols ont, également, été négativement corrélés au même axe, à 0,75 %. L'extrait sec a été positivement corrélé

à l'axe 1 à 0,85. Le phosphore inorganique a été négativement corrélé à l'axe 2 à 0,90 % (Fig. 1).

Lorsque la période de stimulation "a" (Années 1 à 3) a été comparée aux périodes "b" (Années 4 à 7) et "c" (Années 8 à 9), l'on a observé que les clones ont changé de position indiquant que l'intensité du métabolisme a évolué comparativement à son niveau initial. Au niveau

des paramètres biochimiques, le changement de position s'est traduit par une diminution de la teneur en saccharose et en thiols et par une augmentation de l'extrait sec et de la teneur en phosphore inorganique, chez tous les clones. La production a connu, également, une augmentation qui a été plus marquée chez les clones PB 217 et GT1 en comparaison au clone PB 235 (Fig. 1).

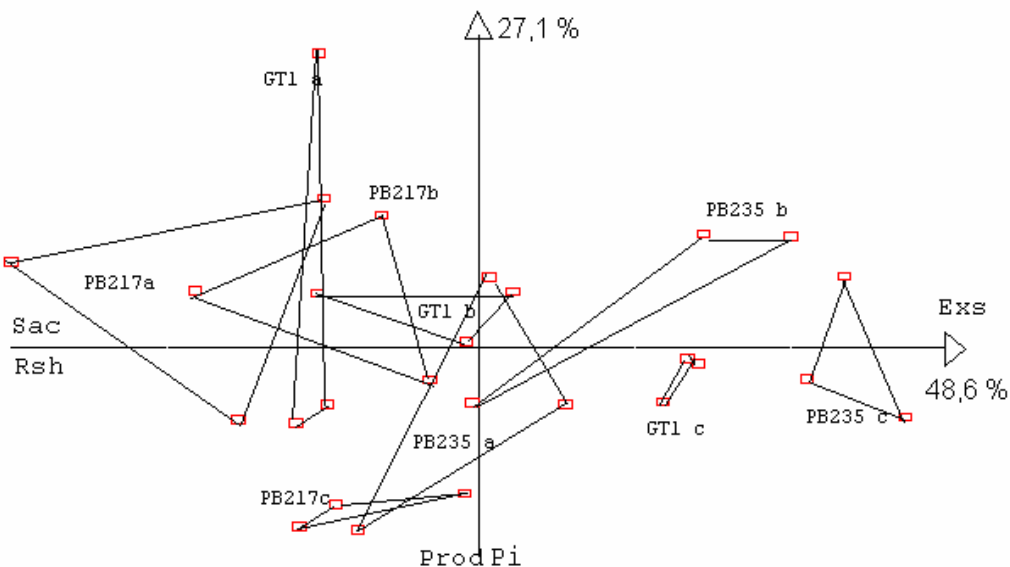


Figure 1: Réponses à la stimulation des clones témoins des trois principales classes métaboliques après Analyse en Composante Principale (ACP)

a : année 1 à 3; b : année 4 à 7; c : année 8 à 9

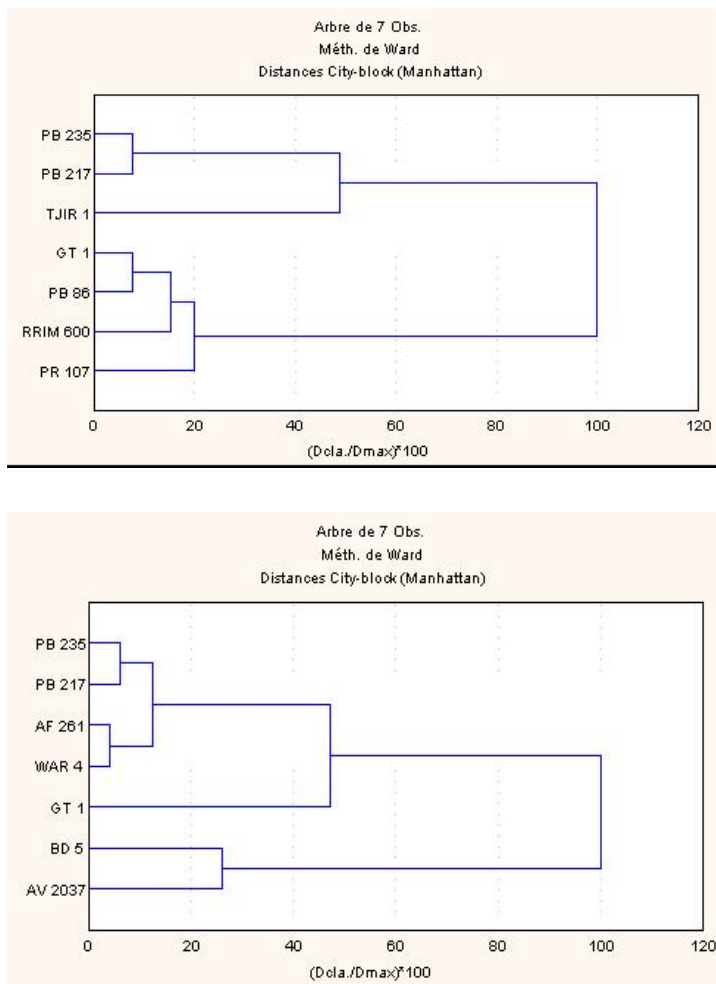
3.2. Réponse des clones au sein des classes métaboliques, après stimulation à l'Ethephon

A la suite de la stimulation, le positionnement des clones a permis de mettre en évidence deux groupes de clones au sein de la classe de clones à métabolisme modéré. Le premier groupe comprend le clone TJIR 1 auquel sont associés les clones PB 235 et PB 217. Le second groupe est composé des clones PB 86, RRIM 600, PR 107 auxquels est associé le clone GT 1 (Fig. 2 A). Au sein de la classe de clones à métabolisme lent, le positionnement des clones a permis, également, d'identifier deux groupes de clones, suite à la stimulation. Le premier est composé des clones AF 261 et WAR 4 auxquels sont associés les clones PB 235 et PB 217. Le second groupe comprend les clones BD 5 et AVROS

2037 auquel est associé le clone GT1 (Fig. 2 B). Au sein des classes de clones à métabolisme modéré et lent, l'on a constaté un positionnement des clones, suivant leur réponse à la stimulation à l'Ethephon. La réponse à la stimulation à l'Ethephon n'a donc pas été semblable pour tous les clones des deux classes d'activité métabolique. Dans les deux classes de métabolisme modéré et lent, ceux des clones qui ont été proches du clone témoin GT 1 peuvent être considérés comme ayant montré une réponse modérée à la stimulation à l'Ethephon. Par contre ceux qui ont été voisins du clone témoin PB 235 peuvent être considérés comme ayant enregistré une réponse relativement élevée à la stimulation à l'Ethephon. Ainsi, dans la classe des clones à métabolisme modéré, le clone TJIR 1 qui a été proche du témoin PB 235 peut être considéré comme ayant enregistré une réponse élevée à la stimulation à l'Ethephon. A l'opposé,

les autres clones de la même classe métabolique (PB 86, RRIM 600 et PR 107), qui sont demeurés proches du clone témoins GT 1, peuvent être considérés comme ayant réagi peu à la stimulation à l'*Ethephon*. De la même manière, dans la classe des clones à métabolisme lent, les clones AF 261 et WAR 4 proches du témoin PB 235 ont été considérés comme ayant exprimé une réponse positive à la stimulation, à la différence des clones BD 5 et AVROS 2037 qui eux peuvent être considérés comme ayant eu une réponse modérée à la stimulation à l'*Ethephon*, du fait de

leur proximité avec le clone témoin GT 1. Le clone TJIR 1 de la classe des clones à métabolisme modérée, d'une part, et les clones AF 261 et WAR 4 de la classe des clones à métabolisme lent, d'autre part, ont réagi de manière relativement plus élevée à la stimulation à l'*Ethephon* en comparaison aux autres clones, au sein de leur classe métabolique respective. Ces derniers qui ont enregistré une réponse modérée à la stimulation à l'*Ethephon* sont demeurés dans leur classe métabolique à l'opposé des premiers qui ont changé de classe métabolique.



A

B

Figure 2 : Répartition des clones selon la classe métabolique (modérée : A ; lente : B), à la suite de la stimulation à l'*Ethephon*

NB : PB 235, GT 1 et PB 217 sont les clones témoins

AV 2037 = AVROS 2037

Obs = observation = clone

4. Discussion

Des clones appartenant à deux classes métaboliques distinctes ont montré, chacune en ce qui la concerne, une réponse à la stimulation chimique proche, soit du clone GT 1 (métabolisme modéré), soit du clone PB 235 (métabolisme rapide). Comme le montrent les résultats, la réponse à la stimulation à l'*Ethephon* ne semble pas se faire de manière uniforme au sein des clones d'une même classe métabolique. En effet, le clone TJIR 1 dit à activité métabolique intermédiaire, d'une part, et les clones AF 261 et WAR 4 à activité métabolique lente, d'autre part, ont enregistré une réponse à la stimulation à l'*Ethephon* différente de celle de la classe métabolique à laquelle ils appartiennent.

La situation selon laquelle, après application d'une fréquence de stimulation identique, une partie des clones appartenant à même classe métabolique expriment une réponse à la stimulation à l'*Ethephon* différente, vis-à-vis des autres, indique que les classes métaboliques ne sont pas homogènes. Cela souligne chez les clones qui ont enregistré une réponse positive à la stimulation à l'*Ethephon* l'existence de caractéristiques qui leurs sont propres. En effet, Koffi (1995) et Gohet (1996) ont montré que le clone témoin PB 217 considéré comme à métabolisme lent a été identifié par la suite comme ayant un métabolisme moyennement actif en raison de sa forte réponse à la stimulation à l'*Ethephon*. Cela explique sa présence très proche du clone PB 235, à la suite de la stimulation qui lui a été appliquée. Les clones qui répondent favorablement à la stimulation, en comparaison aux autres, au sein de la même classe métabolique, peuvent être considérés comme présentant certaines dispositions intrinsèques leur permettant une telle réponse. Ces dispositions semblent reflétées la capacité que ces clones ont à activer leur métabolisme, suite à la stimulation à l'*Ethephon*. Le métabolisme de clones présentant de telles capacités peut être considéré comme étant facilement activable.

Chez l'hévéa, la production de caoutchouc étant spécifique (métabolisme secondaire), une typologie clonale de fonctionnement des laticifères a été établie et qui a défini trois principales classes métaboliques (Serre *et al.*,

1986). Sur la base de cette typologie, des systèmes d'exploitation ont été déterminés pour les clones composant les principales classes métaboliques. Ainsi, les clones à métabolisme élevé sont faiblement ou pas stimulés, les clones à métabolisme modéré le sont moyennement et les clones à métabolisme lent sont fortement stimulés (Eschbach *et al.*, 1984, Prevot *et al.*, 1986, Lacrotte, 1991). La mise en évidence, dans la présente étude, d'une réponse à la stimulation à l'*Ethephon* différente, chez certains clones en comparaison à d'autres, au sein de la même classe métabolique, souligne l'intérêt d'affiner la typologie clonale de fonctionnement des laticifères au sein des principales classes métaboliques. En Côte d'Ivoire, dans le processus de définition du potentiel de production chez l'hévéa, une fois la classe métabolique établie, le clone fait l'objet d'expérimentation au cours de laquelle divers systèmes d'exploitation (variation du nombre annuel de stimulation à l'*Ethephon* et de la fréquence de saignée) lui sont appliqués pour en choisir les plus appropriés. Au regard des résultats de la présente étude, il conviendrait de conduire de telles expérimentations après que l'on ait déterminé avec plus de précision l'intensité métabolique du clone donné. Une telle procédure qui comparera les clones supposés identiques au plan métabolique permettra d'en dégager ceux qui présenteraient des particularités en réponse à la stimulation à l'*Ethephon*.

L'étude a été conduite avec un échantillon de 11 clones. Parmi eux, 3 clones ont été utilisés comme témoin et huit autres ont été choisis comme test dont 4 dans la classe des clones à métabolisme modéré et 4 autres dans la classe des clones à métabolisme lent. Du point de vue de l'intensité du métabolisme, la classe des clones à métabolisme élevé représente le niveau le plus élevé. Les clones de cette classe réagissent peu ou faiblement à la stimulation à l'*Ethephon*, à la différence des clones à métabolisme modéré et lent qui répondent moyennement et fortement à la stimulation à l'*Ethephon* (Eschbach *et al.*, 1984, Prevot *et al.*, 1986, Lacrotte, 1991). L'on s'attend donc à observer très peu de variation suite à la stimulation à l'*Ethephon* dans cette classe par rapport aux deux autres. En outre, la comparaison des réponses des clones à la stimulation ayant

été réalisée à l'intérieur des classes métaboliques et non entre celles-ci, la non prise en compte de clones à métabolisme élevé ne semble pas affecter les analyses effectuées.

Les clones étudiés au moment de la mie en place de l'essai en 1979, étaient représentatifs des différentes classes métaboliques étudiées. Ces clones à fort potentiel introduits d'Asie ont été évalués du point de vue de leur comportement agronomique dans les conditions écologiques de la Côte d'Ivoire. Ces clones ayant manifesté des caractères rédhibitoires tels que la casse due au vent (IRCA 22), les maladies de panneau de saignée (TJIR 1) et la coagulation du latex sur l'encoche de saignée (WAR 4) ont été déclassés et sont donc peu plantés en Côte d'Ivoire.

5. Conclusion

La présente étude a montré que des clones ont exprimé des réponses différentes au sein des classes d'activité métabolique modérée et lente, suite à la stimulation à l'*Ethephon*. Ainsi, dans chacune de ces deux classes deux groupes distincts de clones ont été mis en évidence : ceux présentant une réponse à la stimulation proche du clone GT 1 et ceux ayant une réponse à la stimulation voisine du clone PB 235. Ces derniers ont enregistré une réponse relativement plus élevée à la stimulation à l'*Ethephon* en comparaison des autres clones de la même classe métabolique. Ils peuvent être donc considérés comme étant différents du point de vue métabolique. De tels clones semblent présenter des capacités à répondre plus favorablement à la stimulation à l'*Ethephon* que les autres.

Au regard de la différence de réponse à la stimulation à l'*Ethephon* constatée au sein des classes de clones à activité métabolique modérée et lente, des études ultérieures mériteraient d'être conduites. Celles-ci porteraient sur l'affinement des caractéristiques métaboliques des clones d'une classe métabolique donnée, soit par la mise en œuvre d'expérimentation prenant en compte un grand nombre de clones métaboliquement identiques, soit par l'analyse des protéines des différents compartiments du latex. Ces études pourraient porter sur un nombre plus élevé de clones d'hévéa créés ou en cours de création à la station de recherche de

Bimbresso. Les clones à métabolisme actif devront également faire l'objet d'étude similaire, le but ultime étant d'affiner la typologie de fonctionnement

Remerciements

Nous tenons à remercier les initiateurs des essais exploités, à savoir messieurs Hyacinte Legnate, Gnagne Yedoh Michel et André Clément Demange, tous de l'ex Idefor / DPL.

Références citées

- Ashwel, G., 1957. Colorimetric analysis of sugars. *Methods in Enzymol.*, **3** : 73-105.
- Boyne, A.F. and Ellum, G.I., 1972. A methodology for analysis of tissue sulfhydryl components. *Anal. Biochem.*, **46** : 639-653.
- Eschbach, J.M. Roussel, D. Van de Sype, H. Jacob, J.L. & d'Auzac, J., 1984. Relationships between yield and clonal physiological characteristics of latex from *Hevea brasiliensis*. *Physiol. Vég.*, **22**: 295-304.
- Gohet, E., Lacrote, R., Obouayeba, S. & Commère, J., 1991. Tapping systems recommended in West Africa. In Rubber grower's conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 22-24 July 1991. *Rubber Research Institute of Malaysia*, p. 235-254.
- Gohet, E., 1996. La production de latex par *Hevea brasiliensis*, relation avec la croissance. Influence de différents facteurs : origine clonale, stimulation hormonale, réserves hydrocarbonées. Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II, 343 pp.
- Jacob, J.L. Prévôt, J.C. & Kekwick, R.G.O., 1989a. General metabolism of *Hevea brasiliensis* latex (with the exception of isoprenic anabolism). *Physiology of rubber tree latex*. *CRC. Press, Floride*, 470 pp.
- Jacob, J.L. Prévôt, J.C. Roussel, D. Lacrote, R. Serres, E. d'Auzac, J. Eschbach, J.M. & Omont, H., 1989b. Yield limiting factors, latex physiological parameters, latex diagnosis and clonal typology. *Physiology of rubber tree latex*. *CRC. Press, Floride*, 470 pp.
- Kekwick, R.G.O., 1989. The formation of isoprenoids in *Hevea* latex. *Physiology of rubber tree latex*. *CRC Press, Floride*, 470 pp.

- Koffi, K., Edmond, 1995. Recherche de marqueurs moléculaires de la production utilisables en typologie et en sélection clonales chez hévéa *brasiliensis*. Thèse de doctorat de 3^e cycle, université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, n°215, pp 220.
- Lacrotte, R. Van de sype, H. & Chrestin, H., 1985. Influence de l'éthylène sur l'utilisation d u saccharose exogène par les laticifères d'*Hevea brasiliensis*: proposition d'un mécanisme d'action, *Physiol. Vég.*, **23**: 187-198.
- Lacrotte, R., 1991. Etude des relations entre la teneur en sucres du latex et la production. Approche des mécanismes du chargement en saccharose des laticifères d'*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.. Thèse de Doctorat d'Université, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II, 266 pp.
- Low, F.C. & Gomez, J.B., 1982. Carbohydrate status of exploited *Hevea*. I. The effects of different exploitation system on the concentration of the major soluble carbohydrates in latex. *J. Rubber Res. Inst. Malaysia*, **30**: 1-18.
- Prévôt, J.C. Jacob, J.L. Lacrotte, R. Vidal, A. Serres, E. Eschbach, J.M. & Gigault, J., 1986. Physiological parameters of latex from *Hevea brasiliensis*. Their use in the study of the laticiferous system. Typology of functioning production mechanisms. Effects of stimulation. In Int. Meet. Physiol. Expl. Int. Rubb. Res. Dev. Board, Hainan, China.
- Serres, E. Clément-Vidal, A. Prévôt, J.C. Jacob, J.L. Commère, J. Lacrotte, R. & Eschbach J.M., 1988. Typologie clonale des tissus laticifères chez *Hevea brasiliensis*. In: J.L. Jacob and J.C. Prévôt (Editors), Exploitation - Physiologie et Amélioration de l'Hevea. IRCA-CIRAD, Montpellier, pp 231-246.
- Taussky, H. & Shorr, E. 1953. A microcolorimetric method for determination of inorganic phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **202**: 675-685.
- Tupy, J., 1973a. The level and distribution pattern of latex sucrose along the trunk of *Hevea brasiliensis* as affected by the sink region induced by latex tapping. *Physiol. Vég.*, **11**: 1-11.
- Van de sype, H., (1985). Variation saisonnière des paramètres physiologiques du latex chez le GT 1. *Rev. Gén. Caoutch. Plast.*, **87**: 91-95.