

RAPPORT DE MISSION EN THAILANDE

du 14.10 au 10.11.1987

J.L. JACOB - M. de LA SERVE



Institut de Recherches sur le Caoutchouc

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

Télex : 620871 INFRANCA PARIS

S O M M A I R E

Chronologie de la mission

Introduction

I. AMELIORATION DES SYSTEMES DE SAIGNEE

1.1. Visite des plantations

1.1.1. Le milieu

1.1.2. Les systèmes de production

1.1.3. L'hévéaculture

1.2. Les modalités de réalisation de l'étude

2. COOPERATION DANS LE DOMAINE DE LA BIOCHIMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE DU LATEX

2.1. Visite au Rubber Research Center (R.R.C.) HAT YAI

2.2. Coopération avec l'Université Prince of Songkla d'HAT YAI

3. REUNIONS DE L'INTERNATIONAL RUBBER RESEARCH AND DEVELOPMENT BOARD (IRRDB)

3.1. Réunion du groupe phytopathologie

3.2. Réunion des Directeurs et du Board de l'IRRDB

Conclusion

ANNEXES

Cette mission a été réalisée dans le cadre du programme de coopération entre la THAILANDE et la FRANCE, dans le domaine du caoutchouc naturel.

Nous tenons à remercier l'ensemble de nos interlocuteurs thaïlandais pour leur aimable accueil, ainsi que Monsieur PELLAUMAIL et Monsieur LELARGE pour l'organisation de notre mission.

Photo n° 1 : Panneau de saignée (mal saigné puis bien saigné selon le saigneur)





Photo n°2 : Culture intercalaire d'ananas en jeune plantation



Photo n° 3 : "High level tapping system" : 1/3 S ↗ ST
avec saignée à la gouge à long manche
(stimulation sur 3 bandes verticales)

Photo n° 4 : Eclaircissement d'écorce due à une
surrégénération



Photo n° 6 : Vue des feuilles séchées en entrepôt



Photo n° 5 : Séchage des feuilles à l'air



CHRONOLOGIE DE LA MISSION

Jeudi 15 Octobre

Arrivée à BANGKOK

. Après-midi

Services culturels et de coopération scientifique et technique de l'Ambassade de FRANCE. Réunion avec M. PELLAUMAIL, Conseiller culturel, et M. LELARGE, Attaché culturel.

Vendredi 16 Octobre

. Matin

- Ambassade et Poste d'expansion économique (M. PICHET)
- SIAM GULF DEVELOPMENT (M. DREVELLE)

. Après-midi

- Rubber Research Institute of THAILANDE (BANKEN) : MM. PRAWIT et SOMPORN
- Services culturels et de coopération scientifique et technique : M. B. LELARGE.

Samedi 17 Octobre 1987

Programmation de la mission (visite à CHACHENSAO annulée)

Dimanche 18 Octobre 1987

Départ sur HAT YAI, en compagnie de M. PRAWIT

Lundi 19 Octobre 1987

. Matin

Rubber Research Center d'HAT YAI. Aimable accueil par le Dr KASEM, Directeur du RRC.
Plant Science Group (Dr CHOCHCHAI, Dr PATTAMA) et Economic group
Dr WISUT, Dr SOOKMARK...

Aimable invitation à déjeuner par M. PRAWIT en compagnie des chercheurs.

. Après-midi

- Université Prince of Songkla, Département de Biochimie de la Faculté des Sciences : Dr RAPEPUN

- Projet franco-thaï sur les systèmes agraires, Faculté des Ressources Naturelles - M. G. TREBUIL.

Aimable invitation à dîner par le Dr KASEM.

Mardi 20 Octobre

En compagnie du Dr RAPEPUN et du Dr DHIRAYOS, visite au Dr SANNONG, Responsable du Département Développement Rural de l'Université Prince of Songkla.

Aimable invitation à déjeuner par le Dr SANNONG.

Mercredi 21 Octobre

- Réunion avec M. CHAKARN, Directeur du projet H.T.L.S. et visite de plantation villageoise

- Invitation de M. TREBUIL

- Rubber Research Institute
. Plant-Science group
. Documentation

- Rencontre avec M. MC EWEN, consultant de Harrison and Fleming pour le projet H.T.L.S.

Aimable invitation à dîner par M. et Mme TREBUIL.

Jeudi 22 Octobre

. Matin

Réunion avec Dr PRASERT et M. TREBUIL

. Après-midi

- Visite de la plantation de TEPA (P.S.U.)

- Arrivée à PATTANI. Accueil par le Dr PAN YAUNLEE et le DR BOONTHAM NITHI UTHAI et Mrs NITHI UTHAI

- Réunion de travail avec Dr NITHI UTHAI, Mrs NITHI UTHAI, Dr KNOPARAT et M. SOMSAK.

Invitation à dîner par les anciens de l'Université de CHULALONKORN, en présence du Gouverneur de la Province.

Vendredi 23 Octobre

. Matin et après-midi

Visite de plantations villageoises dans la région de YALA avec le Dr KNOPARAT.

Aimable invitation à dîner par le Dr BOONTHAM

Samedi 24 Octobre 1987

. Matin

Visite de plantations villageoises dans la région de NARATIWAT avec le Dr KNOPARAT.

. Après-midi

Réunion de travail avec le Dr BOONTHAM, Mrs NITHI UTHAI, Dr KNOPARAT M. SOMSAK.

Dimanche 25 Octobre

Départ sur HAT YAI et PHUKET, en compagnie du Dr NITHI UTHAI.

Accueil par M. CHITIPONG et Mme THANES.

Lundi 26 Octobre

. Matin

Réunion avec M. SUMON, Directeur du Phuket Community College et de son Directeur adjoint.

Visite de plantations avec M. THANES.

. Après-midi

Réunion avec Monsieur le Directeur de l'ORRAF.

Mardi 27 Octobre

. Matin

Visite d'une plantation villageoise avec les agents de l'ORRAF et Monsieur CHITIPONG.

Entretien avec la Compagnie CHINTEK et visite des plantations.

. Après-midi

Visite des systèmes agraires avec M. BOULBET, géographe et ethnologue de l'Ecole Française d'Extrême-Orient.

Mercredi 28 Octobre

Visite de plantations villageoises avec M. CHITIPONG.
Dîner avec M. SUMON, M. et Mme CHITIPONG.

Jeudi 29 Octobre

. Matin

Départ sur HAT YAI

. Après-midi

Réunion de travail avec Dr RAPEPUN, Dr DIRHAYOS, Pr d'AUZAC.

Vendredi 30 Octobre

. Matin

Réunion avec Pr d'AUZAC

Départ sur BANGKOK

. Après-midi

Rendez-vous avec M. PICHET. Poste d'Expansion Economique.

Réunion de synthèse avec M. LELARGE, adjoint du Conseiller Culturel,
en compagnie du Pr. d'AUZAC et de M. DHE.

Samedi 31 Octobre

Aimable invitation à déjeuner par le Dr KRISDA SUSHIVA et son épouse,
en compagnie du Pr. RIESS et du Pr. d'AUZAC.

Départ sur CHIANG MAI.

Du 2 au 6 Novembre

Réunions IRRDB

Vendredi 6 Novembre

. Après-midi

Réunion de synthèse avec le Dr SANIT SAMORSON, Directeur du RRIT et
M. de LIVONNIERE.

Samedi 7 Novembre

CHIANG MAI - BANGKOK
BANGKOK - PARIS

INTRODUCTION

La mission réalisée en Octobre 1986, dans le cadre du Ministère des Affaires Etrangères par H. de LIVONNIERE et M. de LA SERVE avait permis d'identifier deux domaines de coopération possibles entre la THAILANDE et la FRANCE, en matière de caoutchouc naturel :

1. Amélioration de la qualité du caoutchouc et transformation locale du caoutchouc.
2. Augmentation du revenu du planteur villageois par l'amélioration des systèmes d'exploitation pratiqués. Pour ce deuxième point, une étude préalable de fonctionnement des exploitations est nécessaire.

L'objectif de cette mission était donc de préciser les modalités de réalisation de cette étude.

En outre, cette mission avait pour objectif de faire le point sur les recherches en matière de Biochimie appliquée à la physiologie de l'hévéa, et de voir les possibilités de coopérer pour l'avancement de ces recherches.

Enfin, cette mission nous a permis de participer du 1er au 7 novembre aux réunions internationales de l'International Rubber Research and Development Board (IRRDB) à CHIANG MAI.

I. AMELIORATION DES SYSTEMES DE SAIGNEE

En octobre 1986, au cours de brèves visites, il avait été constaté :

- un faible revenu du planteur villageois (de l'ordre de 30 bahts/jour)
- une forte consommation d'écorce entraînant une diminution de la durée d'exploitation des arbres (la consommation d'écorce est importante à chaque saignée et le nombre de saignées annuel varie de 130 à 200).

Il avait donc été proposé une étude socio-économique des exploitations, afin de bien adapter les innovations techniques aux objectifs et aux contraintes des planteurs.

Au cours de cette mission, nous avons donc visité des plantations dans les provinces de SONGKLA, YALA, NARATHIWAT et PHUKET ; nous avons aussi recherché les interlocuteurs possibles pour appuyer cette étude et défini les modalités de réalisation.

1.1. Visite des plantations

Compte-tenu des contacts établis au cours de notre précédente mission, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux provinces à dominance hévéa situées près de HAT YAI, PATTANI et PHUKET.

Les provinces de YALA, NARATHIWAT, SONGKLA et PHUKET ont donc été retenues et la mission a pu avoir un aperçu de l'hévéaculture dans ces provinces. Les fiches de visite figurent en annexe. (Cartes n° 1,2,3 et 4).

Il importait d'appréhender ou d'approcher les principaux facteurs de variabilités écoclimatiques, techniques ou socio-économiques.

1.1.1. Le milieu

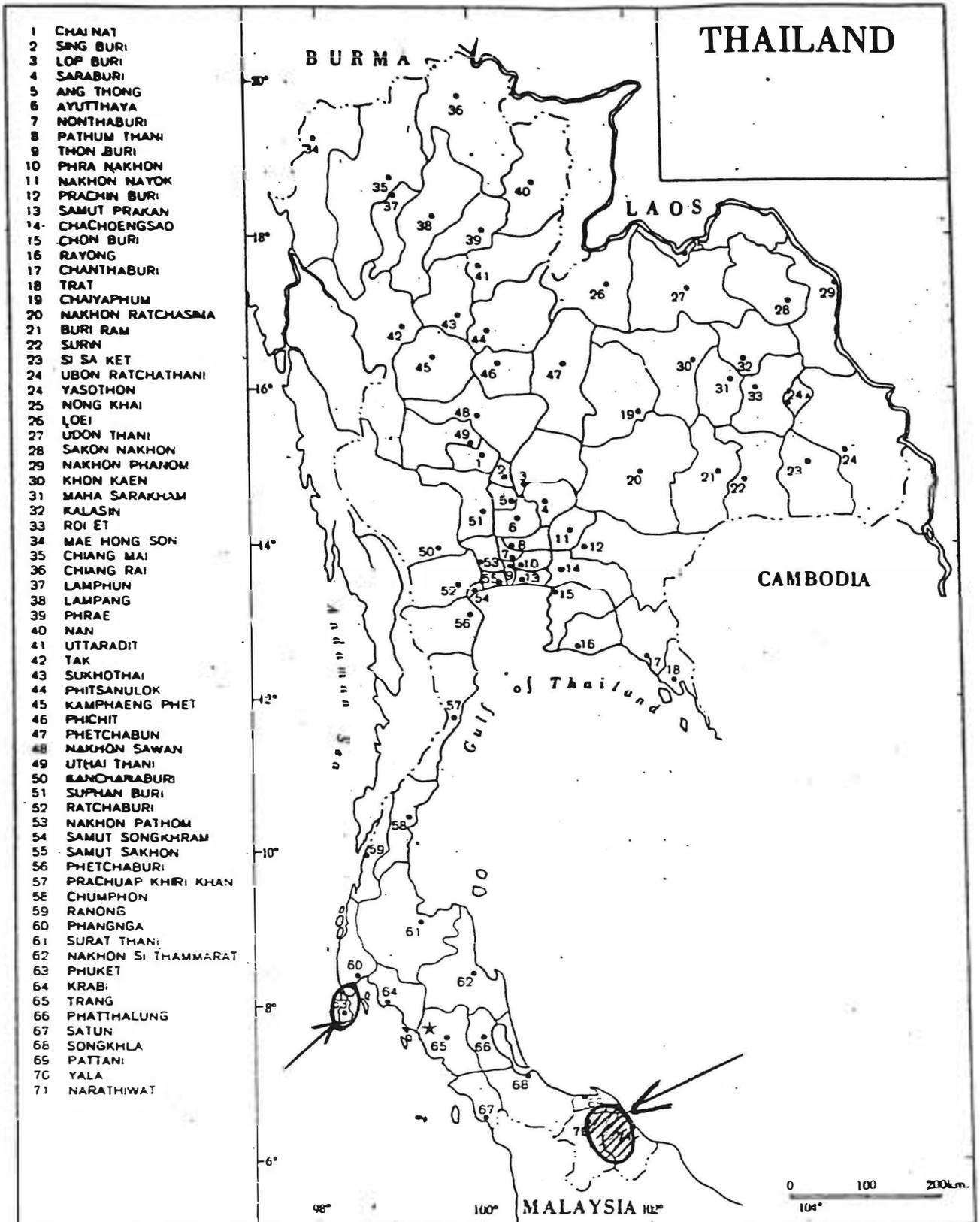
La région sud de la THAILANDE est comprise entre la latitude 5°10' et 10°80'N.

- le climat

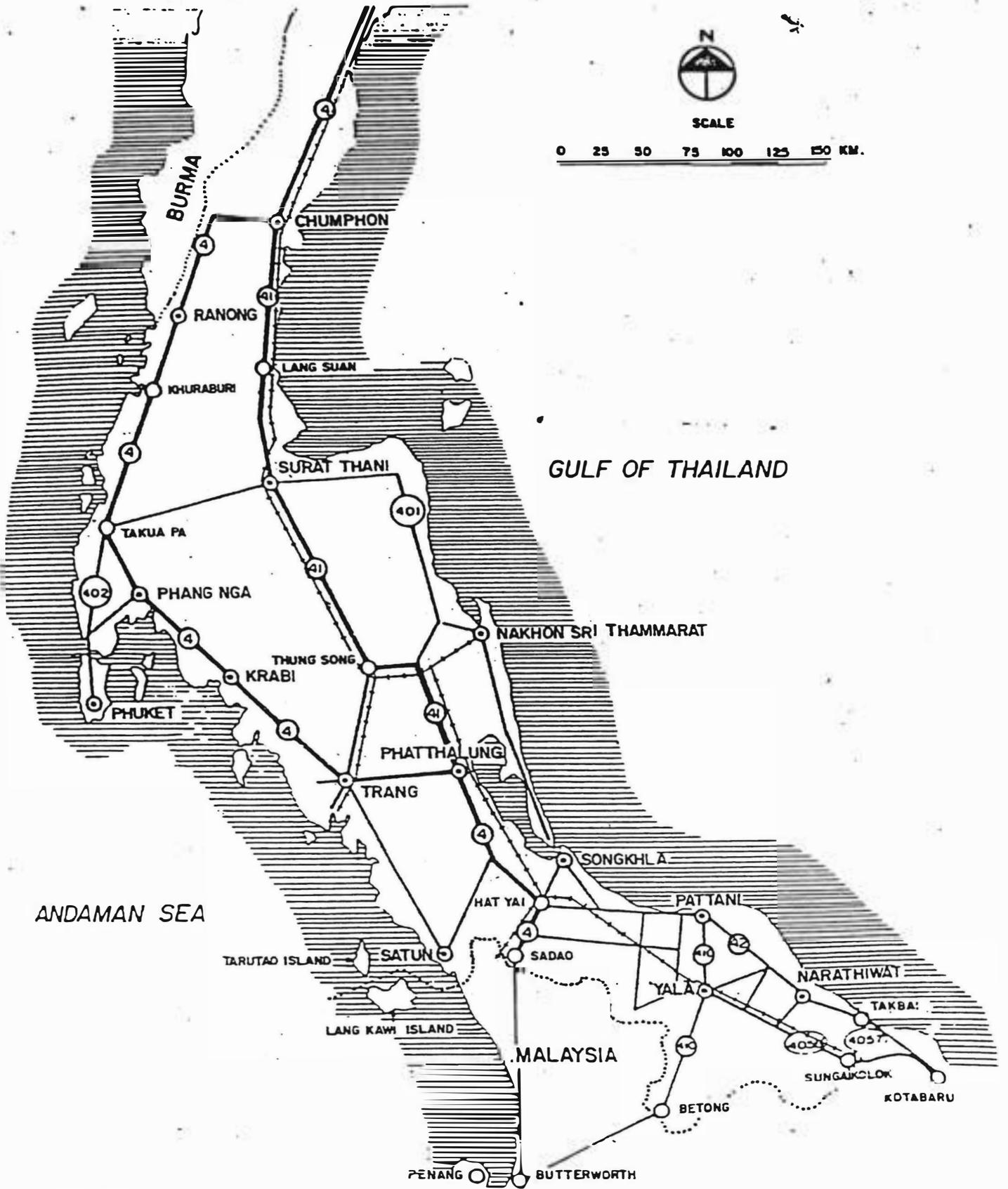
De façon générale, les saisons sont réparties ainsi :

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| · saison pluvieuse | : mi-mai à mi-octobre |
| · hiver | : mi-octobre à mi-février |
| · été | : mi-février à mi-mai |

Cependant, les variations sont importantes entre la côte ouest et la côte est de la péninsule. Ainsi, la pluviométrie totale est plus importante et la saison des pluies plus précoce et plus courte sur la côte ouest. Les vents de mousson affectent le régime des pluies : vent du sud-ouest de mai à septembre, vent du nord-est d'octobre à février et vents du sud-est de février à avril.

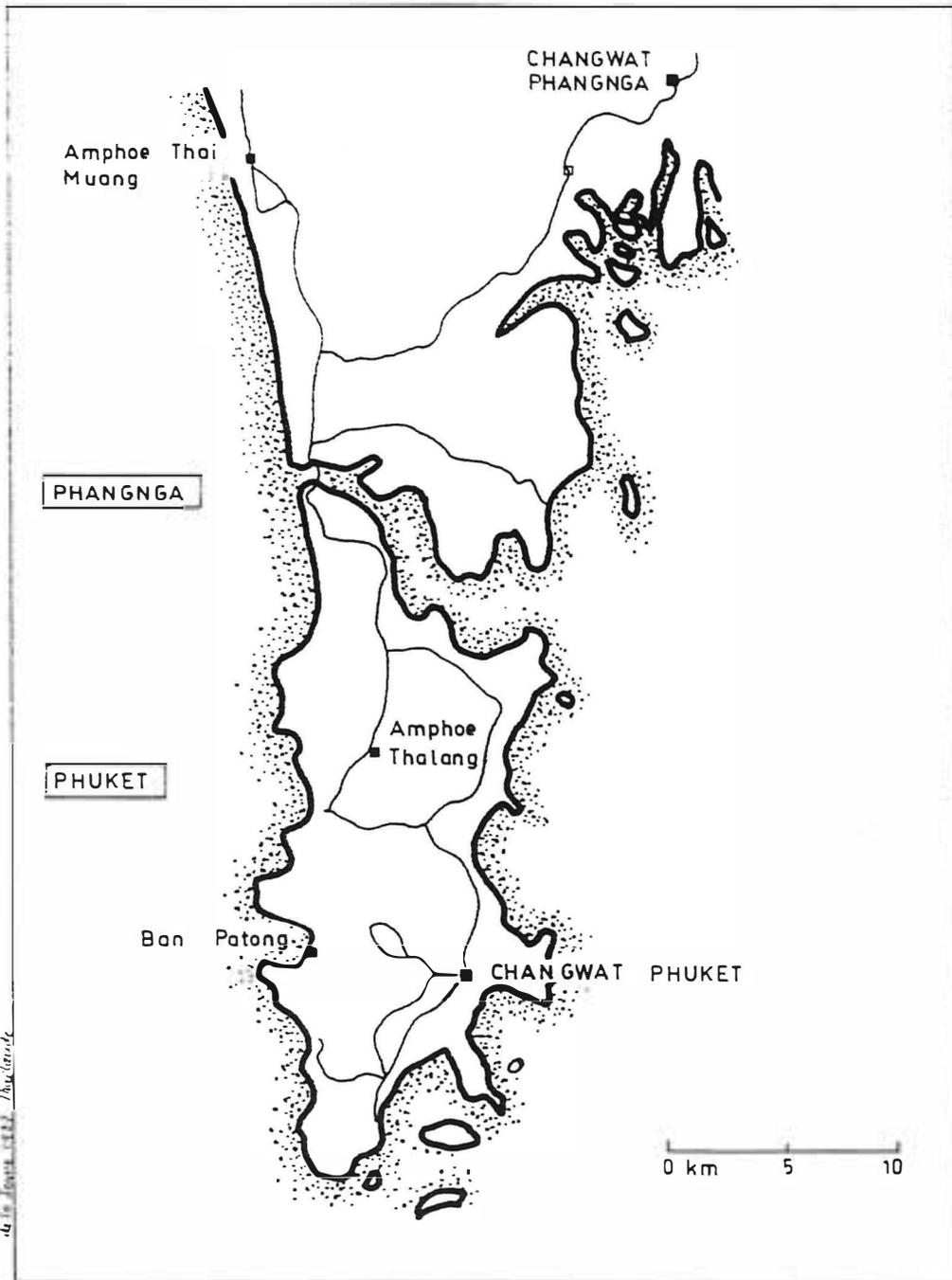


Carte n° 1 : Localisation des Provinces de NARATHIWAT - YALA et de PHUKET - PHANGNGA

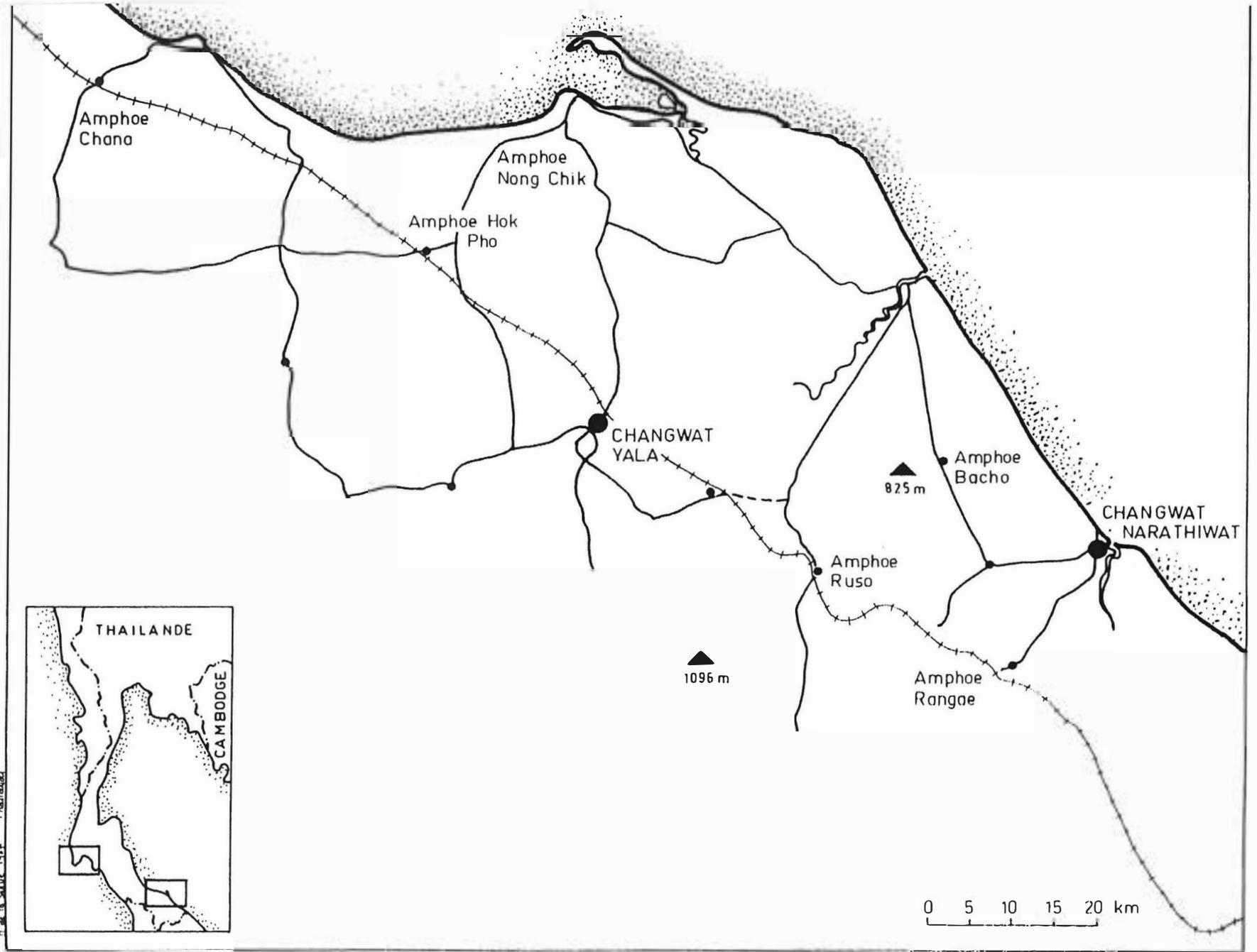


Source : HIGHWAY DEPARTMENT

Carte n° 2 : Réseau routier



Carte n° 3 : Province de PHUKET



Carte n° 4 : Provinces de YALA et de NARATHIWAT

Ces variations dans la précocité de la saison des pluies peuvent avoir des répercussions importantes sur la sensibilité aux maladies des hévéas, sur les contraintes en force de travail...

La pluviométrie a une incidence particulièrement importante sur l'exploitation des hévéas.

Années	PHUKET		NARATHIWAT		YALA		SONGKLA	
	mm	Nb de j	mm	Nb de j	mm	Nb de j	mm	Nb de j
1980	2605	186	2405	158			1710	154
1981	1692	146	2345	152			2228	126
1982	2064	164	1776	164	1936		1861	161
1983	2482	147	2455	169	2393		2101	150
1984	2568	183	2682	200	2160		2291	162
1985	2470	179	2393	209			2026	176
1986	3154		2215				1860	

Tableau n° 1 : pluviométrie annuelle
(Meteorological Department)

Il y a donc entre 120 et 200 jours de pluies par an. Les autres paramètres climatiques ne nous ont pas semblé être des facteurs de variabilité importants.

- Les sols et le relief

Les sols appartiennent aux classes suivantes :

- . Low-humic gley soil and grey podzolic soil
- . Low-humic gley soil and red-yellow podzolic soil with laterite
- . Sols marécageux (NARATHIWAT)
- . Regosols (dunes)
- . Sols alluviaux récents.

L'hévéaculture est localisée essentiellement sur les deux premiers types de sols pour lesquels le niveau de fertilité est faible.

Par contre, le relief sera un facteur de variabilité à prendre en compte, en particulier à PHUKET, où existe une véritable hévéaculture de montagne.

1.1.2. Les systèmes de production

Les caractéristiques générales des différentes provinces sont indiquées dans le tableau n° 2. Globalement, la région sud est une région à composante hévéa et riz. La superficie en hévéa est de 8 millions de raï. Après le caoutchouc, la pêche est la deuxième source de revenu de la région sud.

Tableau n° 2 : Données générales sur les Provinces visitées

Province	NARATHIWAT	YALA	SONGKLA	PHUKET
(district (Amphoe)	11	6	10	3
Nombre de (district (Tamboun)	74	55	120	17
(villages	459	292	913	104
Superficie en km2	4 475	4 521	7 394	5 430
Répartition (relief) %				
Montagne	31	71	19	83
Terrain plat	57	29	78	4
Terrain immergé	11	-	-	2
Population (1986)	504 857	306 362	1 008 198	148 980
Nombre de familles	88 828	55 272	218 663	29 299
Superficie totale (rai)*	2 797 144	2 825 674	4 621 181	339 396
dont				
. Foret	551 204	796 748	600 435	28 111
. Habitat	32 798	12 065	52 247	3 089
. Riz	241 299	84 719	746 535	12 912
. Autres cultures annuelles	4 310	722	8 379	379
. Cultures pérennes	595 501	556 458	992 070	102 512
. Légumes/fleurs	595	181	2 565	606
. Autres	5 013	2 972	10 163	4 775
. Non classées	1 320 633	1 345 140	2 172 096	184 797
. Prod riz ?	68 849	16 509	93 600) 2 737
?	5 274	118	11 811)
(t 1984/1985)				
. Elevage (u) buffaloe	12 261	11 595	10 784	2 688
vache	72 043	34 995	172 483	750
cochon	17 460	7 729	86 048	4 813
Superficie moyenne des Unités de production (rai)	19.6	20.2	18.6	20.2
Hévéa (rai, 1985)	941 000	820 000	1 408 000	90 000
G.M.O.*	1	54/1206	80/2159	(+ 398 000 : Pong-nga)
Revenus moyens (1983,bath)	12 884	16 912	17 653	38 989

* Groupement Marketing Organisateur (nbre/membres)

Sources : Registration Division, Ministry of Interior

Almanach 1987

National Statistical Office

Les terres appartiennent* le plus souvent aux paysans.

Au niveau du calendrier cultural, hévéaculture et riziculture sont complémentaires :

- mise en place du riz et entretien pendant la saison des pluies peu favorables à la saignée,

- récolte du riz en Février/Mars, au moment de la défoliation/refoliation de l'hévéa (arrêt de saignée).

1.1.3. L'hévéaculture

- Données générales

	SONGKLA	YALA	NARATHIWAT	PHUKET
Superficie totale (1979) (000 rai)	1499	937	885	555
Superficie (1984, 000 rai)	482	293	390	217
(1) Nombre de propriétaires	58021	-	49664	22634
Replantation prévue de 1985 à 1988 (000 rai)	157	113	85	67

(1) Replantation

Tableau n° 3 : superficie totale et replantée

Les superficies replantées doivent représenter dans les provinces qui nous intéressent 40 à 50 % de la superficie totale en hévéa. Et, sur ces replantations, on peut estimer dans un premier temps à 50 % la superficie en saignée. Ces chiffres seront précisés ultérieurement.

Le type de matériel végétal et l'âge des arbres seront des paramètres importants à prendre en compte pour le choix de l'échantillon des exploitations.

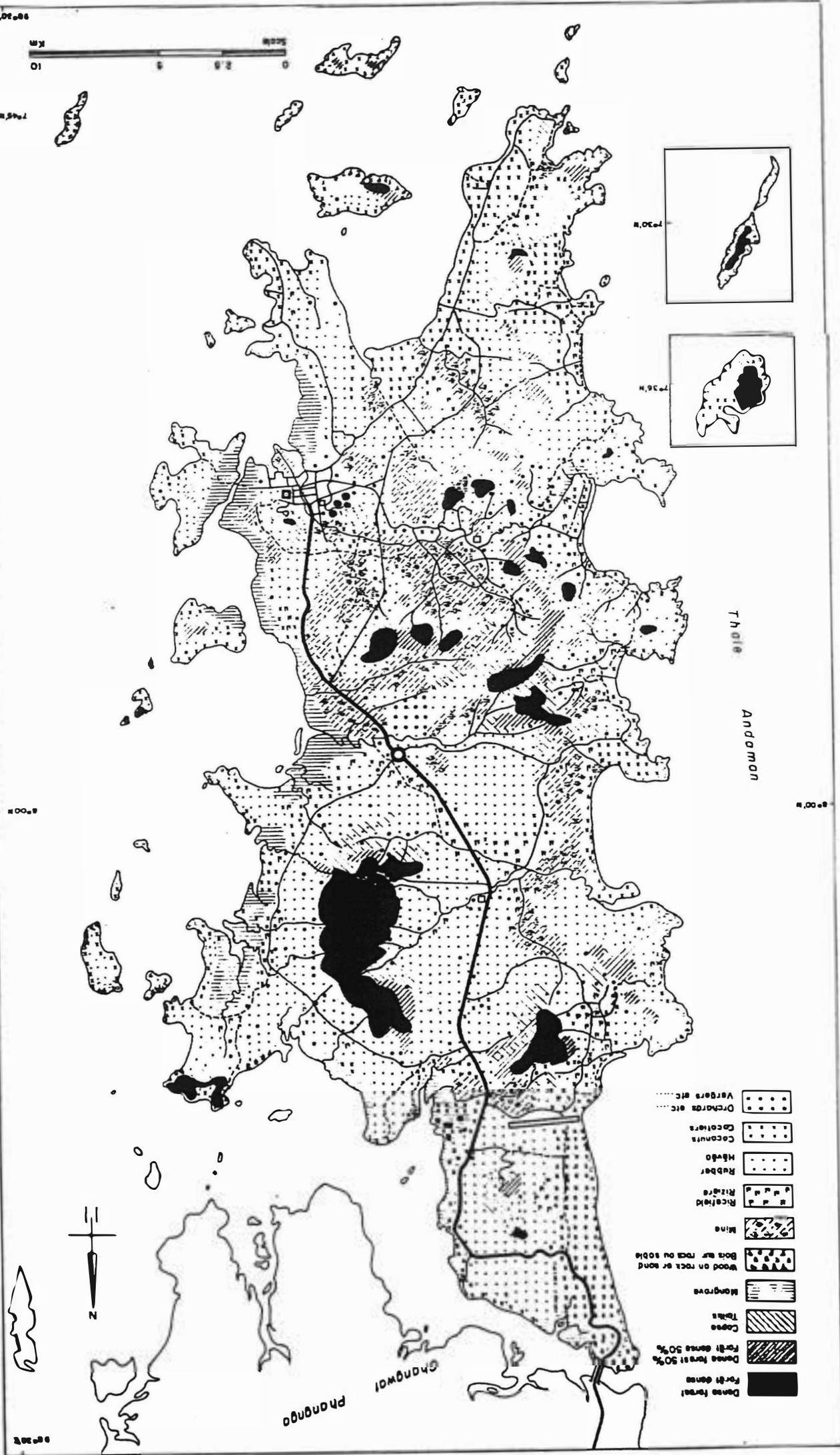
La répartition spatiale des plantations et des replantations sera aussi à appréhender (J. BOULBET a établi la localisation des plantations pour la province de PHUKET, carte n° 5).

* Il faut différencier le permis de réserve (bai-jong), le certificat d'exploitation (nor-sor) et le titre d'action (chanode tidin) - (Somyot Thungwa, 1986)

Scale
0 2.5 5 10
Km

7°45' N

8°20' N



- Dense forest
- Dense forest 50%
- Forest 50%
- Coppice
- Mangrove
- Wood on rock or sand
- Soil on rock or silt
- Mine
- Ricefield
- Rubber
- Hibiscus
- Coconut
- Orchards etc.
- Vergers etc.

Thaïe
Andaman

Phangnga
Phangwa

Carte n° 5 : Occupation des sols - Province de PHUKIET
(d'après J. BOUBERT)

Le RRIM 600 est le clone le plus souvent planté sauf sur la côte ouest, pour cause de sensibilité au phytophthora, où le GT1 est recommandé. En plantation industrielle, les clones plantés sont plus diversifiés : PB 311, PB 235, BPM 24...

La taille des plantations d'hévéas avoisine le plus souvent 10 rai.

Les enquêtes réalisées par le RRC d'HAT YAI donnent des éléments sur les conditions socio-économiques des planteurs d'hévéas.

La répartition des plantations selon le type de main-d'oeuvre met en évidence l'importance de la main-d'oeuvre familiale dans la région de YALA.

Cependant, le métayage est souvent de règle dans les plantations villageoises, même en cas de main-d'oeuvre familiale.

Dans les grandes plantations (PHUKET), les saigneurs peuvent être des salariés à la journée ou au kg de caoutchouc produit.

Le mode de rétribution du saigneur sera un paramètre important à prendre en compte.

Superficie (rai)	Province	Main - d'oeuvre			Nombre d'explo- tation
		Familiale	Salariée	Familiale et salariée	
< 11	SONGKLA	66	13	20	30
	YALA	81	12	6	25
11 - 25	SONGKLA	79	13	7	55
	YALA	82	12	5	47
26 - 50	SONGKLA	62	25	12	16
	YALA	68	28	4	26

Tableau n° 4 : Répartition des plantations selon le type de saignée dans les provinces de SONGKLA et YALA (Enquête 1986 RRC)

Les revenus proviennent essentiellement de la vente du caoutchouc ; cependant, pour les petites exploitations, les revenus extérieurs ne sont pas négligeables (tableau n° 5).

Superficie (rai)	Caoutchouc	Autres revenus agricoles	Salaires Gouvernt	Autres salaires	Autres
< 11	61,1	6,7	14,6	13,4	4,1
11 - 25	81,5	2,4	1,8	9,4	4,8
25 - 50	85,5	2,1	5,3	3,5	3,5

Tableau n° 5 : Origine des revenus (1986, YALA, NARATHIWAT. 199 U-P)

Les dépenses (tableau n° 6) pour l'alimentation sont les plus importantes, cependant les dépenses agricoles peuvent être importantes pour les exploitations les plus grandes.

Superficie	Alimen- tation	Vetement	frais médicaux	scolarité	dons	agricul- ture
< 11	65,6	6,4	3,9	8,1	4,4	11,3
11 - 25	59,9	5,4	3,3	7,5	3,7	20,2
25 - 50	40,6	4,1	3,0	11,6	3,7	37,0

Tableau n° 6 : répartition des dépenses (enquête 1986, YALA et NARATHIWAT. 199 U.P.)

Sur cet échantillon, 42 % des unités de production sont endettées (17 350 b/an) ; les dettes sont à 65 % dues aux offices gouvernementaux et aux banques.

- Les systèmes d'exploitation

Les visites que nous avons faites dans la région d'HAT YAI, de PATTANI, YALA, NARATHIWAT et dans l'île de PHUKET nous ont permis de dégager quelques caractéristiques générales concernant les systèmes d'exploitation utilisés.

. La fréquence de saignée

Le Rubber Research Center (R.R.C.) recommande une saignée tous les deux jours. Cependant, à l'exception de quelques rares compagnies qui suivent cette préconisation, l'ensemble des petits planteurs (plus de 90 % de l'ensemble) saignent leurs hévéas quotidiennement, ou parfois trois jours consécutivement avec un jour de repos (d/1 3d/4).

Il faut noter que les arbres ne sont exploités que si leur écorce est sèche. Une pluie nocturne supprime donc le plus souvent la saignée, qui est d'ailleurs très matinale ; elle peut commencer dès minuit, en fonction de la tâche du saigneur, et se fait le plus souvent à la lampe acétylène. Elle n'est pas récupérée dans la matinée, même s'il fait beau.

Le manque de relevés, ou l'aspect secret des informations relatives à la production chez les planteurs de moyenne importance (taxe sur le revenu), rend difficile le décompte du nombre mensuel ou annuel de saignées et de la production.

Les arbres ne sont pas exploités durant la défoliation/refoliation, c'est-à-dire un mois ou parfois deux mois, en février ou mars. Cette pratique est générale.

Le nombre de saignées semble pouvoir varier, selon les conditions, de 140 à 210. De toute manière, la fréquence de saignée est dans tous les cas très élevée.

La faiblesse de la superficie semble être une contrainte psychologique à la réduction de fréquence (impossibilité d'organiser des alternances et nécessité de saignée tous les jours).

. La longueur d'encoche

Le R.R.C. préconise 1/2S pour les arbres de 50 à 70 cm de circonférence, 1/3S pour les arbres de 70 à 90 cm de circonférence et 1/4S pour les arbres dont la circonférence est supérieure à 90 cm.

Sur le terrain, nous avons constaté que le plus souvent, les arbres sont saignés en S/2 ou S/3. Chez un petit planteur, une diminution de longueur d'encoche de S/2 en S/3 a pu être observée, indiquant une recherche certaine d'une technique plus appropriée, ou une conformation à une recommandation (R.R.C. ?). Chez un autre, la longueur d'encoche S/3 était déjà pratiquée par la génération précédente.

. Conduite et utilisation des panneaux

Les panneaux sont saignés sans aucune alternance. Ouverts assez haut, à 1 m 50 (le R.R.C. recommande 1m 25), ils sont, du fait même de la saignée quotidienne et de la faible qualité de celle-ci, très rapidement exploités. Le plus souvent, la descente de panneau est supérieure à 40-50 cm par an. Quelquefois, deux ans suffisent pour "utiliser complètement un panneau", ce qui correspond à quelques 70 cm d'écorce utilisée chaque année.

Dans ces conditions, il est normal que la "vie économique" de l'hévéa soit très courte et ne dépasse guère 15 à 18 ans. Afin de prolonger cette vie économique, le R.R.C. a lancé un programme pour promouvoir la saignée stimulée remontante en S/3 ou S/4 sur panneau haut, avec un couteau à long manche (cf. annexe Rubber smallholders yield improvement project, Annual Report RRIT 1986). Il faut remarquer que la saignée sur le porte-greffe est couramment appliquée.

. La qualité de la saignée

Elle n'est pas toujours très bonne, des blessures induisant une régénération de panneau très irrégulière et préjudiciable à son exploitation ultérieure. C'est d'après le R.R.C. et surtout l'O.R.R.A.F. un point crucial majeur de l'exploitation.

Cependant, nous avons pu voir assez souvent des arbres relativement bien (et quelquefois très bien) saignés. A noter toutefois que, si la profondeur d'encoche est correcte, l'épaisseur de l'écorce enlevée est trop importante, ce qui est une des raisons, avec la fréquence élevée de saignée, de l'utilisation très rapide du panneau.

Il faut remarquer que ce défaut est encore accru lorsque la saignée remontante (technique difficile à mettre en oeuvre) est employée ; d'autant que, pour les vieux arbres, la dureté de l'écorce nécessite une dépense de force supplémentaire néfaste à la précision de l'opération.

. La stimulation

Elle n'est utilisée que sur vieux arbres, avant l'abattage. Sur le panneau haut et en saignée remontante, elle est faite sur trois bandes verticales de 20 cm de haut et deux de large, aux extrémités et au milieu de l'encoche, à l'aide d'une solution à base d'Ethrel de 2,5 % de matière active dans l'huile de palme.

. L'encoche sèche

L'encoche sèche se manifeste d'une manière non négligeable et semble toucher en moyenne 10 % des arbres (arbres totalement improductifs). Cette maladie se présente sous toutes les symptomatologies qui ont été identifiées en COTE D'IVOIRE, et notamment la nécrose phloémique, le brown bast non déformant et déformant, accompagnés de désquamation, etc.

Si dans certains cas, les panneaux hauts semblent être restés sains et productifs, dans d'autres, la maladie s'y est aussi propagée. Si beaucoup de cas d'encoches sèches sont isolés, il est aussi possible d'observer sur une même ligne 2 ou 3 arbres voisins qui sont atteints par la maladie.

Les planteurs assurent qu'après un certain temps, 2 ou 3 ans, ces arbres peuvent être saignés de nouveau. Il faut remarquer à cet égard, comme nous l'avons déjà observé expérimentalement, qu'effectivement les tissus laticifères se régénèrent grâce à l'activité cambiale qui n'a pas cessé de fonctionner. Cependant, le plus souvent, leur remise en exploitation induit de nouveau très rapidement le phénomène d'encoche sèche.

. La production

La production est très difficile à déterminer pour les mêmes raisons qui ont été évoquées dans le paragraphe "fréquence de saignée". Les valeurs qu'on essaie d'estimer sont très subjectives. Cependant, eu égard aux conditions d'exploitation, elles doivent être assez faibles ; ceci est confirmé par les chiffres obtenus dans le cadre du projet concernant l'amélioration de la production chez les petits planteurs. Il y est fait état de 120 à 135 kg par rai et par an, soit 720 à 780 kg par ha et par an (cf. annexe 2). Exprimé en production moyenne par saignée et par arbre, cela représente environ 15 g de caoutchouc et une quarantaine de ml de latex.

Une résultante de cet état de fait est un écoulement qui doit s'arrêter très certainement assez rapidement (3 à 4 heures après la saignée), avec pour conséquence peu de fond de tasse. À noter que la qualité du caoutchouc produit essentiellement des feuilles non fumées, séchées une semaine à température ambiante, avant d'être vendues au "dealer" semble globalement de bonne qualité.

. Les conséquences de ce type d'exploitation

Au plan physiologique, il ne fait aucun doute que les arbres saignés quotidiennement, même si ce rythme est plus ou moins coupé par les pluies ou le repos annuel lors de la défoliation, sont des arbres sur-exploités.

En effet, la production est limitée par deux facteurs majeurs. Le premier est la durée de l'écoulement, et le second la régénération du matériel cellulaire perdu par les laticifères lors de la saignée. Or, cette régénération nécessite du temps. L'expérimentation sur des hévéas du clone GT1 non stimulés a montré qu'il fallait 4 jours entre deux saignées pour que les arbres produisent au maximum. Si la limitation induite par les mécanismes d'arrêt de l'écoulement est levée par l'utilisation de la stimulation (emploi de l'Ethrel générateur d'éthylène), la production augmente, mais il faut 9 à 10 jours de latence pour que les hévéas donnent le maximum de latex, signe d'une régénération menée à terme au sein des laticifères.

En conséquence, la sur-exploitation par une saignée quotidienne ne permet pas à l'arbre d'exprimer et de très loin son potentiel maximal de production, malgré le nombre élevé de récoltes. L'arbre n'a pas le temps de régénérer suffisamment son contenu laticifère qui, il faut le rappeler, est un contenu cellulaire stricto sensu. En outre, la reconstitution intralaticifère de la pression osmotique, moteur de l'écoulement, est probablement aussi insuffisante. Comme nous l'avons dit, les productions semblent et sont en général probablement assez faibles.

* Cependant, sur des arbres jeunes, des productions tout à fait correctes peuvent être observées.

Il en résulte aussi une véritable fatigue physiologique de ces systèmes biologiques dont les réserves tendent, dans ces conditions, à s'épuiser, avec comme résultat une apparition de déséquilibres susceptibles de se traduire par l'apparition du phénomène d'encoche sèche. Ce dernier est effectivement important dans les plantations que nous avons visitées. Sur le plan purement physique, l'utilisation dans ces conditions de l'écorce est très rapide et diminue d'autant la vie économique de l'arbre, ce qui est également un grave problème.

. Quelques remarques

Pourtant, malgré cette situation de sur-exploitation, quelques facteurs favorables sont à noter qui contribuent à un certain équilibre dans la situation actuelle.

* La très grande majorité des arbres appartient au clone RRIM 600 (il faut à ce sujet remarquer l'excellente qualité des surfaces replantées que nous avons pu voir et leur bonne homogénéité globale). Ces hévéas qui ont un bon écoulement sont potentiellement hauts producteurs, sans obligation d'être pour cela stimulés. A noter cependant que ce clone est sensible à la casse au vent et que le sud de la THAILANDE n'est heureusement pas une zone de tornade. Mais en est-il de même dans les nouvelles régions hévéicoles envisagées près de BANGKOK ou dans le Nord ?

* La stimulation n'est pas utilisée. Compte-tenu de la sur-exploitation des arbres, c'est une bonne chose car ces derniers sans réserves suffisantes et fatigués physiologiquement répondraient mal, sinon pas du tout aux traitements ; en outre, ils développeraient aussi probablement des syndromes d'encoches sèches, comme l'ont montré des travaux expérimentaux en COTE D'IVOIRE.

* La sur-exploitation est tempérée par des arrêts fréquents de la saignée quotidienne due notamment aux pluies et au repos observé lors de la défoliation. En outre, la longueur d'encoche a tendance à être réduite à S/3, ce qui a aussi pour conséquence importante d'allonger la vie économique de l'arbre.

Il est possible à ce sujet de se demander si la diminution de la longueur d'encoche préconisée par le R.R.C. en fonction de la grosseur de l'arbre et qui a pour logique d'avoir dans tous les cas une même longueur d'encoche, et partant une même aire laticifère drainée est physiologiquement valable.

En effet, plus l'arbre est vigoureux, plus il est apte à produire. Par conséquent, il peut supporter une régénération intense dans une vaste zone de laticifères ; or, une vaste zone ne peut être bien drainée lors de la saignée par une encoche courte et sans stimulation. On peut se demander aussi si la consommation importante d'écorce à chaque saignée, très pénalisante pour l'exploitation n'a pas une contrepartie positive, si minime soit-elle. En effet, il n'est pas impossible que le fait d'enlever une forte épaisseur d'écorce permette par la même occasion d'écarter une zone de stress réactive qui se développe après la saignée et qui est inductrice d'encoche sèche. Cette remarque, en référence à nos observations et travaux réalisés en COTE D'IVOIRE, est confortée par le nombre finalement peu élevée d'encoches sèches eu égard à la très grande fréquence de saignée utilisée.

* La saignée est réalisée tôt et souvent très tôt, à des heures adéquates pour obtenir un écoulement optimal, du fait des conditions favorables d'hygrométrie et de températures. Mais, l'écoulement est relativement court, ce qui s'explique logiquement par une régénération et un rétablissement des conditions de pression de turgescence limités par la fréquence de saignée élevée. Il y a donc peu de fond de tasse dans la production.

Cet équilibre évoqué correspond en quelque sorte à une optimisation toute relative et pragmatique, au niveau paysannal, après plus de 50 ans d'hévéaculture. Il est probablement perçu par les petits planteurs et représente sûrement un frein au transfert des connaissances technologiques inductrices de progrès, tant il est vrai que la crainte de nouveautés néfastes pour cet équilibre si péniblement atteint est grand, dans quelque domaine que ce soit.

Certains planteurs ont sûrement essayé de modifier leurs systèmes d'exploitation, mais dans un cadre mal adapté, non assisté, incertain, insuffisamment prolongé dans le temps ; ils ont obtenu presque à coup sûr des résultats médiocres ou négatifs qui ne les ont pas convaincus. Par exemple, la diminution de fréquence de saignée, associée (ou non) à la stimulation, demande un rééquilibrage physiologique des arbres surexploités. Avant d'obtenir des résultats positifs, il faut en effet, dans ce cas, une reconstitution suffisante de leurs réserves corticales épuisées par la saignée quotidienne.

. Usinage et commercialisation

Le plus souvent, le latex est récolté et usiné par le saigneur, sous forme de feuilles séchées à l'air, pendant 7 à 15 jours. Puis, le caoutchouc est amené à un dealer, à un Group Marketing Organization (G.M.O) ou à l'usine, par le planteur. Le prix d'achat est de 19 à 20 B/kg de feuilles de 10 j.

Pour conclure, sur le plan physiologique, aussi bien que sur celui de l'exploitation rationnelle des hévéas, il semble indispensable de modifier les systèmes actuels d'exploitation en diminuant la fréquence de saignée et en utilisant la stimulation. Ce sont des conditions nécessaires pour permettre à l'arbre de produire plus, tout en protégeant sa potentialité de production par l'utilisation raisonnée de son système laticifère et raisonnable de son écorce.

L'accroissement de la rentabilité du travail de la saignée, point socio-économique d'importance majeure, en sera la première conséquence. En outre, il deviendra possible, dans le cadre de nouveaux projets de plantation, d'utiliser des clones hauts producteurs, mais qui sont sensibles à l'encoche sèche (la sur-exploitation étant un facteur important de ce phénomène), comme le PB 235, ou qui doivent être nécessairement stimulés pour être bien exploités, comme le PB 217.

Il est vrai que les organismes responsables de l'hévéaculture en THAILANDE sont très conscients de ce(s) problème(s). Le R.R.C. et l'O.R.R.A.F. agissent dans ce sens. Ainsi, des stages pour les petits planteurs ont été organisés pour améliorer la qualité de la saignée, car actuellement ce point est d'une importance cruciale.

En ce qui concerne les systèmes d'exploitation, le R.R.C. préconise un système de réduction de fréquence en S/2 d/2, et de réduction de longueur d'encoche selon la grosseur de l'arbre de S/2 à S/4. Ces recommandations très simples, et par conséquent plus facilement transférables sur le terrain, vont dans le bon sens. Cependant, la difficulté de transférer ces techniques en milieu paysannal montre la nécessité d'une approche socio-économique mettant en évidence les différents comportements et motivations des paysans ; des techniques adaptées à chaque type d'agriculteur seront proposées pour améliorer le revenu du planteur et la longévité des arbres.

En outre, il sera nécessaire d'appréhender les effets induits des modifications du système sur la production, le type de produit et les autres activités. Ainsi, une réduction de fréquence de saignée avec stimulation des arbres entraînera une augmentation de la production de fonds de tasse, une modification des horaires de saignée, une réduction du temps disponible pour les autres cultures.

1.2. Les modalités de réalisation de l'étude

- localisation

Après avoir visité les campus d'HAT YAI et de PATTANI de l'Université Prince of Songkla, le Rubber Research Center d'HAT YAI et le PHUKET Community College, il a semblé bon de retenir dans un premier temps les provinces de YALA, NARATHIWAT, puis de PHUKET pour cette étude.

Dans un deuxième temps, et dans le cadre d'une coopération avec P.S.U. d'HAT YAI et le R.R.C., ce travail pourra aussi être effectué dans la province de SONGKLA.

Travailler dans les provinces de YALA, NARATHIWAT et de PHUKET nous a semblé présenter des intérêts complémentaires :

YALA - NARATHIWAT

- THAI - MUSLIM
- faible revenu
- zone à développement prioritaire

PHUKET

- forte variété de situations
- présence de grandes plantations
- diffusion des résultats possible sur PANHGHA
- opportunité de travail extérieur
- hévéaculture de montagne

- structures d'accueil

- . Prince of Songkla University, campus de PATTANI : Dr BOOTHAM et Dr KNOPARAT
- . Phuket Community College : M. SUMON et M. CHITIPONG

- Durée de l'étude

18 mois, dont 14 mois de terrain

- Participation à l'étude

- M. J. IVANOFF et P. LEROUX, E.H.S.S.
Dr KNOPARAT, P.S.U. PATTANI (+ étudiants)
- Appui par - station du RRI
 - Professeur CONDOMINAS (EHSS)
 - Professeur MAZOYER/Dr G. TREBUIL
 - M. de LA SERVE (IRCA)

- Chronologie de l'étude

Avril 1988 : mise en place de l'étude sur YALA/NARATHIWAT

- Pré-enquête
- Echantillonnage réseau léger
 villages permanents

Juin 1988 : mise en place de l'étude sur PHUKET

Possibilité de participation à l'étude sur la province de SONGKLA en
Septembre 1988, avec Dr G. TREBUIL.

Interprétation des données de Juillet à Octobre 1989.

- Financement de l'étude

- Bourses de Recherches pour J. IVANOFF et P. LEROUX
- Fonctionnement : M.A.E. et CIRAD

- Principaux paramètres à étudier

- Type de matériel végétal (clone, âge)
- Teneur de la terre
- Mode de paiement du caoutchouc
- Heure de saignée
- Rattrapage de saignée/saignée empêchée
- Consommation d'écorce
- Nombre de saignées/fréquence de saignées
- Opportunité de travail extérieur
- Alternance/superficie de la plantation
- Dettes/fréquences de saignées
- Dépenses agricoles et revenus

2. COOPERATION DANS LE DOMAINE DE LA BIOCHIMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE DU LATEX

2.1. Visite au Rubber Research Center (R.R.C.) HAT YAI

Le "Plant Science Group" est l'un des dix départements qui constituent le R.R.C. de HAT YAI. Son responsable est le Dr CHOCKCHAI ANEKACHAI. Il est divisé en trois sections : une section "Plant Breeding" (Responsable : Dr SOMPONG SOOKMARK, assisté du Dr WISUT SUKONRAT), une section "Exploitation" (Responsable : Dr CHOCKCHAI ANEKACHAI), une section "Physiologie" (Responsable : Dr PATTAMA CHANATONGKRAM).

Dans le cadre de la section "Plant Breeding", le programme majeur assuré par le Dr WISUT est le criblage de 200 clones issus de la prospection de l'International Rubber Research Development Board en Amazonie (1981), et qui ont été fournis par le Rubber Research Institute of Malaysia. Les paramètres utilisés conduisent à retenir 10 % de l'ensemble. Ils mettent en jeu 3 techniques.

La première a été définie par les Chinois et consiste à évaluer la production de latex lors du sectionnement du limbe foliaire ou du pétiole.

La seconde est également une estimation de la production par piqûre au niveau de la tige, selon une méthode préconisée par le SRI LANKA.

La troisième est d'ordre uniquement biochimique et consiste à déterminer le fonctionnement potentiel d'une enzyme clé de la biosynthèse du caoutchouc (la HMG-CoA réductase). Il semblerait en effet qu'il existe une relation directe entre la production de l'arbre et cette activité biochimique (cf. paragraphe visite du laboratoire du Dr RAPEPUN WITITSIWANNAKUL à l'Université Prince of Songkla de HAT YAI). Ces mesures sont faites par le Dr WISUT, en collaboration et dans le laboratoire du Dr RAPEPUN (Département Biochimie de l'Université).

Les travaux sont en cours. Il serait utile de pouvoir être informé des résultats.

La section "physiology" n'est pas (encore) très active et son programme paraît être, dans bien des domaines, en pointillé. Le potentiel en matériel de laboratoire n'est pas très important. Actuellement, le Dr PATTAMA travaille en histophysiologie sur des comparaisons d'écorces prélevées sur des hévéas de divers clones dont GT1, PB 5/51, PB 28/59, RRIM 600, TJ 17, cultivés en région humide et en région plus sèche. Des différences semblent apparaître qu'il sera intéressant d'analyser.

Sur le plan des projets, le Dr PATTAMA souhaiterait faire de la culture in vitro. A cet égard, un laboratoire équipé d'une manière adéquate est en voie de réalisation. Des expériences dans ce domaine sont d'ailleurs effectuées dans le département de "Phytopathology" par Miss NARISA, qui a fait un stage à l'IRCA en 1987. Les problèmes techniques sont nombreux et les progrès à réaliser importants. Par ailleurs, un programme d'écophysiologie est envisagé, mettant en jeu l'étude de la photosynthèse, des stomates et de leur fonctionnement. Nous avons suggéré que des recherches plus générales sur le rapport eau, sol, plante soient aussi poursuivies. Dans ce cas, et dans la mesure du possible, il serait souhaitable que nous soyons associés à ce programme.

La section "Exploitation" est sous la responsabilité du Dr CHOCKECHAI qui coordonne et qui suit l'expérimentation sur le centre d'HAT YAI, mais également sur les différentes stations du R.R.C. localisées dans le sud de la THAÏLANDE. Les problèmes de "l'ouverture" des arbres en fonction de la maturité de ceux-ci, des différents systèmes de saignée en fonction des clones, de la stimulation dans différentes conditions sont abordés. réaliser importants.

Toutefois, les transferts de résultats dans ce domaine, qui est un domaine critique dans l'hévéaculture thaïlandaise, sont extrêmement difficiles. En effet, la majorité des planteurs sont de petits producteurs possédant quelques rai (10 rai en moyenne, soit 1,6 ha), peu ouverts du fait des contraintes socio-économiques, à l'application de méthodes d'exploitation nouvelles, même si elles doivent s'avérer plus efficaces à tous les points de vue. La saignée usitée, le plus souvent journalière, est en effet un système néfaste, aussi bien au plan physiologique qu'économique de l'arbre.

Pratiquement, seules des normes très simples et très peu nombreuses sont recommandées, afin probablement de permettre leur adoption effective à grande échelle. Il s'agit d'une saignée tous les deux jours en 1/2S pour les arbres dont la circonférence se situe entre 50 et 70 cm, en 1/3S pour ceux dont la circonférence est comprise entre 70 et 90 cm, en 1/4S pour ceux dont la circonférence dépasse 90 cm. La stimulation n'est pas recommandée, sauf avant l'abattage (cf. Le "rubber smallholders yield improvement project, high level tapping system").

Il est évident que le travail de recherches dans ces conditions doit être décourageant dans la mesure où les résultats acquis ont peu de chance d'être utilisés. L'effort à faire dans ce domaine et qui, en tout état de cause, n'est en aucun cas d'ordre technique mais sociologique paraît d'une importance capitale.

Au cours de cette visite du R.R.C., J.L. JACOB a fait, dans un but d'échange d'information scientifique, une conférence pour les collaborateurs du "plant science group". Elle concernait notre approche et nos résultats sur le diagnostic latex et son utilisation comme outil permettant d'apprécier le statut physiologique de l'hévéa et l'estimation de la sur ou de la sous-exploitation. Cet outil devrait être fort utile, ne serait-ce qu'à titre de démonstration de l'inadéquation des systèmes de saignée actuels. Une collaboration avec la THAÏLANDE dans ce sens serait très souhaitable ; elle semble, pour des raisons structurelles, actuellement plus en rapport avec l'Université Prince of Songkla.

2.2. Coopération avec l'Université Prince of Songkla d'HAT YAI (Faculté des Sciences, Département de Biochimie)

Madame RAPEPUN WITITSIWANNAKUL est responsable du Département de Biochimie de l'Université Prince of Songkla à HAT YAI. Son mari, le Dr DHIRAYOS WITITSIWANNAKUL travaille en immunologie dans le Département de Biochimie de la Faculté des Sciences de MAHIDOL à BANGKOK. Nous sommes en relation depuis 1983 et, en 1984, le Dr RAPEPUN a passé 15 jours dans notre laboratoire de MONTPELLIER sur un sujet de recherche commun.

Actuellement, le programme du Dr RAPEPUN est essentiellement orienté sur l'étude d'une étape-clé de la biosynthèse du caoutchouc : la transformation du HMG-Coenzyme A en acide mevalonique par une HMG Coenzyme-A-réductase. Ce travail déjà bien avancé a donné lieu à des résultats très intéressants, tant sur le plan de la connaissance de base de l'enzyme que sur celui concernant son importance dans les mécanismes de la production du latex.

En effet, la réductase a pu être purifiée pratiquement à l'homogénéité protéique (cf. Annexe 1) et ses principales caractéristiques étudiées. Par ailleurs, il est apparu que l'activité potentielle de l'enzyme était différente selon les clones et qu'elle était globalement plus élevée chez les hauts producteurs. Cette relation semble être encore plus nette dans un cadre intraclonal, les bas producteurs présentent effectivement une activité HMG-CoA-réductase d'autant plus faible qu'ils produisent moins et vice versa.

Si ce résultat se confirme, il est évident que ce critère peut revêtir une grande importance en tant qu'outil de sélection, puisqu'il doit permettre de détecter les meilleurs producteurs.

En outre, dans une optique plus lointaine, cette enzyme peut être choisie dans un but d'améliorer du matériel végétal, par l'intermédiaire des technologies en génie génétique. Rappelons qu'un tel programme est déjà engagé par GOODYEAR à AKRON, aux ETATS-UNIS, mais avec une autre enzyme de la synthèse isoprénique : la polymérase (cf. rapport de mission aux ETATS-UNIS, GENER et al., 1987).

Les travaux actuels du Dr RAPEPUN, en collaboration avec le Dr WISUT du RRC, sont de préciser et d'affiner les résultats acquis. Mais la purification de l'enzyme permet aussi de programmer dans un avenir proche l'obtention par le Dr DHIRAYOS d'un "immun serum" pouvant être utilisé pour la mise au point d'un "kit de dosage" sur champ. Ce kit serait d'un intérêt considérable pour l'utilisation pratique de ce critère, dont la mesure est actuellement relativement difficile, longue et coûteuse.

Une action commune de recherche en concertation avec des laboratoires travaillant sur l'hévéa dans le domaine de la biologie moléculaire peut être envisagée dans le cadre d'un projet financé par la C.E.E. Cette proposition déjà évoquée par le Pr d'AUZAC en tant que coordinateur regrouperait les équipes suivantes :

GRANDE-BRETAGNE : Professeur R.G.O. KEKWICK, Département de Biochimie, Université de Birmingham.

FRANCE : Dr J.L. JACOB, Département de Physiologie-Biochimie, IRCA/CIRAD, Montpellier.

Pr J. d'AUZAC, Laboratoire de Physiologie Appliquée, Université de Montpellier II (USTL), Montpellier.

COTE D'IVOIRE : Dr J.M. ESCHBACH, Département Exploitation-Physiologie, IRCA/CIRAD, Abidjan.

Dr H. CHRESTIN, Département de Biotechnologie-Physiologie, ORSTOM, Abidjan.

THAILANDE : Pr RAPEPUN WITITSUWANNAKUL, Département of Biochemistry, Université Prince of Songkla, HAT YAI.

Dr DHIRAYOS WITITSUWANNAKUL, Department of Biochemistry, Université de MAHIDOL, BANGKOK.

Les travaux de l'équipe thaïlandaise entrent, en effet, parfaitement dans les objectifs à moyen et long terme définis pour ce projet :

a) guider les sélectionneurs en prenant en compte le facteur production et sensibilité à l'éthylène dans le choix des parents lors des hybridations ;

b) permettre d'initier des travaux de Génie Génétique en hévéaculture par un choix raisonné des enzymes et des gènes correspondant qu'il conviendrait de cloner et d'introduire dans des protoplastes issus de matériel végétal soigneusement choisi, afin d'obtenir des plantules puis de nouveaux clones d'Hévéa au génome modifié.

Ils présentent aussi un intérêt tout à fait général au plan scientifique, permettant de comprendre le fonctionnement du système laticigène.

La visite du laboratoire du Dr RAPEPUN nous a permis de constater que l'équipement scientifique y est très complet et moderne : ultracentrifugeuse de haute vitesse, spectrophotomètre (U.V. visible) double faisceau, HPLC couplé à un intégrateur sophistiqué, scintillomètre, etc. Des travaux de recherche fondamentale de haut niveau peuvent donc y être réalisés sans problème. En outre, les locaux sont vastes et bien distribués. En ce qui concerne le personnel, le Dr RAPEPUN a une collaboratrice de niveau Ph.D., et deux aides de laboratoire. Elle dirige également deux étudiants qui poursuivent leurs études de Biochimie. Toutefois, les responsabilités qu'elle exerce à l'Université limitent notablement ses activités scientifiques et freinent sans aucun doute la progression de ses travaux.

Dans un autre domaine, le Dr RAPEPUN fait de la culture in vitro de l'hévéa. A court terme, le but est la mise au point d'une méthode de callogénèse utilisable pour l'étude, en collaboration avec son mari, le Dr DHIRAYOS, des phénomènes phytopathologiques et des solutions pour y remédier dans un cadre immunologique. A long terme, il s'agit d'obtenir des techniques d'embryogénèse somatique que le génie génétique implique nécessairement.

L'équipement scientifique concernant ce programme semble très satisfaisant (hotte à flux lumineuse, chambre de culture). Mais les résultats obtenus jusqu'à présent sont très préliminaires.

Dans le cadre des échanges scientifiques financés par l'Ambassade de FRANCE, la venue à PARIS et à MONTPELLIER du Dr RAPEPUN et du Dr DHIRAYOS au cours de l'année 1988 a été programmée. Une visite d'une dizaine de jours permettra de discuter des travaux actualisés dans nos laboratoires respectifs et de préciser notre collaboration, notamment en ce qui concerne l'action thématique programmée, soutenue par la CEE.

3. REUNIONS DE L'IRRDB (International Rubber Research and Development Board)

A l'issue de notre séjour dans le Sud THAILANDE, nous avons pu participer aux réunions IRRDB à CHIANG MAI.

3.1. Réunion du groupe phytopathologie*

Cette première réunion du groupe était orientée sur le *Corynespora Cassicola*, champignon provoquant une maladie de feuilles particulièrement sévère au SRI LANKA sur le clone RRIC 101. Cependant, cette maladie semble s'étendre à d'autres clones.

M. de LA SERVE a présenté une communication de Y. SENECHAL sur le *Colletotrichum* : mise en évidence d'une phase latente et mise au point d'une méthode de lutte. L'application d'Ethrel pour anticiper la défoliation a beaucoup intéressé l'auditoire.

La prochaine réunion du groupe aura lieu dans deux ans et portera sur les pourridiés de racines.

3.2. Réunion des Directeurs et du Board de l'IRRDB

Comme observateur, nous avons pu assister à ces réunions. L'existence d'un tel réseau international des organismes de recherche est remarquable et mérite d'être soulignée.

* Pour de plus amples informations, voir le rapport de Jean d'AUZAC

CONCLUSION

En conclusion, cette mission aura permis de confirmer l'intérêt d'une analyse socio-économique du fonctionnement des unités de production, en vue d'améliorer les systèmes d'exploitation, et donc les revenus des producteurs.

Les provinces de YALA, NARATHIWAT et PHUKET nous ont semblé refléter une forte variabilité des situations, ce qui pourra faciliter l'adoption des innovations techniques qui seront proposées par la suite.

En outre, les contacts universitaires dans le domaine de la biochimie et de la physiologie du latex ont pu être maintenus et ont permis de préciser des projets de recherche conjoints. A moyen terme, il sera intéressant de transférer la technique du Diagnostic Latex, outil de mesure de la bonne exploitation des arbres.

A N N E X E S

- ANNEXE I Données climatiques
- ANNEXE II Fiches de visites
- ANNEXE III HMg CoA reductase du latex par Dr RAPEPUN WITITSUWANNAKUL
and al.
- ANNEXE IV Saignée sur panneau haut avec stimulation
Projet et résultats

: Rainy season and humid period of Southern Thailand

Provinces	Saison pluvieuse (pluviométrie > 1/2 ETP)			Période humide (pluviométrie > ETP)		
	Début	Fin	Durée mois	Début	Fin	Durée mois
East Coast						

Chumphon	April 9	March 4	11.0	May 3	January 19	8.7
Surat Thani	April 21	January 18	9.1	May 2	December 30	8.1
Khon Sri Thammarat	April 1	February 13	10.6	September 2	January 30	5.0
Songkla	April 26	January 23	9.1	September 18	January 11	3.9
Pattani	April 19	January 29	9.2	August 4	January 15	5.5
Narathiwat	April 20	February 13	10.0	May 7	January 28	8.9
West Coast						

Ranong	March 26	December 11	8.7	April 14	November 26	7.6
Phuket	March 27	December 14	8.8	April 19	November 28	7.5
Trang	March 24	January 10	9.7	April 16	December 9	7.9

(Dr KNOPARAT, PSU PATTANI, d'après Apakupakul, 1984)

PLUVIOMETRIE MENSUELLE (MM, 1951-1980)

Province	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	TOTAL
Chumphon	141.1	77.3	56.9	79.3	176.4	164.2	192.8	198.5	157.5	321.1	354.6	132.6	2,029.3
Surat Thani		11.4	20.7	57.0	169.3	143.2	152.2	144.3	181.2	260.5	340.5	165.2	1,710.0
Khon Sri													
Thamarit	201.6	50.9	43.9	95.1	163.0	84.8	112.4	105.3	152.7	341.7	609.7	468.3	2,429.4
Songkla	114.1	31.7	36.3	62.1	123.7	98.7	108.8	106.9	124.4	299.6	582.6	404.9	2,093.8
Pattani	112.9	26.1	32.4	59.9	136.3	117.1	101.3	119.6	142.3	214.2	432.1	322.6	1,816.3
Narathiwat	200.5	53.8	73.9	62.8	145.5	135.6	137.2	158.7	203.2	304.9	639.0	503.7	2,618.8
Ranong	26.9	14.3	42.6	144.3	488.8	749.9	699.7	794.1	713.1	398.3	158.9	44.5	4,275.4
Phuket							309.8	276.8	369.9	327.0	170.4	58.2	2,337.5
Trang	56.4	25.5	56.3	129.6	265.9	269.7	297.5	278.9	335.8	302.9	215.1	93.8	2,327.4

(Dr KNOPARAP d'après APAKUPAKUL, 1984)

EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE MENSUELLE
(MM, 1951-1980)

Province	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	TOTAL
Chumphon	109.5	112.0	140.7	137.0	121.5	107.2	106.1	107.9	103.2	111.3	100.8	103.7	1,360.9
Surat Thani	112.7	125.8	146.3	144.9	133.2	123.9	125.2	127.9	117.5	112.1	98.1	100.6	1,468.2
Khon Sri													
Thamarit	108.0	112.5	140.7	134.9	127.7	118.7	121.7	118.6	112.2	109.0	94.1	100.2	1,398.3
Songkla	141.6	143.2	163.3	162.5	150.0	135.0	141.2	145.4	135.5	127.7	113.6	119.7	1,678.7
Pattani	114.1	114.4	136.9	135.4	122.2	109.0	114.1	117.1	107.9	105.2	93.7	96.4	1,366.4
Narathiwat	113.0	116.6	139.9	140.2	128.7	118.2	122.4	121.0	117.1	114.1	97.6	100.7	1,429.4
Ranong	115.5	117.5	143.3	133.9	108.4	94.3	96.8	97.0	92.1	99.9	101.4	107.3	1,307.4
Phuket	134.3	136.8	155.2	141.9	123.2	117.1	122.3	126.0	113.5	116.2	113.0	124.2	1,521.7
Trang	124.2	130.4	144.2	132.2	113.6	105.1	110.0	110.4	103.6	104.6	100.4	112.4	1,397.3

(AKAPAKUPAKUL, 1984)

FICHE DE VISITE N° 1Province de SONGKLAa) Plantation n° 1

Village : BANBRU

Superficie : 180 rai (3 m x 8m)

Age : 30 ans - 22 ans de saignée

Système de saignée : S/2 d/2 (2 alternances)

20 saigneurs : "Sharetapper" à 40 %

Tâche : 250 à 400 arbres/j selon le saigneur

Hauteur d'ouverture : 1,5 m

Consommation d'écorce : 40 à 50 cm/an

Pour prolonger la vie économique des arbres : High Level Tapping System (HLTS) en 1/3 S. Stimulé.

Pas de fertilisation, 5 ans avant abattage

b) Plantation n° 2

Plantation villageoise de 6 rai

Age : 18 ans

S/2 d/2, bonne saignée et bonne régénération d'écorce, mais consommation d'écorce importante : 50 cm/an.

HLTS : 1/3 S , ST

c) Group Marketing Processing

- Apport de la production par le planteur (mobylette)

- Deux types de produit :

. USS = 80 membres, 20 000 kg caoutchouc/10 j

. latex = 30 membres, 1 300 kg caoutchouc/j

Si le DRC du latex est inférieur à 30 %, le latex est refusé et sera utilisé à la fabrication de feuilles.

- le latex, après mesure de la densité et filtrage, est mis dans un tank de 1 000 l pour addition de méthyl sodium bisulfate (TTR 5 L)

- prix payé au planteur :

. feuille sèche 10 j = 20,7 B/kg

. latex 30 à 33 % DRC = 19,6 B/kg

. cuplump = < 10 B/kg

FICHE DE VISITE N° 2

Province de PATTANI

- Plantation de TEPEAH (Prince of Songkla University)
- Superficie : 150 rais
- Clone : RRIM 600 et PB 5/51
- Age : 1980 à 1986
- Superficie en saignée : 15 rais (plantation 7 ans)
- Fertilisation : 50 kg/rai d'engrais ternaire 15/15/15
- 3 saigneurs "sharetapper" à 40 % de la production
- Présence d'Imperata dans les jeunes plantations (YACA)
- Belle plantation tout à fait adaptée à des essais de saignée.

FICHE DE VISITE N° 3

Province de YALA

1) Plantation villageoise

Superficie : 3 rais (220 arbres) autour de la maison

Age : 10 ans

Précédent cultural : seedling

Clone : RRIM 600 (polybag venant du RRC)

Cultures intercalaires dans le jeune âge (ananas, banane, riz)

Système d'exploitation : S/2 d/1 3 d/4 10 m/12
puis S/3

Arrêt en Mars-Avril

Saigneur : femme qui est "sharetapper" d'une autre plantation de 3 rais (le mari est chauffeur). Début de saignée à 6 h - bonne saignée, mais forte consommation d'écorce (35 cm/an).

La production peut atteindre 7 kg/jour soit 34 g/a/s

Equipement : - arbre = noix de coco + support bois

- saigneur = couteau

- usine = 2 crêpeuses, bac en aluminium

Prix d'achat : 20 B/kg U.S.S.

Encoche sèche : environ 10 % d'arbres secs. Possibilité de récupérer les arbres, au moins temporairement, sur panneau haut en saignée remontante.

Revenu extérieur : 2 à 3 000 B/mois : salaire du mari
1 enfant. Pas de dette.

2) Plantation villageoise du village Nabraduboo

Superficie : 50 rais dont 30 en saignée

Clone : RRIM 600

Age : 10 ans

Précédent cultural : PB 5/51 18 ans

Système de saignée : S/3 d/1 3d/4 intéressé par la S/3

7 saigneurs "sharetappers" à 50 %

10 % encoche sèche

Tâche de saignée : 300 à 700 arbres selon la qualité du saigneur
(400 arbres pour le propriétaire)

Saignée de 3 h à 7 h du matin, à la lampe.

Consommation d'écorce : 35 mm/mois

Usinage de 9 à 10 h du matin, sur 4 laminoirs

Séchage pendant 7 j (peu d'intérêt de sécher pendant 15 j en différence de prix, 0,5 B/kg compense juste la diminution de poids)

Production : 3 kg/rai/j (?) ; meilleure production de Décembre à Février

Possède 5 rais d'arbres fruitiers ; chef du village n° 1

2 rais divers

FICHE DE VISITE N° 4

Province de NARATHIWAT

1) Plantation moyenne, village de RANGA

Superficie : 1 000 rais
Clones : GT 1 40 %
 RRIM 600 40 %
 PB 255 20 %

Système de saignée : S/2 d/1 3d/4 - 11 m/12 (arrêt en Février)

30 saigneurs, tâche de saignée = 700 arbres

Consommation d'écorce : 75 cm/an - 12 ans d'exploitation avec saignée
trois fois sur le même panneau

180 j de saignée

10 % encoche sèche

Saignée de 1 h à 6 h, collecte de 6 h à 8 h

Production de latex (transport à PATTANI) - latex centrifugé ; + 2 %
de Q.S.

Meilleure production : 25 kg pour 700 arbres (15 g/a/s) - très fort
DRC = 42 à 45 % (confirmé par l'Université de PATTANI)

2) Plantation villageoise

Système de saignée : 1/3 S d/1 belle saignée
(idem génération précédente)

FICHE DE VISITE N° 5

Province de PHUKET

1) Plantation moyenne M. THAMES

Clones : KRS 21
RRIM 600
PB 311
BPM 24

Système de saignée : 1/3 S d/1 11 m/12 (arrêt du 15/02 au 15/03)
Forte consommation d'écorce
10 % d'encoche sèche sur arbre de 15 ans
Précédent cultural : seedling

2) Entretien avec O.R.R.A.F.

- effort de formation fait par l'ORRAF, en complément du RRC qui forme 500 saigneurs/an sur 15 j à HAT YAI

Méthode de formation : 51 h de cours sur une semaine
1 j d'aiguillage
3 troncs disponibles/stagiaire
1 j avec consommation 1,5 mm

- Phytophthora de feuilles en mai/juin/juillet
- Production de matériel végétal : promotion des pépinières privées (vente du bois de greffe par ORRAF)
- Essai de production de plants greffés de 4 mois :

- . Greffage en vert à 10 semaines
- . Débardage à 45 j
- . Recépage immédiat (étage au-dessus du greffon)

3) Visite des plantations CHINTEK

40 000 rais à PHANGNGA
10 000 rais à PHUKET
40 000 rais en MALAISIE

Système de saignée : S/3 d/1 ou S/2 d/2
230 jours de saignée/an. 1 mois d'arrêt.
Possibilité de mettre en place un essai de saignée sur KAOLAN Estate (15 km au Nord de PHUKET)
Superficie : 211 rais
Clone : GT 1 15 ans
Système de saignée : S/2 d/2
2 alternances
Tâche : 450 arbres
Consommation d'écorce : 30 cm/an
Production : 10 kg/450 arbres soit 22 g/a/s
Récolte en latex

4) Plantation villageoise

Superficie : 22 rais âgés de 25 ans et 8 rais replantés en 1985
Cultures intercalaires d'ananas
Clone : RRIM 600
Production : 30 kg/22 rais
Forte consommation d'écorce et blessures
Pas d'arrêt de saignée

5) Aperçu du paysage avec M. BOULBET

- hévéaculture de montagne
 - . Campagne de saignée
 - Belles plantations, même en conditions difficiles
- rôle de l'hévéaculture comme marquage des terres

6) Plantation villageoise PAKLOAT

Superficie : 6 rais Hevea, 6 rais légumes et riz
Clone : GT 1 (2/3) RRIM 600 (1/3) 15 ans
S/3 d/1 (avant S/2 d/1)
Forte consommation d'écorce
Saignée familiale à 2 ou 3 h du matin
2 mois d'arrêt de saignée : Février/Mars
Production USS

7) Plantation villageoise

21 rais hévéas (1 300 arbres)
PB 5/51 et RRIM 600 - 17 ans
S/3 d/1 -> 35 feuilles/jour
Arrêt de saignée en Mars et Avril

8) Plantation moyenne

220 rais d'hévéas
RRIM 600, PB 311, PB 235, PB 5/51
S/2 d/1 tâche 500 arbres/j 20 saigneurs payés à 6 B/kg
Arrêt un mois en Février/Mars
Vente du caoutchouc 1 fois/semaine (7 jours de séchage, 20 B/kg)

3-HYDROXY-3-METHYLGLUTARYL COENZYME A REDUCTASE FROM LATEX
OF *HEVEA BRASILIENSIS*

R. Wititsuwannakul^{*}, W. Sukonrat^{**}, W. Chotephiphatworakul^{*}

Department of Biochemistry, Faculty of Science, Prince of Songkla University,
Hat-Yai 90112, Thailand. ^{**}Songkla Rubber Research Center, Hat-Yai 90112,
Thailand.

ABSTRACT :

Hevea 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (mevalonate : NADP Oxidoreductase; EC 1.1.1.34) was partially purified from fresh latex of clone RRIM 500. The latex was fractionated by centrifugation at 49,000 g for 40 min. Bottom fraction were pooled and used for enzyme purification. The enzyme was solubilized from the bottom fraction by freezing (-70°C) and thawing (37°C) in the solubilization buffer containing 2% Brij W-1 and 20% glycerol. Affinity chromatography (Affi-Gel-Blue) was used in a final purification step. The purified enzyme showed a single prominent band with a fainter minor band in nondenaturing gel electrophoresis by using silver staining technique. SDS-PAGE of the enzyme showed a molecular weight of the enzyme subunit to be 43,000 daltons.

Different in activity levels of HMG-CoA reductase in latex from various known yield-ranking clones were obtained. The effect of yield stimulant, Ethrel, on the level of HMG-CoA reductase activity was not

observed in latex obtained from Ethrel treated trees when compared to the non-treated controls.

INTRODUCTION :

3-Hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase catalyzes reduction of HMG-CoA to mevalonic acid, the committed step in isoprenoid biosynthesis. This enzyme has been extensively studied in both animals (1,2) and microorganism (3). In higher plants the reaction catalyzed by HMG-CoA reductase is the first committed reaction unique to biosynthesis of a wide range of isoprenoid compounds (i.e. carotenoids, sterol, isoprenoidquinones, abscisic acid, gibberellic acid and some naturally occurring cytokinins) and natural rubber. The presence of HMG-CoA reductase has been shown to occur in all plant species tested such as sweet potato roots (4), radish seedlings (5), tobacco seedlings (6); syamore tissue culture (7), catnip leaf tissue (8), rubber latex and leaf tissue (9,10,11) etc.

The HMG-CoA reductase in latex of *Hevea brasiliensis* has been shown to be membrane bound, similar to those found in animals (12). The enzymic activity of HMG-CoA reductase in the latex was first demonstrated by F.Lynen (13). The relative activity of HMG-CoA reductase was shown to be lowest when compared to other enzymes involved in the common pathway of rubber biosynthesis starting from acetate (13). Our investigation on the temporal variation of the enzyme during a 24 hour cycle (10). The level of HMG-CoA reductase activity observed was closely associated with the rubber content in latex, suggesting the importance of this enzyme in the regulation of rubber biosynthesis. In order to assess the significant regulatory role of HMG-CoA reductase in rubber biosynthesis, purification

of the enzyme to near homogeneity is required.

In this study we presented methodology for solubilization and partial purification of *Hevea* HMG-CoA reductase. Different activity levels of latex HMG-CoA reductase obtained from various rubber clones and the effect of Ethrel treated tree on the latex enzymic activity are also reported.

MATERIALS AND METHODS :

Chemicals : Commercial sources of chemicals used included : DL-3-¹⁴C-HMG-CoA (New England Nuclear), DL-HMG-CoA, DTT, NADPH, polyoxyethylene ether W-1 (Brij W-1), mevalonolactone (Sigma), Affi-Gel-Blue (Bio-Rad). All other reagents and biochemicals were analytical reagent grade.

Collection and fractionation of latex : The latex was obtained from several regularly tapped (S.2/D.2) trees of *Hevea brasiliensis* clones as specified in text (each approximately 17 years old). After tapping, the latex was drained for 15 min and collected into a beaker surrounded by crushed ice for 20 min. Latex was pooled and fractionated by centrifugation at 49,000 g for 40 min. The pellet at the bottom of centrifuge tube, "bottom fraction", was pooled and assayed for HMG-CoA reductase activity. The bottom fraction was stored deep frozen at -70°C.

Assay of HMG-CoA reductase activity : The HMG-CoA reductase activity was assayed in 0.2 ml of buffer A (0.2 M KCl, 10 mM DTT, 30 mM EDTA, 0.1 M K_xPO_4 , pH 7.0) containing bottom fraction protein, 0.6-1.8 mg; NADPH 0.4 μ moles; DL -3-¹⁴C HMG-CoA 120 nmoles (1000 dpm/nmole). Incubation was conducted at 37°C for 20 or 30 min as indicated. The reaction was stopped by the addition of 25 μ l of 10 N HCl; unlabeled mevalonolactone was then added, and the mixture was allowed to incubate for 30 min for complete lactonization of the incubation product, mevalonic acid. The precipitated

protein was removed by centrifugation and the product of the enzyme was copurified with the unlabeled mevalonolactone by TLC using benzene : acetone (1:1 v/v) and visualized under iodine vapor according to the method of Iijima et al. (14). The zone of mevalonolactone was scraped into a scintillation vial containing 10 ml of dioxane fluor. Samples were allowed to stabilize overnight before counting in a Packard liquid scintillation counter.

Enzyme solubilization and fractionation: Frozen sample of bottom fraction was thawed at room temperature and homogenized in solubilization buffer B (0.1 M K_xPO_4 , pH 7.0, 2 mM 2-Mercaptoethanol, 0.2 M KCl, 30 mM EDTA, 2% Brij W-1, 20% glycerol). The detergent Brij W-1 was used according to method described by Bach et al. (15) A glass Potter Elevehjem homogenizer with a tight-fitting glass pestle was used in homogenization. After 10 downward passes of hand-driven glass homogenizer pestle, the suspension was incubated at 37°C for 60 min. The mixture was then rehomogenized and centrifuged at 190,000 g for 60 min at 15°C. The resulting supernatant was isolated and fractionated by slow addition of saturated ammonium sulfate solution to final concentration of 40%. After incubation at room temperature for 10 min the mixture was centrifuge at 25,000 g for 20 min. The yellowish uppermost protein layer was dissolved in buffer C (50 mM K_xPO_4 , pH 7, 30 mM EDTA, 5 mM DTT) and dialyzed against the same buffer before subjected to further purification.

Affinity Chromatography: Affi-Gel-Blue (100-200 mesh; 75-150 μ) column (1.5 x 5.5 cm) was washed and equilibrated with buffer C. The dialyzed enzyme solution obtained after ammonium sulfate fractionation was loaded into the affinity column. The column was washed with buffer C for at least 20 column volumes before eluted with the same buffer containing 0.5 M KCl and 2.0 M KCl respectively.

Gel electrophoresis Polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) were run in either the absence or presence of sodium dodecyl sulfate by using method of Weber et al.(16). For silver staining, the procedure of Wray et al.(17) was employed.

Protein determination The protein concentration was determined by method of Lowry et al. (18).

RESULTS AND DISCUSSION

Preparation of soluble HMG-CoA reductase : All attempts to solubilized HMG-CoA reductase were carried out from the bottom fraction of fresh latex. Efforts to solubilize the enzyme with Triton X-100, Brij 35 and Tween 80 were unsuccessful. However, we have found that the activity can be obtained in soluble form by using polyethylene ether W-1 , similar to those reported for etiolated radish seedlings by Bach et al. (15). After the solubilization process, about 60-80% of total enzyme activity was presented in the soluble or supernatant fraction which leads to at least 2.2 fold purification.

Purification of solubilized reductase : The concentration and partial purification of MHG-CoA reductase was achieved by conventional ammonium sulfate fractionation and affinity chromatography. Affi-Gel-Blue, a bio-specific affinity for nucleotide requiring enzyme, was used in the final affinity chromatography step. Data for a typical preparation are presented in Table I. The specific activity of the reductase in a freshly prepared bottom fraction ranges between 0.2 to 0.4 nmole min⁻¹mg⁻¹. Solubilization leads to a 2.2 fold purification so that the specific activity of the enzyme in the soluble supernatant is around 0.7 nmol min⁻¹mg⁻¹. Further purification was achieved by fractionating the clear supernatant with addition of saturated ammonium sulfate solution to final concentration of 40%. The uppermost yellowish protein layer was collected by centrifugation at 25,000 g for 20 min.

The ammonium sulfate fractionated enzyme, resulted in 21 fold purification, was further purified by chromatography on Affi-Gel-Blue Column (Bio-Rad Laboratory). The elution profile obtained is shown in Fig.1. The reductase activity was eluted from the column with buffer C containing 0.5 M KCL. The pooled fraction contained approximately 20% of the added activity and gave 76 fold increase in specific activity. Polyacrylamide gel electrophoresis, in the presence of SDS, of 75 µg of protein from the purified enzyme was carried out. The enzyme with a specific activity of $173 \text{ nmol min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ applied to the gels exhibited one major protein band (Fig.2). The calibrated subunit molecular weight of *Hevea* HMG-CoA reductase was approximately 43,000 daltons (Fig.3). The subunit molecular weight of HMG-CoA reductase from *Hevea* is similar to those reported for radish seedlings (15) and considerably higher than rat livers (19,20). The purified enzyme showed a single prominent band with a fainter minor band in the nondenaturing gel electrophoresis as visualized by silver staining procedure (Fig.4). Further experiments for HMG-CoA reductase molecular weight determination and localization of enzyme by activity staining in polyacrylamide gel electrophoresis as well as further purification to homogeneity are in progress.

Comparison studies on activity levels of latex HMG-CoA reductase from various clonal types : It is earlier shown that HMG-CoA reductase activity varies diurnally and its activity is closely associated with dry rubber content in the latex (10). Our preliminary studies on the extent of variation in the reductase activity among various rubber clones is shown on Table II. It is interesting to note that different clonal types gave different specific activity. High specific activity levels were obtained from the known high yielding clones i.e. RRIM 600 and GT 1.

Effect of yield stimulant Ethrel on the level of HMG-CoA reductase

activity : Ethrel is known to prolong the flow of latex without increasing dry rubber content. Our results obtained on Table III showed that there was apparently no increase on HMG-CoA reductase activity in latex obtained from rubber trees tapped after a week of Ethrel application under the tapping cut area. This evidence suggests that HMG-CoA reductase activity level is likely to be related to rubber formation or dry rubber content in the latex. Higher rubber yield on Ethrel treated trees is due to the lengthening of flow time and not the increase rate of rubber biosynthesis.

REFERENCES

1. Siperstien, M.D., and Fagan, V.M. (1966) *J. Biol. Chem* 241, 602.
2. Hamprecht, B., and Lynen, F (1970) *Eur. J. Biochem* 14, 323.
3. Kirtley, Mary E., and Rudney, H. (1967) *Biochemistry* 6, 230.
4. Suzuki, H., Oba, K, and Uritani, I. (1974) *Agr. Biol. Chem* 38, 2052.
5. Brooker, J.D., and Russel, D.W. (1979) *Arch. Biochem. Biophys.* 198, 323.
6. Douglas, J.J. and Paleg, L.G. (1978) *Phytochemistry* 17, 713.
7. Ryder, N.S. and Goad, L.J. (1980) *Biochem. Biophys. Acta*, 619, 424.
8. Arebalo, R.E. (1978) *Diss. Astr. Int.*, B 38, 4192.
9. Sipat, A.B. (1982) *Phytochemistry* 21, 2613.
10. Wititsuwannakul, R. (1986) *Experientia* 42, 44.
11. Wititsuwannakul, R., and Ling V. (1985) *Astr. 11th Conference of Science and Technology of Thailand* p. 254.
23. Sipat, A.B. (1982) *Biochem. Biophys. Acta* 705, 284.
13. Lynen, F. (1969) *J. Rubb. Res. Inst. Malaya* 21(4), 389.
14. Tijima, X., and Muruyama, M. (1973) *15th Proc. Japan Council Biochem Lipids* 15, 265.
15. Bach, T.J., Rogers, D.H., and Rudney, H. (1986) *Eur. J. Biochem.* 154, 103.
16. Weber, K., and Osborn, M. (1969) *J. Biol. Chem.* 244, 4406.
17. Wray, W., Bonlika, T., Wray, V.P., and Handcock, R. (1981) *Analytical Biochemistry* 118, 197.
18. Lowry, O.W., Rosebrough, J.J., and Randall, J.J. (1951) *J. Biol. Chem.* 193, 265.
19. Beg. Z. H., and Osborne, J.C. (1982) *Fed. Proc.* 41, 1143.
20. Clark, R.E., Martin, G.G., Barton, M.C., and Chapiro, D.J. (1982) *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 79, 3734.

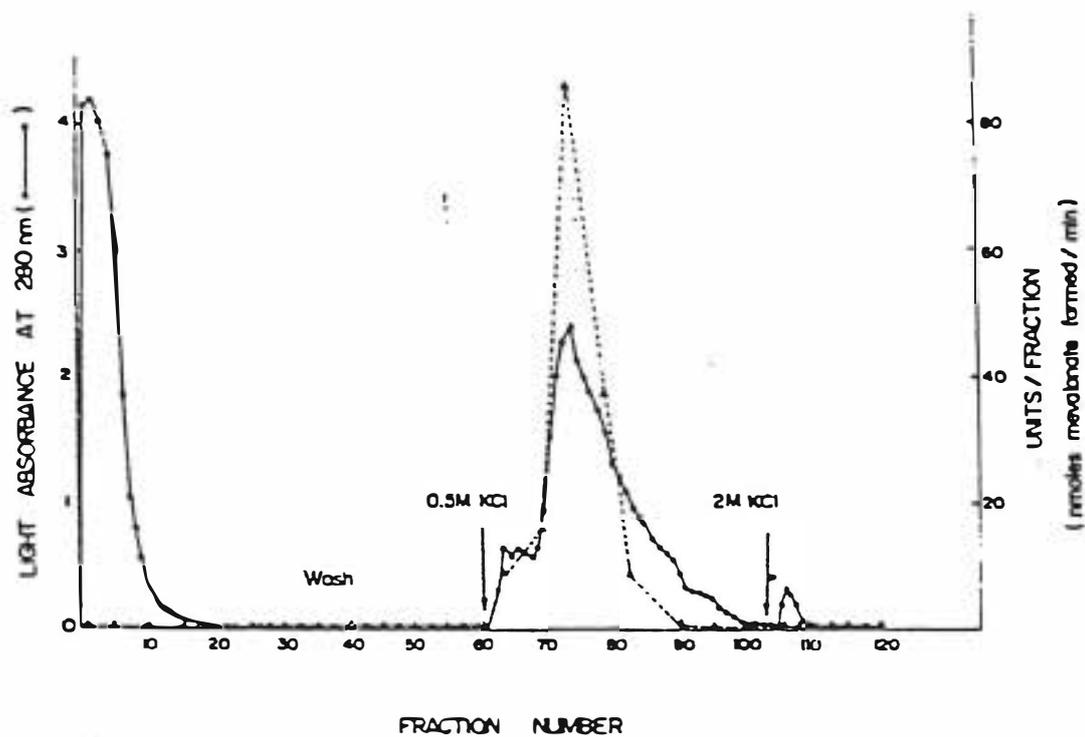


Fig.1. Purification of 0-40% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ fraction on Affi-Gel Blue column as described under methods. The absorbance at 280 ($\text{O} \text{---} \text{O}$) was measured from each fraction. Arrows indicate the change of salt concentrations. HMG-CoA reductase activity ($\Delta \text{---} \Delta$) expressed as nmoles mevalonate formed min^{-1} .

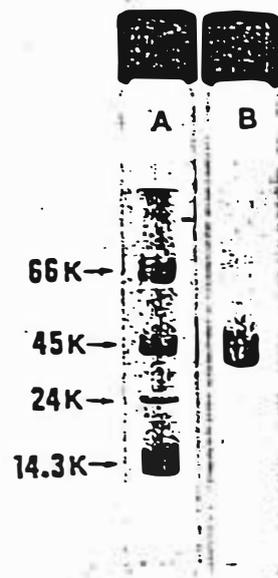


Fig.2. SDS-PAGE of purified *Hevea* HMG-CoA reductase (gel B). The relative positions of protein standards are indicated on the left gel (gel A).

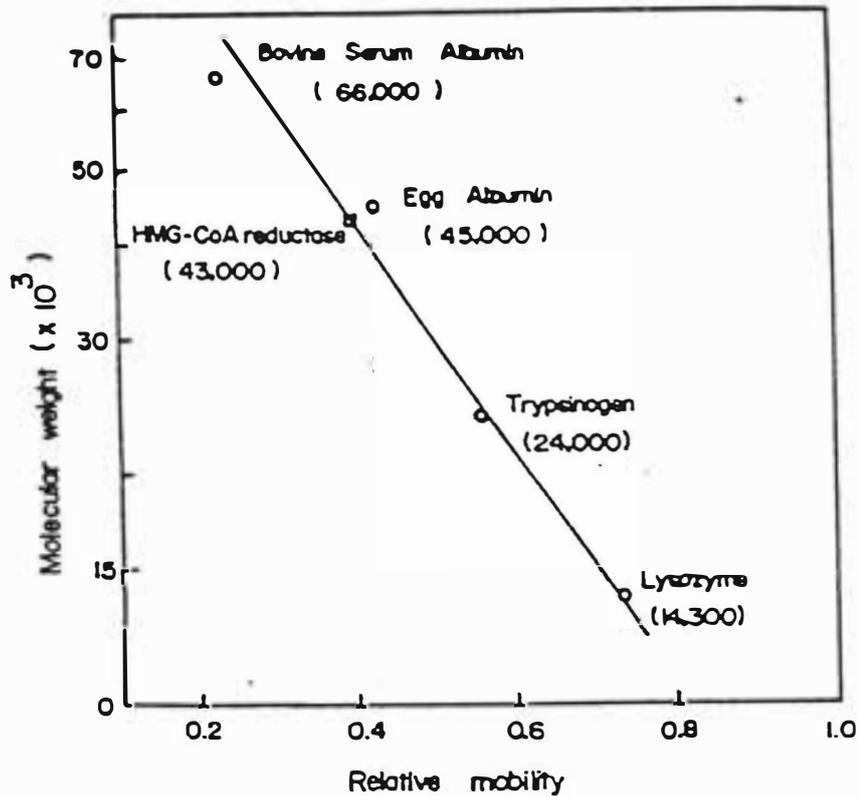


Fig.3. Molecular weight calibration of *Hevea* HMG-CoA reductase monomeric polypeptide. Both purified enzyme and standard proteins were performed on separate gels under 8% SDS-PAGE.

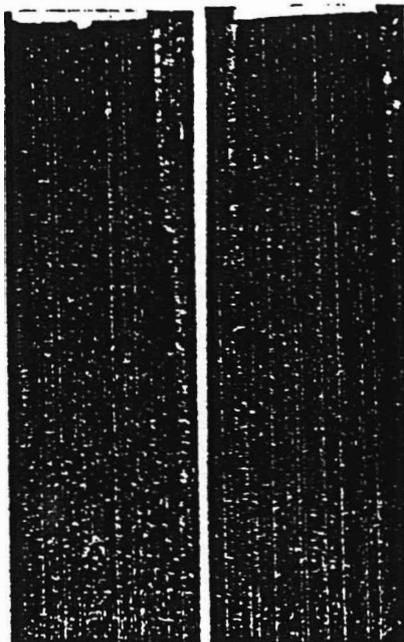


Fig.4. Electrophoresis of purified *Hevea* HMG-CoA reductase on nondenaturing polyacrylamide gels. Approximately 4.5 μ g of solubilized extract from bottom fraction and 1.1 μ g of purified enzyme were loaded onto gels A and B respectively. Gels were stained for protein using a silver staining procedure described by Wray et al. (17).

TABLE I

Purification of HMG-CoA reductase from *Hevea* latex

Fraction	Total protein (mg)	Total activity (nmoles MVA min ⁻¹)	Specific activity (nmoles MVA min ⁻¹ mg ⁻¹)	Yield (%)	Purification (fold)
Bottom fraction	1988	4180	0.35	100	1
Soluble extract	3510	2741.5	0.78	65.6	2.2
(NH ₄) ₂ SO ₄ 0-40% of Saturation	312	892.5	2.86	21.3	8.2
Affi-Gel Blue Column	6.5	173.9	26.83	4.2	76.7

TABLE II

Comparison studies on levels of latex HMG-CoA reductase from various clonal types*

Clonal type	HMG-CoA reductase activity nmol min ⁻¹ mg ⁻¹
RRIM 600	2.20
GT 1	2.59
KRS 209	1.58
KRS 226	1.07
KRS 233	2.39
KRS 246	1.43
KRS 247	1.97

* Bottom fraction protein used for each incubation ranged from 0.6-0.8 mg.

TABLE III

Effect of yield stimulant Ethrel on the level
of latex HMG-CoA reductase

Clonal types	Ethrel treatment	HMG-CoA reductase activity nmol min ⁻¹ mg ⁻¹
RRIM 600	-	7.53
RRIM 600	+	5.41
GT 1	-	1.20
GT 1	+	1.12

* Bottom fraction protein used for each incubation ranged
from 0.4-0.6 mg.

ANNEXE IV

"High level tapping system"

Extrait du rapport annuel 1986

The Rubber Smallholders Yield Improvement Project has the support of the European Economic Community (EEC) which has allocated 1.8 million ECU (approximately 43 million bahts) to the project, and of the Royal Thai Government (RTG) which has allocated a similar amount in bahts. Total of allocation is 86 million bahts. It is implemented by Rubber Research Institute, Department of Agriculture. The project aims to increase the productivity of low yielding old rubber trees by introducing high level tapping and stimulation (HLTS) in the period of 2-5 years prior to felling and replanting with good clones. The project period is 5 years (1 October - 30 September 1987). This report is for the fourth project year.

BUDGET

Total expenditure for budget year 1986 was 10.36 million bahts. These allocations were 5.42 million bahts from RTG and 4.94 million bahts from EEC (Table 1).

TABLE 1. BUDGET YEAR 1986 (OCTOBER 1985 - SEPTEMBER 1986)

Financial Source	Baht
Royal Thai Government (RTG)	5,415,605
European Economic Community (EEC)	4,941,619
TOTAL	10,357,224

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

In budget year 1986, project expenditures were 10.36 million bahts as estimated. The project had proceeded with 334 publicity campaigns by mobile units in 9 provinces. There were 46,000 participants and 30 minutes weekly programs radio broadcast were arranged at Thailand Radio Stations, Changwat Phuket and Changwat Surathani.

HLTS training courses were carried out in the villages to 2,048 owners of old plantations. After the training, 1,207 trainees or 59% had carried on with HLTS in their own plantations.

There were 720 demonstration holdings organized or 89% and 86% of the target respectively. The increase in yield in HLTS demonstration holdings were between 1.18 - 2.27 kg/rai/tapping, or between 91-182% of low panel tapping with the net profit of 2,217 - 4,717 bahts/rai/year.

Bark consumptions in demonstration holdings were 60% higher than normal, resulted periods of yielding was only 1-3 years (depending on tree growth). Not only that, there are limited markets of 2.5% stimulants, if farmers used 10% stimulants which are found easily in the market, the disadvantages are high capital cost and affecting tree growth and also affecting low yielding in the last period of tapping. These are the need for co-operation between Government and private sectors to propagate 2.5% stimulation.

Personnel development by arranging the Project Manager for training course "Sampling Survey in Agriculture and Rural Development" in England. Heads of Regions, Agricultural Officers were sent for HLTS Study Tour in Indonesia. Other Agricultural Officers and Field Development Officers participating the technical training in Thailand concerning with Project activities.

ANNEXE IV

FIELDS OF HLTS HOLDING

Increase in field* (%)	Holding	%
same as low panel	17	2
less than 50	204	25
50 - 100	338	41
101 - 150	163	20
151 - 200	55	7
more than 200	40	5
Total	817	100

* Estimate yield of low panel before using HLTS: 120-135 Kg.rai⁻¹.year⁻¹
(680 Kg.ha⁻¹.year⁻¹)

(to get level tapping yield)

According to Annual Report 1986 of "Rubber Smallholders yield Improvement Project"

