

L ' H E V E A

Jean-Pierre MARTIN
Directeur des Recherches ORSTOM

L ' H E V E A

Introduction

A . LA PLANTE

I - Le genre Hevea 3

II - Biologie de l'Hevea brasiliensis 4

1) Généralités 4

2) Système racinaire 4

3) Anatomie de l'écorce et du système laticifère 5

4) Biologie florale 6

5) Croissance rythmique 8

III - Amélioration de l'Hevea (I R C A) 11

B . SON ECOLOGIE 15

I - Climat 15

II - Sol 16

C . SA CULTURE 17

I - Mise en place 17

1) Préparation du terrain germoir 18

2) Préparation du matériel végétal pépinière 19

3) Plantation greffage 22

jardin à bois 22

II - Entretien de la plante 23

1) Soins divers 23

a) entretien des arbres 23

b) couverture du sol 23

c) entretien des lignes 24

2) Nutrition minérale 25

3) Protection contre les ennemis 26

III - Exploitation : La saignée	28
1) Physiologie de la saignée	28
2) Facteurs intervenant dans son rendement	29
3) La saignée industrielle	31
a) mise en saignée	32
b) équipement de saignée	32
c) organisation de la saignée	32
d) remontée du panneau	33
e) la stimulation	33
IV - Développement des plantations	34
Rendements	
Situation en R.C.I.	
D . <u>LATEX ET CAOUTCHOUC</u>	35
I - Préparation du caoutchouc à la plantation	35
II - Technologie du caoutchouc et industrie	37
Bibliographie	39
Planches	40

INTRODUCTION

HISTORIQUE DU CAOUTCHOUC - PLACE DU CAOUTCHOUC NATUREL

L'Hévéa n'est pas la seule plante à caoutchouc. Un certain nombre de plantes aussi diverses que les Ficus (la plus anciennement cultivée : Java 1865), les lianes du genre Landolphia, des arbustes comme le guayule, le Koksaghys (composée herbacée) renferment du latex à caoutchouc, mais la presque totalité du caoutchouc naturel utilisé provient de l'Hevea.

L'Hevea est amazonien et les Indiens en faisaient déjà certains usages (balles de jeu, imperméabilisation) lorsque Christophe Colomb découvrit l'Amérique. C'est le savant français la Condamine, envoyé en mission de 1736 à 1744 pour mesurer un arc de méridien en Equateur, qui fit les premières observations, rapportant que les indiens appelaient "caoutchouc" la matière obtenue (caa = bois et o-chu = couler ou pleurer).

L'idée de planter cet arbre ne vint que plus tard, lorsqu'on lui eut trouvé des usages provoquant une forte demande.

L'histoire du caoutchouc mêle étroitement le point de vue scientifique et le point de vue industriel car ce sont les progrès de la technique qui ont entraîné le développement de nos connaissances sur le caoutchouc.

En effet, le latex ne pouvait être utilisé que sur place, puisque coagulé il n'y avait plus moyen de le façonner. Le problème de la dissolution du caoutchouc fut résolu en 1761, ce qui permettait de fabriquer des tissus imperméables, mais il fallu attendre le XIX^e siècle pour les découvertes importantes de la mastication et de la vulcanisation.

C'est l'Anglais Hancock qui observa qu'en déchiquetant le caoutchouc (mastication) on finit par obtenir une masse pâteuse, mais celle-ci perdait de ses qualités et les objets fabriqués devenaient vite inutilisables.

La découverte de la vulcanisation par l'Américain Goodyear en 1839 révolutionna l'industrie du caoutchouc. C'est un peu par hasard qu'il s'aperçut qu'en traitant le caoutchouc cru par du soufre, à une certaine température, celui-ci subit une transformation améliorant ses propriétés mécaniques et sa résistance.

La conception du pneu date de 1845, mais il fallu attendre le développement du cyclisme et l'ingéniosité du vétérinaire irlandais Dunlop en 1888 qui réalisa les pneus de la bicyclette de son fils.

Actuellement, les pneumatiques représentent 60% de la consommation mondiale de caoutchouc, dont les usages sont cependant très divers.

Partie de 388 t au moment de la découverte de la vulcanisation,

la consommation mondiale atteignait 50 000 t en 1900, 310 000 en 1920, dépassait le million en 1936, les 2 millions en 1950, approchait 3 millions en 1955, 4 millions en 1960 et atteignait 6,5 millions en 1968.

Cette demande croissante ne pouvait être satisfaite par la récolte du caoutchouc sylvestre (dont la production maximum a été de 80 000 t en 1910 et se trouve réduite aujourd'hui à environ 15 000t), d'où, à partir de 1896, la création de plantations d'hevea ; celles-ci prirent une telle extension que, dès 1911, la production dépassait la consommation, ce qui fit qu'entre 1910 et 1932 les cours chutèrent dans la proportion de 60 à 1. Une entente internationale fut signée en 1934 et depuis, malgré son abandon en 1944, le marché s'est assaini.

Mais, dans la consommation actuelle de caoutchouc, plus de la moitié revient au caoutchouc synthétique, dont l'apparition se fit en Allemagne pendant la guerre 1914-18. La première production sérieuse de synthétique (les bunas) date de l'Allemagne hitlérienne (5 000 t en 1938) et sa grande extension, de la nécessité pour les Etats Unis de remplacer le caoutchouc naturel après la main-mise du Japon sur les régions productrices d'Extrême Orient. De 4000 t en 1942 la production atteignait 700 000 t en 1944, pour diminuer avec la fin des hostilités, mais remonter considérablement avec la guerre de Corée (besoins stratégiques). En URSS et dans les pays de l'est les caoutchoucs artificiels se sont aussi considérablement développés, si bien que la production mondiale atteignait en 1968 3.949.000 t pour une consommation de 3.890.000, alors que le caoutchouc naturel ne représentait qu'une production de 2.600.000 t pour une demande de 2.780.000. La question qui vient à l'idée est donc celle de l'avenir du caoutchouc naturel. On peut répondre avec optimisme que l'avenir de l'hévea reste assuré dans de bonnes conditions.

En effet, sur le caoutchouc synthétique pèsent plusieurs handicaps. Tout d'abord, il coûte plus cher à produire ; ensuite il y a une concurrence très affirmée entre les grands groupes privés qui le fabriquent, alors que le naturel bénéficie d'un organisme de coopération technique internationale ; enfin, les consommateurs qui peuvent utiliser indifféremment l'un ou l'autre, achètent souvent préférenciellement le naturel eu égard à ses qualités.

L'avenir reste donc largement ouvert aux produits de qualité, ayant des spécifications techniques rigoureuses.

L'avenir n'est donc pas seulement dans l'amélioration de la production et la diminution des prix de revient, mais aussi dans les efforts technologiques destinés à répondre aux besoins des consommateurs.

Il convient d'ailleurs de noter que parmi les productions agricoles, la production de caoutchouc naturel tend à devenir une des plus rentables. Cette production, malgré l'origine de l'arbre, est essentiellement localisée en Extrême Orient (au moins 3,5 millions d'hectares, sinon 4,5), surtout en Malaisie et Indonésie . L'Afrique, avec environ 500 000 ha (Liberia, Nigeria...) vient loin derrière, quant au berceau de l'hevea, le Brésil, sa production n'est que d'environ 1% de la production mondiale actuelle.

A - LA PLANTE

I LE GENRE HEVEA

Appartenant à la famille des Euphorbiacées, (comme la Manioc et le Ricin), qui comprend nombre de plantes laticigènes, arborescentes ou herbacées des régions tropicales et tempérées, le genre Hevea se rattache à la sous-famille des Crotonoïdées et à la tribu des Acalyphées.

La subdivision du genre en espèces n'est pas un problème réglé, en raison des difficultés que présente une prospection sérieuse du bassin de l'Amazone, du polymorphisme de certaines espèces, et des hybridations intervenues.

Pour certains auteurs il n'y aurait qu'une seule espèce à formes nombreuses. Pour d'autres, le genre serait géologiquement jeune et donc encore en évolution. On peut cependant considérer comme espèces les Heveas suivants :

Hevea brasiliensis, qui seul nous intéressera dans ce cours .

Hevea guianensis , qui est l'espèce dont l'aire est la plus vaste et qui comporte le plus de variétés. Son latex est un peu inférieur à celui de *H. brasiliensis*.

Hevea Benthamiana, localisé au Nord de l'Amazone ; moins productif, il a retenu l'attention pour sa résistance à la maladie sud-américaine des feuilles, d'où son utilisation en Amérique tropicale pour faire des hybrides.

Hevea spruceana , localisé dans les terres basses et marécageuses, ce qui l'a fait essayer comme porte greffe et en hybridation.

II BIOLOGIE DE L'HEVEA BRASILIENSIS

1) Généralités :

A l'état spontané, c'est un grand arbre de forêt, au tronc droit, légèrement renflé à sa base, à couronne foliaire plutôt étroite. Essence de lumière, il peut atteindre de fortes dimensions et on connaît en Amazonie des arbres de 40 m de hauteur et 5 m de circonférence. Il peut vivre vieux, certainement plus de 100 ans. Mais en plantation, les facteurs techniques intervenant dans la saignée font que son exploitation économique est limitée à 30 - 35 années ; ce qui, en ajoutant les premières années de non production, fait que la durée d'une plantation est d'environ 40 ans.

L'écorce vert-grisâtre recouvre un bois homogène, tendre et cassant, ce qui explique sa sensibilité aux dommages du vent.

Les fleurs, unisexuées comme pour toutes les Euphorbiacées, sont petites, jaune clair et rassemblées en grappes.

Les feuilles sont longuement pédonculées et à 3 folioles.

Le fruit est une capsule à 3 loges, contenant chacune une graine de la taille d'une noix ; ces graines sont oléagineuses et ont une faculté germinative limitée.

Comme les autres espèces du genre, *Hevea brasiliensis* possède 36 chromosomes et pourrait être un amphidiploïde (Bouharmont 1960).

Le cycle végétatif de l'*Hevea* est annuel, c'est à dire que chaque année l'arbre perd toutes ces feuilles ; cette défoliation - encore appelée hivernage - s'effectue en saison sèche et s'accompagne d'un ralentissement net de la croissance et d'une baisse de la sécrétion du latex. La refoliation se fait plus ou moins rapidement, en fonction des caractéristiques climatiques et aussi de différences de nature génétique ; c'est à ce moment là que la floraison intervient généralement, les graines parvenant à maturité 4 à 5 mois plus tard.

2) Le système racinaire :

L'enracinement de l'*hevea* a ceci d'original, d'être à la fois pivotant et traçant (fig 1). En fait, le pivot se reconstitue rarement lorsqu'il a été sectionné lors de la plantation en "stump". La partie traçante du système racinaire joue un rôle important dans la nutrition minérale ; son développement est en rapport avec le développement de la couronne.

La vigueur et l'état physiologique de toute la partie aérienne ont un effet marqué et donc important sur la résistance des racines aux pourridés.

A ce propos, il faut aussi noter le caractère nettement humicole du système racinaire, c'est à dire son aptitude à se diriger vers les sources de matières organiques : vieilles souches par exemple; ce qui rend les arbres particulièrement sensibles aux maladies de racines.

3) Anatomie de l'écorce et du système laticifère :

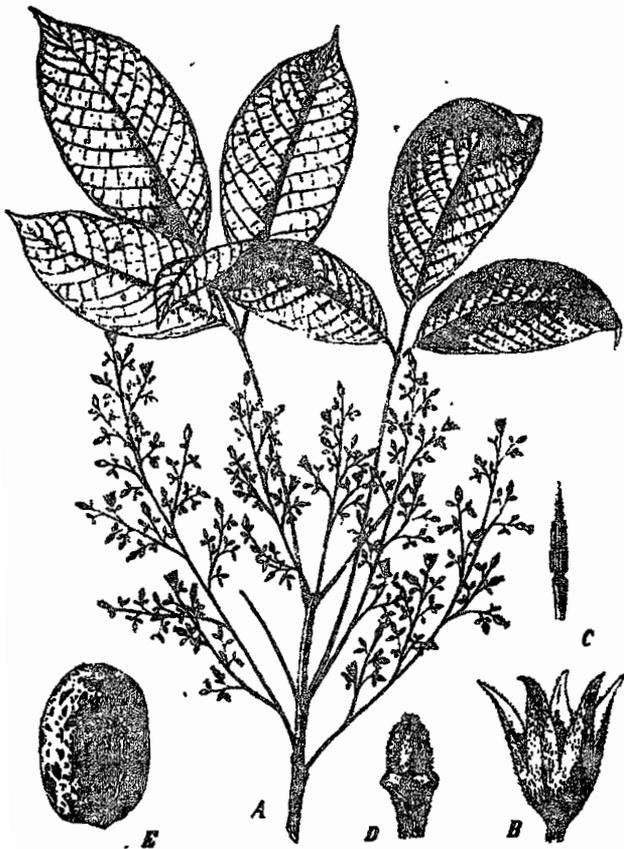
Le latex est secrété dans des cellules spécialisées appelées vaisseaux laticifères, lesquels, chez *Hevea brasiliensis*, ont la caractéristique anatomique de communiquer entre eux. Le système laticifère existe dans tous les tissus mous de la plante, et il est même en continuité partout, sauf entre les laticifères des feuilles et ceux des branches. Mais, pratiquement, on ne s'intéresse qu'à ceux du tronc.

Les laticifères font partie des formations du liber, par suite d'une différenciation spéciale des cellules naissant du cambium. Les laticifères accompagnent donc les tissus du liber dans leur développement et subissant le même vieillissement ; c'est donc dans la zone la plus proche du cambium que les laticifères sont les plus Jeunes, donc les plus actifs ; cette disposition explique l'influence . de la profondeur de l'incision de saignée sur l'abondance de l'écoulement du latex.

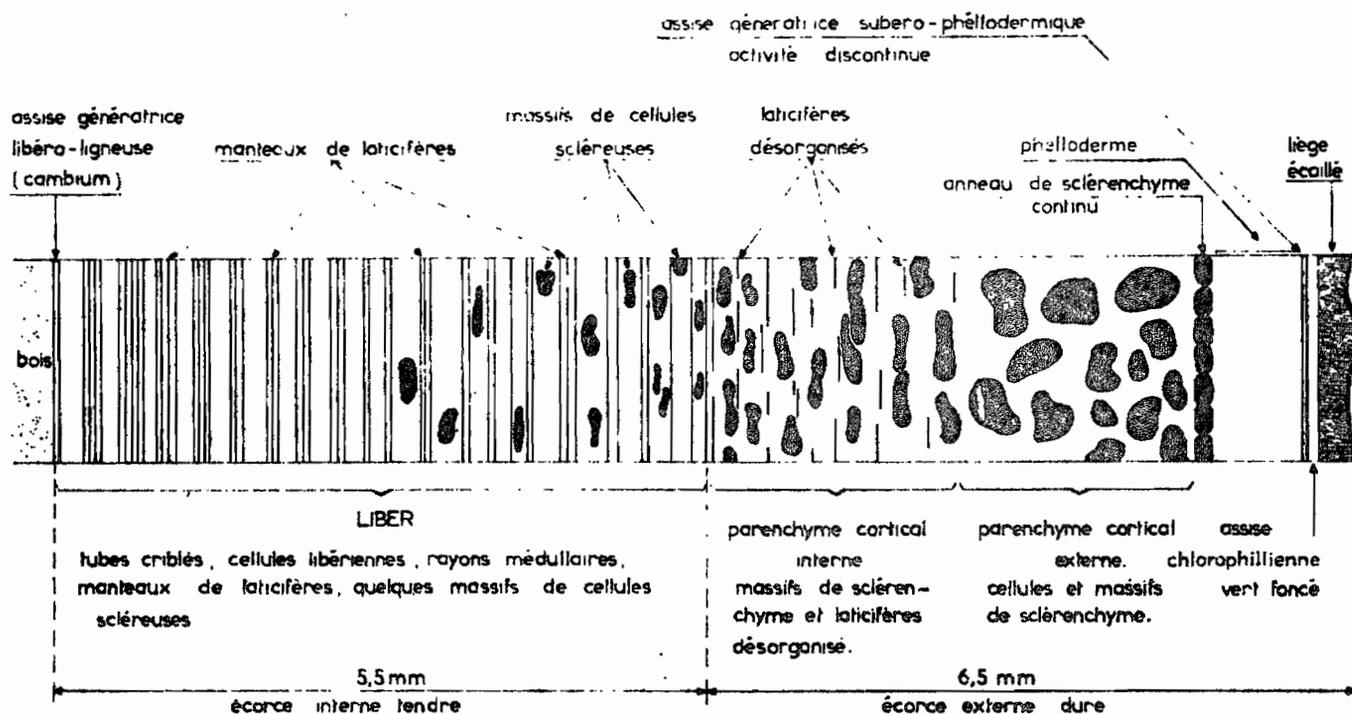
Comme la différenciation des cellules en laticifères à partir du cambium est périodique, il s'en forme des couches successives, paraissant indépendantes, auxquelles on donne le nom de "manteaux". Les laticifères d'un même manteau constituent un réseau qui peut avoir une grande longueur. Le nombre de manteaux diminue normalement en s'éloignant de la base du tronc, mais chez les arbres greffés le tronc étant anatomiquement une branche, ce nombre est à peu près constant jusqu'aux premières branches. Le nombre des manteaux de laticifères est en outre un caractère génétique.

Une particularité, qui aura son importance pour la saignée, est que les vaisseaux laticifères ne sont pas verticaux, mais légèrement ^{inclinés} de la droite vers la gauche (3 à 5°) en allant du haut en bas sur la verticale.

En coupe transversale, la représentation schématique de l'écorce vierge d'un hévéa de 20 ans sera donc la suivante :



Inflorescence d'hévéa, racème.



Le latex est une suspension de globules de caoutchouc dans la proportion de 30 à 40 % dans un sérum aqueux; à la différence d'un grand nombre de plantes à caoutchouc, les substances non caoutchouc dans le latex d'hévéa sont très faibles, d'où la pureté du produit.

La formation du système laticifère est extrêmement précoce puisque dans la graine non encore mûre, il y a déjà des laticifères dans les jeunes cotylédons. Ils resteront les seuls jusqu'à la germination; dès ce moment, il en apparaît dans la gemme et la radicule.

4) Biologie florale :

L'Hévéa est donc une plante monoïque. Les fleurs mâles et femelles sont groupées en une inflorescence de forme générale conique, que l'on appelle racème.

Le racème est constitué par un axe sur lequel sont insérés des rameaux latéraux primaires, portant eux-mêmes des rameaux secondaires.

Les fleurs femelles sont situées isolément aux extrémités des axes, alors que les fleurs mâles sont groupées en bouquets (fig.2) Il y a en moyenne 1 fleur femelle pour 60 fleurs mâles, et 6 fleurs femelles par racème. A noter que chaque bourgeon floral donne une moyenne de douze racèmes.

Une caractéristique des fleurs de l'hévéa est de ne comporter qu'une enveloppe florale ; il n'y a pas de corolle et ce sont les cinq sépales qui en font office. Les fleurs dégagent un parfum qui signale les floraisons.

Une autre caractéristique des fleurs est que, mâles et femelles, sont en fait des fleurs hermaphrodites dont une partie des organes ne s'est pas développée (fig 3).

Le pollen est produit en quantité assez faible (1000 grains par fleur) et celui ci présente une pression osmotique interne très élevée ; ce qui fait que les pluies ont une action défavorable sur la fécondation en faisant éclater les grains de pollen.

La floraison se situe normalement au début du cycle végétatif annuel ; elle commence juste avant la refoliation et se poursuit pendant toute la durée de celle-ci. Mais on note des floraisons sporadiques en cours d'année, qui correspondent au développement de nouvelles pousses.

La pollinisation de l'hévéa est entomophile, et réduite à de faibles distances (quelques dizaines de mètres). Elle est aussi peu efficace, puisqu'il ne se développerait qu'un seul fruit pour plusieurs dizaines de fleurs femelles. La fécondation croisée est la règle, mais l'autofécondation chez un même arbre ou entre individus d'un même clone, est possible ; ce degré d'aptitude à l'autofécondation est variable.

(Du fait de l'allogamie les semences présentent une grande hétérogénéité génétique, d'où le manque d'homogénéité des arbres issus de graine ; aussi, depuis une quarantaine d'années, le greffage s'est-il imposé, sans pour autant supprimer une variabilité notable au niveau de la production).

Après la fécondation, le fruit va se développer plus vite que les ovules, qui resteront longtemps suspendu dans leurs loges. A maturité, les assises mécaniques de l'enveloppe du fruit provoquent son éclatement, qui est une véritable détonation projetant les 3 graines et les 6 demi-carpelles jusqu'à 15 m. Les caractéristiques des graines étant constantes, servent à l'identification des clones.

Sous le tégument lignifié qui constitue la coque se trouve un tissu spongieux qui permet à la graine de flotter. L'amande comprend un albumen important, dont l'amidon et l'huile vont servir à l'alimentation de la plante.

Du fait de l'oxydation rapide des matières oléagineuses de l'albumen la faculté germinative baisse de plus de 50% en moins d'un mois après la maturité.

Le déclenchement de la germination est lié à une imbibition suffisante des tissus internes de la graine ; chez certains clones il peut se produire avant même l'éclatement du fruit . A la germination, les deux cotylédons: restent à l'intérieur de la graine pour puiser dans les réserves de l'albumen et les amener à la plantule par l'intermédiaire de leurs deux pétioles. La disposition de la plantule entre ces deux derniers, permet de la diviser en deux et d'obtenir ainsi des plants jumeaux.

5) Croissance rythmique de l'Hévéa :

L'Hévéa, comme de nombreux arbres des régions tropicales (manguier, cacaoyer; théier, citrus, etc...), et même tempérées, présente une croissance rythmique (croissance par " flush" des anglophones) tout à fait remarquable, dont l'étude ouvre des perspectives nouvelles pour l'amélioration de l'homogénéité du matériel végétal. Aussi convient-il de s'y arrêter.

a) description de la croissance rythmique :

(que nous emprunterons à l'étude de Hallé et Martin (1968) réalisée à l'ORSTOM et à l'IRCA.). Un jeune hévéa présente, comme on le voit sur la figure 4A, une variation rythmique spectaculaire des dimensions foliaires d'un bout à l'autre de l'axe, accompagnée de variations dans la longueur des entre-nœuds (4B) .

En liaison avec ces variations de taille on observe des variations morphologiques importantes, et on distingue ainsi trois sortes de feuilles (Fig 5).

- des feuilles assimilatrices, de dimensions échelonnées, dont les plus petites sont pratiquement réduites à leur bourgeon axillaire, lui-même peu développé
- des feuilles bloquées à un stade précoce de leur ontogénèse et qui constituent les écailles protectrices du méristème
- des feuilles analogues aux précédentes mais qui différencient, lors du cycle morphogénétique suivant, de petits organes glandularisés, appelés nectaires extra-floraux.

La croissance va donc se faire par une alternance de périodes à croissance nulle et d'autres à croissance rapide, de sorte que l'axe de la tige sera comme formé d'une succession linéaire d'unités de croissance.

Chaque cycle morphogénétique peut être décomposé en quatre stades (voir Fig. 6) :

- stade A, ou débourrement : les feuilles écaillés du bourgeon terminal s'ouvrent, et la nouvelle unité de croissance apparaît.
- stade B, ou croissance : les entre-nœuds séparant les écaillés s'allongent rapidement ; les nouvelles feuilles sont d'abord dressées, puis se renversent vers le sol.
- stade C, ou maturation foliaire : la surfaces des limbes s'accroît considérablement en même temps que les feuilles perdent leur anthocyane et deviennent vert clair, mais restent flasques.
- stade D ou dormance : les feuilles se redressent, mais en fait la dormance commence au stade C, lorsque les dernières ébauches de feuilles se nécrosent pour ne laisser que les écaillés.

Ces 4 stades, qui durent en moyenne respectivement 9, 11, 10 et 12 jours, sont repérables à l'oeil et remarquablement utiles sur le terrain.

b) répercussion des variations rythmiques sur l'activité du cambium :

on sait que les méristèmes synthétisent l'acide indol acétique (A.I.A.) et que celui-ci détermine la prolifération des cambiums. L'hypothèse selon laquelle il devrait donc se produire une variation rythmique de la concentration en AIA dans l'apex s'est trouvée confirmée par l'observation anatomique : à chaque unité de croissance correspond une seule couche de bois et au fonctionnement rythmique du cambium correspond à chaque fois un manteau laticifère.

Comme on le voit sur la figure 7a, il y a un seul manteau laticifère dans l'unité de croissance la plus récente, deux dans la suivante, puis trois, etc...

Ce fonctionnement rythmique du cambium implique certaines précautions lors du greffage, comme l'a montré Gener à l'IRCA (1966). Les résultats du greffage sont bien meilleurs lorsque l'apex du porte greffe est un stade A ou B, ce qui correspond à une intense activité cambiale.

A côté des unités de croissance qui correspondent à l'allongement ininterrompu de deux tronçons, l'un " préformé " l'autre " néoformé ", il faut distinguer les unités de morphogénèse qui correspondent à une morphogénèse ininterrompue, mais un allongement en deux temps (voir Fig. 7 b).

c) croissance rythmique chez l'adulte :

Le schéma décrit correspondait au jeune âge, mais le rythme va caractériser toute la vie de l'arbre. Après 1 ou 2 années de croissance monocaulée,^(I) la plante sera suffisamment vigoureuse pour se ramifier, ce qui se fera par le débourrement de bourgeons axillaires situés à l'aisselle des feuilles assimilatrices de taille moyenne. Aux aisselles des grandes feuilles et des nectaires apparaîtront les inflorescences.

d) explication de la croissance rythmique :

L'expérimentation a permis de vérifier l'hypothèse selon laquelle il y aurait compétition entre les feuilles et le méristème apical pour l'alimentation en eau. Le processus est le suivant :

- les feuilles, encore embryonnaires, attirent peu d'eau et les vaisseaux du jeune axe alimentent largement le méristème apical, alors très actif.
- les feuilles en se développant, attirent de plus en plus d'eau, au détriment de l'apex dont l'activité diminue.
- la maturation des feuilles requiert toute l'eau disponible et le méristème apical, sous-alimenté, s'arrête de fonctionner.
- après maturation des feuilles l'apex se trouve réirrigué et reprend de l'activité.

Pour le vérifier il suffit de réduire la surface des feuilles aux $2/3$ au fur et à mesure qu'elles se développent - ce qui équilibre les besoins en eau des feuilles et de l'apex - et la compétition n'ayant plus lieu la croissance est continue (chandelle - voir figure 8);

Le déterminisme du rythme de croissance de l'Hévéa (parties aériennes, car la racine est de croissance continue : Fig 9) est donc de nature endogène, c'est à dire indépendant du milieu tant que celui-ci satisfait un certain seuil. Autrement dit, si les conditions sont défavorables, ce qui est le cas de la saison sèche, les cycles de croissance sont suspendus. C'est l'époque où l'hévéa se défeuille. La lumière agit dans le sens de l'accélération des cycles.

(I) au niveau de la 9ème ou 10ème unité de croissance

e) conclusions concernant la croissance rythmique :

des observations précédentes nous tirons un certain nombre de recommandations pratiques très importantes :

- celle, pour la bonne soudure du greffon, de l'état dans lequel se trouve l'apex du porte greffe.
- pour le choix du greffon, il sera toujours préférable d'utiliser seulement les bourgeons axillaires des feuilles assimilatrices moyennes, puisque, topographiquement, c'est eux qui sont destinés à être des rameaux.
- la production dépendant de la richesse en manteaux laticifères, et ceux-ci correspondant à des cycles de croissance, on peut penser qu'il y a relation entre la rapidité du rythme pendant le jeune âge et la production ultérieure.

III AMELIORATION DE L'HEVEA

L'augmentation de la productivité de l'Hévéa soulève des problèmes dont certains seront examinés à propos de l'entretien de la plantation ou des conditions de saignée. Mais il en est un concernant la matériel végétal lui-même, dont il convient de parler ici.

C'est une observation banale, que de constater une variabilité considérable dans l'aspect et la capacité de production des arbres d'une même plantation, réalisée cependant dans des conditions homogènes.

Un premier facteur explicatif est évidemment l'hétérogénéité génétique des semences; cette hétérozygotie résulte du mode allogame de fécondation. Toutes les plantations réalisées jusqu'après la première guerre mondiale ayant été faites avec des arbres issus de graines, ont donc présenté une variabilité considérable.

Celle-ci diminuera avec l'utilisation du greffage, technique qui s'imposa partout aux environs de 1930, et dont la méthode est la suivante : greffage en écusson, sur des porte-greffes issus de graines, de bourgeons prélevés sur les branches d'arbres repérés pour leurs performances ; le greffon qui se développe fournit de nouveaux bourgeons, qui sont greffés à leur tour sur des plants issus de graines. On réalise ainsi ^{ce} que l'on a coutume d'appeler en hévéaculture un " clone de greffe ".

L'amélioration génétique ne fut pas négligée malgré les délais qu'elle implique et des croisements entre arbres hauts producteurs furent réalisés, dont certains servirent pour ^{nouveaux} le clones de greffe. L'importance

des travaux réalisés n'a guère été payante, puisque les nouveaux clones ne sont guère supérieurs à certaines sélections anciennes issues de fécondation libre, et que dans les pays francophones on recommande encore les clones, GT1, PR 107, PB 86 qui datent de 1920, et Harbel 1 (originaire du Libéria).

Bien qu'il y ait des clones plus homogènes que d'autres, on est forcé de constater que dans une même plantation, ne comprenant que des arbres issus de greffons génétiquement homogènes, implantés sur une même famille de porte-greffes, la variabilité reste très grande. Une illustration frappante de cette variabilité intraclonale est donnée par Langlois (Institut des Recherches sur le Caoutchouc au Cambodge - 1965) : ayant groupé en 10 classes de production (depuis les 10% plus hauts producteurs jusqu'aux 10 % les plus bas producteurs) deux séries d'arbres d'âge différents d'un même clone de greffe, PR 107, il obtient le tableau suivant :

Classes d'arbres en % cumulé de l'effectif total	production cumulée en % de la production totale	
	âge des séries	
	22 ans	11 ans
1 à 10%	29,0	15,1
1 à 20	50,2	28,1
1 à 30	67,0	40,2
1 à 40	80,0	51,6
1 à 50	88,6	62,1
1 à 60	94,3	71,8
1 à 70	97,2	80,7
1 à 80	98,7	83,5
1 à 90	99,5	95,3
1 à 100	100,0	100,0

Un même clone de greffe, pourtant réputé pour son homogénéité, montre donc une variabilité de production considérable, variabilité qui s'aggrave avec l'âge :

les 50 % moins bons arbres donnent 37,9 % de la production à 11 ans et seulement 11,4 % à 22 ans.

La recherche d'une solution s'impose donc à l'esprit.

Du Plessix (I.R.C.A. 1969) suggère deux orientations de recherche. La première consisterait à réaliser d'abord des géniteurs homozygotes en partant d'individus haploïdes, qu'il faudrait obtenir en utilisant les techniques ayant donné des résultats sur d'autres plantes (individus haploïdes obtenus à partir de grains* de pollen mis en culture in vitro à certains stades de leur différenciation).

La seconde est d'utiliser les observations faites concernant la croissance rythmique et certains aspects de la morphogénèse. Certains travaux avaient déjà montré que des bourgeons prélevés à des niveaux différents manifestaient des aptitudes différentes au greffage et au bouturage. Depuis ceux de Halle et Martin, que nous avons rapportés, on peut comprendre pourquoi. Les bourgeons axillaires de feuilles assimilatrices et ceux de feuilles en écaille se sont formés dans des conditions différentes, puisque l'activité du méristème terminal n'est pas la même à ces deux périodes.

Les résultats obtenus en greffant comparativement ces deux types de bourgeons (pris dans la même unité de croissance et greffés à la même hauteur sur des porte greffes de même développement^(I), afin d'éliminer toute hétérogénéité due au matériel) de fonctionnement : précocité de débourement, rythme de croissance, croissance en épaisseur. Ainsi, les bourgeons se trouvant à l'aisselle d'une feuille ont un rythme de développement plus rapide que ceux à l'aisselle d'une **écaille**.

Cette observation n'est pas seulement intéressante en raison de la meilleure aptitude à la production consécutive à un développement accéléré.

Elle conduit à modifier la conduite du parc à bois - le parc à bois étant la parcelle productrice de bois de greffe ; au lieu de recéper les bois de greffe le plus bas possible (ce qui permet de récupérer davantage de bourgeons à greffer, mais nous savons maintenant qu'il est préférable de ne pas récupérer les bourgeons d'écaille) il est préférable de couper du dessus du premier bourgeon de feuille de l'unité de croissance n° 1, obligeant ainsi la souche à faire fonctionner un bourgeon de feuille pour l'édification du nouveau bois de greffe ; on obtient ainsi une végétation beaucoup plus vigoureuse et un meilleur rendement en yeux à greffer.

Les différences de développement observées entre bourgeons différents d'une même unité de croissance, ne restent pas les mêmes selon la position

I) méthode dite du greffage multiple

de l'unité. Autrement dit, l'âge de la portion dans laquelle est fait le prélèvement, joue un rôle également. Le fait ne doit pas surprendre ; en effet, les unités de morphogénèse ne sont pas strictement équivalentes au cours de la vie du végétal ; les premières unités ne se ramifient pas ; la zone de ramification ne commence que vers la 9^{ème} unité de croissance chez un pied franc, et ce n'est que beaucoup plus tard qu'apparaîtront les rameaux reproducteurs. Des essais ont démontré que pour un même type de bourgeon (bourgeon de feuille) l'aptitude au débourrement et à la croissance, ainsi que l'aptitude du greffon à la ramification, augmentant avec le rang de l'unité de croissance c'est à dire lorsque le prélèvement se rapproche de la zone de ramification normale.

Deux facteurs interviennent donc dans le développement des bourgeons ; un "facteur immédiat" qui est lié au développement de la feuille axillaire et un "facteur lointain" qui est l'aptitude à la ramification. A relever que la surface foliaire par unité de croissance augmente jusqu'à la 8^{ème} sur les pieds francs, alors qu'elle diminue - plus ou moins rapidement selon les clones - sur les bois de greffe ; il sera donc prudent, puisque dans la pratique on prélève les greffons sur bois de greffe, de prélever ceux-ci le moins haut possible.

Finalement, c'est la validité de la méthode actuelle de constitution d'un clone qui peut-être mise en doute, puisque pour constituer la "tête de clone" on prélève tous les yeux disponibles.

Nous n'avons parlé jusqu'à présent que des greffons ; or s'il est intéressant de les sélectionner pour leur rapidité de croissance, on conviendra qu'il est certainement utile également de sélectionner pour le même caractère les porte greffes que l'on va utiliser.

L'élimination en pépinière, en se basant sur le rythme de croissance, permet de sélectionner les porte greffes les plus rapides, qui représentent ainsi non seulement une plus grande vigueur mais aussi une plus grande homogénéité. En agissant ainsi simultanément sur les greffons et les porte greffes on peut espérer réduire considérablement la variabilité intraclonale, tant en ce qui concerne la croissance que la production. Les essais sont en cours.

B - ECOLOGIE DE L'HEVEA

Etant donné son origine, l'hévéa prospère en climat équatorial ou tropical humide, mais en réalité on connaît mal les limites climatiques assurant une production économique. Cela tient au fait qu'il n'y pas de plantations industrielles dans les zones marginales.

I CLIMAT

Les caractéristiques essentielles sont :

1) Température :

On admet une moyenne annuelle de l'ordre de 25°, mais l'arbre supporte des chutes assez prononcées (jusque vers 10°); le fait que les productions les plus fortes sont obtenues quand la température est la plus basse dans l'année, n'est pas uniquement en relation avec ce facteur. La fonction laticigène est diversement influencée, surtout par l'absorption de l'eau et la photosynthèse.

L'économie de l'eau dépend des réserves du sol et de la transpiration (rôle de l'humidité atmosphérique, du vent, de la radiation solaire). La photosynthèse et les phénomènes respiratoires dépendent également de l'intensité de la radiation, et le manque d'ensoleillement a un effet sur la production.

2) Pluviosité :

Elle est un facteur important ; 1500 mm de moyenne annuelle peuvent suffire, à condition d'une bonne répartition et d'un sol présentant une rétention satisfaisante. Sinon il est préférable que les pluies totalisent 2 m. Le fait que l'hévéa supporte 3 - 4 mois de saison sèche au Viet-Nam ne s'oppose pas aux exigences hydriques de cette plante ; les terres y ont une bonne structure et la production se trouve cependant affectée par cette saison sèche.

La répartition des pluies dans la journée doit être prise en compte, car la saignée se faisant le matin il faudra éviter les situations où les pluies matinales sont trop fréquentes.

3) Ensoleillement :

On a peu de données, sinon qu'au Viet-Nam la production baisse après plusieurs jours sans ensoleillement.

4) Vents :

On sait que le bois d'hévéa est cassant. On évitera donc les zones à tornades et, dans la mesure du possible, on orientera les lignes de plantation dans le sens du vent. On utilisera éventuellement des clones moins cassants et des rideaux d'arbres brise-vent.

5) Altitude :

Sur ce point également on est valablement peu renseigné. Il est de fait que l'hévéa est sensible à l'altitude, et on admet qu'il ne faut pas dépasser 600 m sur l'équateur et 400 m dès qu'on s'en écarte de 4 à 5°.

II SOL

Dans l'aptitude des terrains à la plantation interviennent le relief, la profondeur, les qualités physiques et la composition chimique.

1) Relief :

Il n'est pas une gêne pour la plantation et on connaît des plantations en courbes de niveau, mais, outre le coût d'établissement et d'entretien, il faut tenir compte des conditions d'exploitation, qui nécessitent des transports fréquents et importants. On évitera donc les terrains trop tourmentés, et on notera à ce propos que l'exploitation économique de l'hévéa n'est pas compatible avec un trop grand morcellement des surfaces plantées.

2) Profondeur :

Elle est un facteur important étant donné le système racinaire de l'hévéa. Le développement du pivot permet un bon ancrage et la possibilité, pendant la saison sèche, de s'approvisionner en eau dans les couches profondes.

3) Qualités physiques :

La composition granulométrique qui intervient dans la structure du sol et dans sa capacité de rétention pour l'eau, est considérée par des spécialistes des sols tropicaux comme la caractéristique physique la plus importante, et un des éléments essentiels de la fertilité.

On estime généralement que le taux minimum d'argile doit être de 15% en surface et 20 % à 50 cm. Rappelons aussi qu'il ne faut pas qu'il y ait d'horizons à gravillons près de la surface et que les sols hydromorphes et trop lourds sont à écarter en raison de leur mauvais drainage.

4) Composition chimique :

La richesse du sol en éléments minéraux nécessaires au développement des arbres et à leur production est certes importante, mais on ne peut la séparer des qualités physiques déjà mentionnées. Les limites que l'on voudrait fixer pour les bases échangeables ne peuvent être les mêmes selon la proportion d'éléments fins et le type de sol. Une certaine pauvreté en éléments minéraux n'est pas forcément un obstacle à une exploitation rationnelle, si les qualités physiques et le pouvoir fixateur du sol pour certains éléments rendent valables les apports d'engrais.

En ce qui concerne le pH, l'hévéa manifeste une certaine préférence pour les sols acides (4,5 - 5,5).

C - CULTURE DE L'HEVEA

Les facteurs naturels envisagés au chapitre précédent ne sont pas les seuls à intervenir dans la situation d'une plantation, non plus que le financement nécessaire (à titre indicatif, les investissements à prévoir en 1966 pour une plantation en zone forestière étaient de 550 000 francs CFA par hectare, bâtiments, logements et installations industrielles comprises). Interviennent également des facteurs économiques et sociaux ; une plantation doit être située à proximité de voies de communications praticables en tous temps. Elle nécessite une main d'oeuvre chiffrée à environ un travailleur pour 1 ha $\frac{1}{2}$. D'autre part, la nécessité de traiter le latex sur place implique l'existence d'une usine de préparation ; le fonctionnement de celle-ci ne sera rentable qu'à la condition de traiter la production de 1000 à 1500 ha. Main-d'oeuvre et préparation du caoutchouc supposent des ressources en eau satisfaisantes ; sur la base de 30 l d'eau potable par habitant et 35 m³ d'eau pure par tonne de caoutchouc sec préparé (production moyenne d'un hectare) on peut estimer à environ 200 m³/jour les besoins d'une plantation de 1000 ha.

I MISE EN PLACE

L'organisation du planning des opérations à réaliser doit être minutieuse ; sans pouvoir entrer dans les détails, il faut savoir que les principaux éléments du planning sont les délais d'obtention du matériel végétal, le cycle des saisons, les disponibilités en main-d'oeuvre ; la plantation en stumps greffés

demande deux années de préparation, auxquelles il faut ajouter une année encore s'il faut préparer le bois de greffe. L'établissement du jardin à bois, puis des pépinières, seront donc les premières opérations à réaliser.

1) Préparation et aménagement du terrain :

Dans l'ensemble nous pouvons renvoyer à ce qui a été dit à ce sujet à propos du palmier à huile. Les points suivant retiendrons plus particulièrement l'attention.

L'extirpation des souches et leur destruction peut être nécessaire, si on craint qu'elles puissent constituer des foyers de contamination pour les maladies de racines affectant l'hévéa.

Le brûlage peut être une nécessité également si la densité de forêt est telle que la masse végétale ne peut être endainée dans un interligne (la densité de plantation de l'hévéa est plus grande que celle du palmier).

La destruction de l'Imperata en plantation sur savane, l'établissement d'une couverture végétale protectrice, et la protection contre l'érosion, doivent **figurer dans les préoccupations** du planteur. La nature du terrain est la pente auront de sérieuses incidences sur l'orientation des lignes de plantation et sur les aménagements qu'il conviendra de réaliser (banquettes, digues en courbes de niveau, terrasses, digues et drains aveugles, etc...). La figure 11 en donne quelques idées.

Dispositif de plantation - Densité :

Le problème de la densité est ici plus complexe que pour d'autres productions car, à côté du rendement à l'hectare, il faut tenir compte du rendement au saigneur. L'augmentation de la densité, tout en augmentant le rendement hectare, diminue celui de la production individuelle et augmente le coût de la saignée.

La solution adoptée sera donc toujours un compromis difficile à déterminer a priori. D'après des expériences conduites au Viet Nam et au Cambodge la densité habituelle de 400 arbres/ha est beaucoup trop faible. Avec 650 arbres on augmente la production de 20 % en augmentant fort peu le prix de revient. Aussi préconise - t - on maintenant de ne pas descendre au dessous de 660 arbres, une densité atteignant 850 pouvant être parfois recommandable. Une forte densité assure également une meilleure protection contre les dommages du vent, et évite qu'avec l'âge la densité ne deviennent insuffisamment rentable (une plantation dure près de 40 ans et des disparitions d'arbres sont toujours inévitables).

Le dispositif de plantation théoriquement idéal est celui qui permet

au système racinaire et à la couronne de se développer harmonieusement, donc la plantation en quinconce ou en carré. Mais avec les densités souhaitables, et les nécessités topographiques, on est amené à planter en lignes, l'hévéa présentant d'ailleurs une plasticité suffisante pour ne pas souffrir de ces dispositions.

Pratiquement les interlignes ne pourront être inférieurs à 6 m. Un grand écartement semble réduire les pertes dues aux maladies de racines, mais il nécessite un contrôle plus long de la végétation de l'interligne, et on ne peut pas non plus serrer indéfiniment sur la ligne. Les écartements les plus fréquents seront donc :

$$6,66 \times 2,50 = 600 \text{ arbres/ha}$$

$$6,66 \times 2,00 = 750$$

$$7,00 \times 2,20 = 650$$

$$8,00 \times 2,00 = 625$$

$$8,00 \times 1,50 = 833$$

Parcellement :

La plantation sera divisée en blocs carrés de 100 ha (1 km x 1 km) ou 25 ha (500 x 500 m) selon l'écartement des layons; c'est la disposition la plus commode semble-t-il.

2) Préparation du matériel végétal :

Celle-ci peut être nulle si on pratique le semis en place (nous en parlerons au paragraphe suivant). Par contre, si on plante en plants ou stumps il faut prévoir germoir, pépinière, et jardin à bois pour le bois de greffe.

La préparation d'un stump greffé demande 18 à 20 mois.

- germoir :

C'est tout simplement l'endroit où l'on met à germer les graines destinées à fournir les plants de la pépinière et du jardin à bois.

Le germoir est ici quelque chose de très simple : une planche de 1 m ou 1,25 m de large comprenant un lit de sable de 5 - 10 cm, sur lequel les graines sont posées à 1 cm l'une de l'autre, la face présentant deux méplats contre le sable afin que la racine soit bien placée.

Le germoir est protégé du soleil, de la pluie et de tout parasitisme.

L'installation du germoir se fait lorsqu'on dispose de graines, dont on se souvient qu'elles ont une faculté germinative réduite. Les graines disponibles peuvent avoir plusieurs origines :

- . graines tout venant, qui donneront des seedlings tout venant.
- . graines récoltées sur des surfaces monoclonales greffées en clones connus, qui donneront des seedlings clonaux, généralement utilisés comme porte greffes.
- . des graines IPPC (illégitimes à père présumé connu), récoltées à la limite de plantation de 2 surfaces monoclonales connues.
- . des graines légitimes, issues de fécondation artificielle.

Les planches sont arrosées et dans les trois semaines on obtient 80 à 90 % de germination. Les graines germées sont transplantées avec soin pour ne pas blesser le pivot.

Pour éviter de transplanter de toutes jeunes plantules et faciliter une bonne reprise, on peut semer dans des petits sacs en plastique, mais ceux-ci seront sans fond pour ne pas entraver le pivot (diamètre 15, hauteur 70 cm). Cette technique permet d'attendre un meilleur moment pour repiquer.

-Pépinière :

C'est l'étape obligatoire entre le germoir et la plantation en stump. Elle dure 9 - 10 mois si on plante en "seedlings" c'est à dire avec des francs . Pour la plantation en stumps greffés il faut compter 20 à 22 mois.

La pépinière est un terrain parfaitement préparé et ameubli en profondeur sur lequel on réalise des planches dans lesquels les graines germées sont plantées à 30 x 60 cm, ce qui représente 60 000 plants/ha.

Les pépinières sont entretenues avec soin, traitées, éventuellement fertilisées. C'est après 8 - 10 mois de pépinière que les plants sont greffés, ce qui est la technique la plus courante.

- Greffage :

En utilisant comme greffons des clones sélectionnés, on obtient, par ce moyen, des cultures à haut rendement et relativement homogènes.

Chez l'hévéa, on pratique le greffage en écusson à oeil dormant ; elle consiste à mettre en contact le cambium du porte-greffe avec le cambium d'un greffon portant un oeil ou bourgeon; après soudure des cambiums le bourgeon se développe, pour donner le tronc de l'arbre greffé après ^{que} le porte-greffe aura été recépé. Bien exécuté, le greffage donne 80 % de reprise. Sa réussite nécessite certaines conditions:

- la meilleure époque de greffage est la saison des pluies, les tissus devant être turgescents et en période de végétation.

- préparation du porte greffe : celui-ci doit avoir 3 à 3,5 cm de diamètre. A quelques cm au dessus du sol, le greffeur incise une fenêtre (2 traits verticaux de 4 - 5 cm reliés par un trait horizontal, généralement bas = fenêtre inversée). Le greffeur prépare une vingtaine de sujets sans décoller la languette.
- préparation du greffon : le greffeur choisit un morceau de bois de greffe d'un diamètre correspondant au p. g. et sur celui-ci un oeil ad hoc. Cet oeil est encadré par deux incisions parallèles, puis le greffon est détaché en entaillant largement le bois.
- insertion de la greffe : la fenêtre est décollée, le greffon taillé à la longueur, le bois enlevé, le greffon inséré sous la languette, l'oeil tourné vers le haut ; la languette est rabattue et le tout ligaturé (des bandes de plastique conviennent très bien), la ligature, commencée par le bas, devant entièrement recouvrir la greffe.
- on ne greffera pas en temps de pluie et on prendra soin de ne pas toucher les cambiums avec les doigts.
- l'ouverture des greffes se fait après 3 semaines : on enlève la ligature et on sectionne la languette ; on s'assure que le greffon est bien adhérent. Si la greffe n'est pas verte c'est qu'elle n'a pas réussi et on recommence sur l'autre côté.
- le recépage : c'est l'opération qui consiste à sectionner-à la scie- le porte greffe à 1 - 2 cm au dessus du greffon.
Quand le greffage a été effectué en pépinière, comme ci-dessus, le recépage ne se fait que juste avant la transplantation (l'oeil du greffon est alors encore dormant), ou éventuellement 2 ou 3 semaines avant celle-ci (transplantation à oeil débourré).
- comme variante dans le greffage, on doit signaler celle qui consiste à greffer ~~en~~ au champ, méthode qui a des avantages et des inconvénients (surtout en zone forestière, le recépage sur place sensibilise aux maladies de racines).

-Jardin à Bois :

C'est lui qui fournit le bois de greffe. Son installation doit précéder la pépinière étant donné qu'il faut un délai de 2 ans avant de pouvoir y prélever des greffons.

On commence comme pour une pépinière, mais les plantules sont mises aux écartements 1 x 1 , ce qui donnera 8 à 9000 emplacements/ha (on met 3 graines germées

par emplacement et on gardera 1 ou 2 plants). Vers l'âge d'un an, on procède au greffage, en utilisant des greffons de clone retenu. Dès l'ouverture des greffes on recèpe, et la pousse issue de l'oeil du greffon va donner naissance à une tige qui formera le bois de greffe. Celui-ci sera utilisable environ 1 an après le greffage.

Le prélèvement du bois de greffe se fait à la scie, environ 10 cm au dessus de la soudure de la greffe, de façon à provoquer le départ d'un nouveau rejet sur le rejet précédent.

Calcul du matériel végétal nécessaire à la plantation de 1 ha :

Ce calcul est important, car pépinière et parc à bois immobilisent des surfaces importantes et représentent un gros travail. Le calcul doit compter avec le pourcentage de germination des graines, et les taux de réussite en pépinière, au greffage et au plantage.

Pour la plantation en stumps greffés on compte :

2.400 graines

1.800 plantules pour la pépinière (3 ans)

1.250 plants greffables

750 stumps greffés bons à planter, ce qui autorise 600 plants/ha
+ 25 % de disponibles pour emplacements.

pour la greffe il faut environ 125 m de bois de greffe, donc 125
souches au jardin à bois. (1,5 are)

(1000 ha de plantation nécessitent donc 30 ha de pépinière et 15 de parc à bois)

3) Plantation :

La mise en place des plants se fait lorsque la saison des pluies est bien établie, dans des trous de 60 x 60 x 60. La préparation des plants consiste à les arracher de la pépinière et à sectionner le pivot à 70 cm (fig 10); s'il s'agit de greffer on les sectionne à 5 cm de la greffe, s'il s'agit de seedlings à greffer une fois en place on les taille à 20 - 30 cm du collet. Le pralibage des racines est conseillé.

Si on ne plante pas tout de suite il faut mettre en jauge.

Avant plantation on raccourcit le pivot de 10 cm, on met en place en orientant la greffe (sud-ouest ou ouest dans l'hémisphère Nord) et on tasse ; éventuellement on arrose.

La reprise des plants doit être visible après 3 semaines ; sinon on les remplace aussitôt.

La plantation en graines - en poquets ou en lignes - supprime la pépinière et permet d'avoir des arbres qui s'enracinent plus profondément, mais nécessite beaucoup de graines et le greffage sur place.

II ENTRETIEN

1) Soins divers :

Les tout premier seront de protéger les jeunes plantations contre les animaux ; il peut être nécessaire de clôturer, surtout s'il s'agit d'un semis en place.

a) Entretien des plants

Le premier entretien des arbres eux-même a pour but d'obtenir des troncs forts et vigoureux permettant une saignée jusqu'à 2,80 à 3 m de hauteur. Pour cela, on supprime d'abord tous les bourgeons qui apparaîtront à la partie supérieure du porte greffe, de façon que la sève aille bien à l'œil du greffon ; celui-ci étant constitué en fait de 3 bourgeons, il pourra être nécessaire d'ébourgeonner les latéraux, car un seul rejet doit se développer, ce rejet lui-même sera ébourgeonné par la suite, les bourgeons latéraux étant supprimés jusqu'à 3 m de hauteur ; à partir de ce niveau on laisse le plant se charpenter librement. Eventuellement on éfête à ce moment là, pour favoriser la formation de la couronne ; vers 3 - 4 ans on taille éventuellement les couronnes mal équilibrées. On procède ensuite à des éliminations successives au cours des années précédant la mise en saignée, de façon à ramener la densité/ha à 450 - 500 arbres greffés. Les éliminations ont pour but de ne conserver que les meilleurs arbres ; elles se font à la cadence de 5 %an de la 2^e à la 6^e année de plantation et tient compte des manques accidentals (notamment par maladies de racines). On peut aussi tenir compte pour les éliminations des tests de production précoce (Testatex au début, test Morris Man à partir de 3 ans $\frac{1}{2}$). Le Testatex s'opère sur des plants d'un an ; les fig. 21 et 22 permettent de comprendre le test. Le test Morris Man, sur des arbres d'au moins 3 ans $\frac{1}{2}$ consiste à faire 10 saignées à 1 jour d'intervalle, et de peser les 5 dernières).

b) Couverture du sol :

C'est la principale mesure de protection contre l'érosion, et elle ne souffre aucune exception, même en terrain plat. La végétation naturelle, à condition de ne pas être de l'Imperata, serait encore préférable au terrain nu. La plante de couverture garantie en outre la bonne tenue des dispositifs antiérosion qui peuvent être nécessaires.

La couverture végétale est indispensable également pour la conservation des propriétés du sol.

Plusieurs techniques sont possibles :

- la méthode "forestière" : on conserve la végétation naturelle, à l'exception des plantes nocives, et on rabat périodiquement à 60 cm (pas en saison sèche pour ne pas gêner la régénération de la végétation).
- la méthode sélective : on supprime petit à petit toutes les espèces inintéressantes et on ensemeince dans les parties dénudées des légumineuses de couverture.
- le semis ou l'implantation d'une plante de couverture dans l'interligne.

On peut utiliser

- . des légumineuses rampantes : *Centrosema pubescens* et *Pueraria phaseoloides*, seuls ou en mélange ; ce sont les plus utilisés.
Mimosa invisa dans sa forme inerme est une bonne plante de régénération, mais quoiqu'annuelle elle tend à devenir envahissante.
Stylosanthes gracilis donne un tapis dense, mais elle ne graine pas en basse côte et doit donc être bouturée ou semée avec des graines importées.
- . des légumineuses dressées : citons essentiellement *Crotalaria anagyroides*, *Leucaena glauca* et *Flemingia congesta* et *latifolia*.
- . une composée : *Tithonia diversifolia*, qui doit être bouturée. Plante de soleil, elle finit par disparaître, mais son intérêt est de réduire les pertes de jeunes plants par maladies des racines. On peut donc recommander de mettre ~~en~~ place du *Tithonia* un an avant la plantation ; les essais sont concluants sur terrains forestiers comme en Côte d'Ivoire.
- . une graminée : *Tripsacum laxum* ou "Guatemala grass" qui doit également être bouturé, et ne se maintient pas plus longtemps que le *Tithonia*.

c) Entretien des lignes :

Cet entretien a pour objet d'empêcher la couverture végétale d'envahir les jeunes hévéas, concurrencer, en particulier pour l'eau. Il s'applique à une bande de terrain faisant 1 m de part et d'autre de la ligne de plantation. Qu'il soit fait manuellement ou chimiquement, il entraîne des frais importants, d'où l'attention apportée à ce problème.

A la suite de travaux effectués par l'IRCA sur des sols à prédominance de graminées, on recommande de suivre la technique suivante qui tient compte de la croissance des hévéas et du taux d'enherbement des lignes de plantation (déterminé par la méthode des "grilles") ; c'est donc une méthode qui vise à la fois l'efficacité et l'économie :

- du plantage au 12^e mois : sarclages manuels déclenchés à 60% d'enherbement.
- du 13^e au 24^e mois : traitements par herbicides de contact (aminotriazole et paraquat) déclenchés à 60% d'enherbement.
- du 25^e au 36^e mois : herbicides à 75% d'enherbement.
- du 37^e au 48^e mois : herbicides à 95% d'enherbement.
- à partir du 48^e mois: comme précédemment, mais dans un cercle de 60 cm de \varnothing autour des hévéas, le reste de la ligne étant fauché périodiquement.
- dans les plantations adultes, le couvert réduit la végétation ; le recépage des interlignes et le maintien propre des lignes se fait sans difficultés.

2) Nutrition minérale :

L'hévéa est sans conteste une plante capable d'une grande adaptabilité. A première vue, ses exigences se manifestent beaucoup plus vis à vis de l'eau que de la fertilité du sol ; mais le fait que l'hévéa soit économiquement rentable sur des sols pauvres, ne veut pas dire qu'il ne se comporterait pas mieux sur des sols améliorés. Il faut également considérer le fait que la productivité des clones sélectionnés est très supérieure à celle des premières plantations, et que les besoins en phosphore sont notablement augmentés si on procède à la stimulation pour augmenter l'écoulement de latex.

La production, et aussi la première mise en saignée étant en relation avec la croissance, il est évident qu'une bonne nutrition ne peut être que souhaitable.

Les courbes de croissance des clones actuellement préconisés sont bien connues; celles-ci ayant été établies dans des conditions de végétation satisfaisantes, on peut, par comparaison, se rendre compte si une culture donnée subit un retard dans son développement. De même on connaît les meilleures performances de ces clones et si les productions restent inférieures, on peut penser - les autres raisons ayant été valablement écartées - que c'est

l'équilibre nutritif qui est à mettre en cause.

Aucune formule d'engrais ne peut être indiquée a priori. Le diagnostic foliaire - par comparaison aux teneurs relevées dans les meilleures plantations - et les analyses de sol, permettent de savoir quels éléments apporter.

. Ainsi, sur des sols de savane où la déficience potassique est native (cf. le palmier à huile) un apport de 150 g de K₂O par arbre et par année permet de corriger la déficience dans les feuilles après 5 épandages. La croissance des arbres est significativement supérieure ; mais pour que la production s'accroisse (surproduction cumulée de 10 % après 4 campagnes) il faut que la dose soit double. On peut penser qu'une dose encore supérieure, accélérerait davantage la précocité de cette surproduction.

D'autres essais, mis en place sur sol de savane déficient (Dabou) doivent préciser les interactions entre fumures azotées et potassiques d'une part, potassiques et magnésiennes d'autre part.

Au point de vue pratique, la localisation de l'engrais à portée des racines et la période d'épandage sont importantes pour l'efficacité de la fumure ; ainsi, il est recommandé d'apporter K et P avant la refoliation, alors que N peut être fractionné au cours de la première moitié du cycle végétatif annuel.

3) Ennemis de la plante :

Les animaux supérieurs (agoutis, rats, etc...) sont peut être plus gênants que les insectes et acariens (hannetons, cochenilles, borers, ...) qui sont ici surtout des parasites de faiblesse.

Par contre l'hévéa est menacé par un certain nombre de maladies sérieuses :

- la pourriture blanche des racines, due à *Leptoporus lignosus* (*Fomes. lignosus*) est particulièrement grave dans les terrains forestiers d'Afrique. La contamination se fait à partir des foyers préexistants qui constituent les souches de certaines essences spontanées. La contamination se fait essentiellement par filaments mycéliens ; ceux-ci affleurent au niveau du sol, ce qui permet de ^{les} détecter par le paillage (paillage serré autour du tronc et bien appliqué au sol). L'infection du pivot d'un arbre atteint par la maladie, évolue rapidement vers une pourriture sèche généralisée. Une ou plusieurs racines latérales suppléent alors le pivot et leur activité anormale provoque la formation de cannelures à la base du tronc ; c'est le premier symptôme extérieur ; dans un dernier stade les feuilles jaunissent et l'arbre meurt.

A l'IRCA 7% des arbres ont été reconnus contaminés chaque année, la perte étant de 1 à 2 % des arbres plantés ; cette perte diminue à partir de la 6e année.

On lutte de plusieurs façons :

+ lutte indirecte :

Il s'agit de techniques agronomiques destinées à diminuer la croissance et la virulence de l'agent pathogène :

- . l'empoisonnement des souches n'a pas donné grands résultats.
- . le dessouchage partiel ou total non plus .
- . l'augmentation de la densité sur la ligne réduit notablement les pertes (12 m x 1 m > 6 m x 2 m > 6 m x 3,50).
- . l'emploi du Tithonia comme couverture diminue les pertes, surtout si on l'implante à l'avance ; cette action favorable serait due à une réduction de l'humidité du sol dans les zones où le Fomes présente son développement maximum. Pour que le Tithonia n'ait pas d'effet dépressif sur les hévéas on en plante seulement deux lignes jumelées espacées de 1 m au milieu de l'interligne.
- . des essais d'application de soufre sont en cours.

+ lutte directe :

Dont l'objectif est de détruire le mycélium ou de l'empêcher de pénétrer dans les racines. Les arbres atteints étant repérés (détection par paillage), on traite le pivot et les départs de racines latérales après les avoir dégagés sur 40 cm de profondeur. Plusieurs produits ont été expérimentés ; les meilleurs résultats ont été obtenus avec un enduit gras contenant 20 % de PCNB (parachloronitrobenzène)(produit commercialisé sous le nom de Fomac).

- les maladies de tronc et de panneau de saignée (raies noires) dues au Phytophthora palmivora et à des parasites secondaires (Phythium) sont surtout sensibles en saison humide ; on les combat par des passages périodiques préventifs d'enduits antifongiques.
- les maladies de branches dues à Corticium salmonicolor et Botryodiplodia theobromae sont surtout conséquence de faiblesse.
- les maladies de feuilles sont dues, en pépinière, à Helminthosporium heveae et au moment de la refoliation à divers champignons.

- la nécrose de l'écorce saignée, connue sous le nom de "brown bast" englobe un ensemble d'affections qui sont essentiellement des maladies physiologiques dues soit à une intensité excessive de saignée, soit à des déficiences minérales, soit à des déséquilibres minéraux dans le latex.
 - pour information, il faut signaler la maladie sud-américaine des feuilles, due à Dothidella ulei, très grave affection heureusement encore non exportée du continent américain.
- C'est pourquoi l'introduction directe de matériel en provenance d'Amérique est strictement prohibée.

III - EXPLOITATION : LA SAIGNEE

L'exploitation de l'hévéa s'effectue par saignée. Celle-ci consiste à sectionner les vaisseaux laticifères pour permettre au latex de s'écouler à l'extérieur, ce qui est rendu possible par la fluidité du latex d'hévéa et en raison de la structure du système laticifère. L'arbre ayant l'aptitude de reconstituer en peu de temps le latex écoulé, on peut donc l'exploiter de façon quasi continue, ce qui différencie l'exploitation de l'hévéa de celle de la majorité des plantes cultivées. D'autre part, la saignée étant une opération de caractère artificiel, l'exploitant peut la régler à sa convenance et l'adapter à ses besoins, sans cependant oublier qu'il doit tenir compte des possibilités de la plante. L'exploitation rationnelle de l'hévéa consiste donc à proportionner l'intensité de la saignée avec les capacités physiologiques de l'arbre; étant donné les investissements que représente une plantation et les délais de mise en exploitation, cette exploitation nécessite une parfaite connaissance des problèmes.

1) Physiologie de la saignée :

Les connaissances dans ce domaine sont encore fragmentaires, mais laissent entrevoir une explication générale du phénomène.

a) mécanisme de l'écoulement du latex :

C'est la pression interne qui règne dans les laticifères qui provoque l'écoulement ; cette pression résulte du fait que les laticifères sont des cellules vivantes, dont le contenu cellulaire est tel, qu'elles absorbent de l'eau par osmose ; ne pouvant se dilater, de par leur localisation, il se crée une pression.

L'incision transforme le système clos des laticifères en système ouvert ; la rupture d'équilibre de la pression se propage dans l'écorce, mais en même temps que l'aire drainée s'étend les pertes de charge augmentent et,

la viscosité du latex aidant, il arrive un moment où l'écoulement s'arrête ; le latex en coagulant sur l'encoche obture les laticifères et la pression se rétablit progressivement. L'aire drainée s'étend sur 60 à 100 cm au-dessus de l'incision, affectant la forme indiquée sur la fig. 12.

b) facteurs intervenant dans ce mécanisme :

Le régime hydrique des tissus, la longueur et la profondeur de l'encoche, des facteurs proprement physiologiques, sont quelques uns des facteurs complexes qui régissent le phénomène.

c) physiologie de l'arbre saigné :

Chez un arbre non saigné, la fonction laticigène s'équilibre avec les autres activités biologiques de l'arbre. Chez un arbre saigné, bien que la reformation du latex se limite à l'aire drainée, elle affecte l'ensemble des activités biologiques de l'arbre. Cette compétition avec les autres fonctions végétatives nécessite de respecter un certain équilibre.

2) Facteurs intervenant dans le rendement de la saignée :

Indépendamment de l'aptitude génétique à la production, le rendement en latex et sa teneur en caoutchouc sec sont sous la dépendance de facteurs d'ordre anatomique, physique et physiologique qui interfèrent largement.

a) facteurs intervenant sur le volume de la zone drainée : ce sont

- la longueur et la profondeur de l'incision : l'abondance de l'écoulement n'est pas exactement proportionnelle à la longueur, en raison du drainage latéral aux extrémités de l'incision. La profondeur joue un rôle capital puisqu'il faut trancher les manteaux pour que ceux-ci se vident, et on sait que leur nombre augmente avec la profondeur. Cependant, il convient impérativement de respecter le cambium et on laissera donc 1 à 1,5 mm de liber (voir fig. 15).
- la direction des vaisseaux laticifères : comme le montre la fig. 13, ces vaisseaux, ainsi d'ailleurs que tout le système conducteur, sont inclinés de 5° environ. Il en résulte que pour sectionner le plus grand nombre de vaisseaux laticifères, l'incision sera inclinée dans le sens opposé.
- la hauteur de l'incision, qui intervient indirectement sur le volume drainé du fait que l'écorce n'a pas une épaisseur uniforme à tous les niveaux. Une différence très sensible existe entre seedling et greffé. Comme on le voit sur la fig. 14, la constitution du tronc n'est pas la même ; on se rappellera que la tige du plant greffé est anatomiquement

une branche, ce qui explique que l'épaisseur de l'écorce est beaucoup plus homogène. La hauteur de l'incision influencera donc assez peu la production.

Cependant, on constate parfois sur certains matériels, que le rendement diminue avec la hauteur en raison d'une coagulation plus accentuée ; celle-ci pourrait être due à la teneur en magnésium de latex, qui augmente effectivement avec la hauteur de l'encoche.

Longueur, direction et hauteur de l'incision sont les éléments que fixe le planteur ; tandis que la profondeur de l'incision dépend de l'exécution de la saignée. Quant à l'épaisseur de l'incision, 0,8 mm sont suffisants pour raviver la saignée et il est inutile de dépasser 1,5 mm.

b) facteurs physiologiques : ce sont

- le phénomène de "réponse à la saignée", qui fait que la répétition des saignées augmente le rendement de la saignée par rapport à une première incision. Cette augmentation, qui s'établit après 5 à 8 saignées rapprochées explique pourquoi, les systèmes de saignée modernes, se font par ravivages successifs de l'encoche d'un même panneau d'écorce (fig. 15). On pense que ce sont des hormones de blessures produits par l'incision qui agissent sur l'activité des laticifères.
- le degré d'hydratation des tissus dans la zone d'incision, qui dépend du régime hydrique de l'arbre. Les conditions écologiques favorables aux rentrées d'eau et défavorables aux sorties sont donc propices à l'abondance de l'écoulement.

Il en résulte que

- . l'heure de la saignée est la plus matinale possible : en pratique on commence aux premières heures du jour.
- . les saisons influent la production : directement, mais aussi indirectement en agissant sur le cycle végétatif de l'arbre.
- . la fréquence des saignées - sans contredire ce qui a été **noté** à propos de la "réponse à la saignée" - ne doit pas prendre de vitesse la reconstitution des réserves de latex. Ainsi lorsqu'on saigne la totalité de la circonférence, doit-on respecter un délai de 4 jours (ou alternativement 3 et 4) entre deux saignées.
- la nutrition minérale étant donné que les éléments nécessaires à la fabrication du latex sont les mêmes que ceux nécessaires à la croissance.

3) La saignée industrielle :

La combinaison de la forme, de la longueur de l'incision, du nombre d'incisions et de la fréquence de la saignée, permet de composer des systèmes de saignée très divers. Les plus usuels à l'heure actuelle sont :

- la saignée en spirale sur la moitié de la circonférence de l'arbre tous les 2 jours ; utilisé toute l'année, soit 180 fois environ par an, ce système est considéré comme l'étalon d'intensité, c'est à dire l'intensité 100 % ; sa formule, selon la codification internationale, est dans ce cas

$$S/2 , j/2 , 100\%$$

(S désignant l'incision en spirale complète, j la fréquence des saignées)

C'est le fait que l'on ne saigne que la moitié à l'arbre qui permet la fréquence des saignées.

- la saignée en spirale sur toute la circonférence de l'arbre tous les 4 jours, pratiquée toute l'année, soit 90 fois par an. Ce système présente la même intensité que le précédent.

Sa formule est

$$S , j/4 , 100 \%$$

Sur des arbres jeunes ou quelque peu déficients, on peut utiliser cette formule en raccourcissant la spirale.

- la saignée en deux demi spirales décallées (fig 16 et 17) qui a l'avantage de ne pas encercler l'arbre complètement, mais l'inconvénient d'être plus longue.

La formule est

$$2 S/2 , j/4 , 100 \%$$

Avec la même disposition, on peut aussi saigner alternativement les demi - spirales en décallant les passages de 2 jours. Plus favorable à la reconstitution des réserves, elle nécessite par contre un double équipement de l'arbre.

A propos des deux premiers systèmes de saignée on notera que par suite du repos hebdomadaire

la saignée en demi-spirale devient $S/2 , j/2 , j/2 , j/3$ soit trois saignées par semaine.

la saignée en spirale entière devient $S , j/3 , j/4$ soit deux saignées par semaine (ce système est plus intensif que le précédent).

Des essais en cours à l'IRCA semblent montrer une supériorité de la fréquence $j/2$ $j/5$, qui pourrait avoir un effet analogue à celui de la stimulation.

- parmi les systèmes spéciaux citons

- . la saignée haute, généralement en V comme sur la fig. 16.
- . la saignée inversée, qui se pratique sur une demi-spirale (fig.18) et peut se combiner avec une saignée normale du même panneau S/2.

a) mise en saignée :

Les plantations sont mises en saignée quand au moins 70 % des arbres ont 45 cm de circonférence si on pratique la saignée en S/2, et 50 - 55 cm pour la saignée en S. Cela représente 6 à 7 ans après plantation pour une croissance normale.

L'encoche est ouverte entre, 1m et 1,30 du sol ; elle est inclinée de 30 à 35° sur l'horizontal selon l'épaisseur de l'écorce et selon sa longueur ; on se sert pour cela d'un gabarit (fig. 19).

b) équipement :

L'équipement du saigneur comprend une gouge ou un couteau pour effectuer la saignée, un panier pour ramasser les caoutchoucs secondaires provenant du latex coagulé dans la tasse et sur l'arbre, une curette de tasse, un seau de ramassage (20 l), un ou deux seaux de transport (30 à 35 l) en fer galvanisé, et une boîte de Petrolatum pour enduire les blessures éventuelles. L'arbre est équipé comme le montre la fig. 20 d'une tasse en terre cuite vernissée ou matière plastique, de 500 à 1000 cc supportée par une attache en gros fil de fer maintenu par un collier de fil de fer mince entourant l'arbre, une partie du collier étant disposée en ressort à boudin pour permettre la croissance de l'arbre. Une gouttière en fer blanc galvanisé, fixée dans l'écorce à l'extrémité du canal vertical d'écoulement, permet au latex de s'écouler dans la tasse.

c) organisation de la saignée :

Avec le système S/2, $j/2$, $j/2$, $j/3$ la plantation est divisée en 2 parties égales appelées "alternances", chacune de celles-ci étant saignée 3 fois par semaine par le même saigneur.

Avec le système S, $j/3$, $j/4$ la plantation est divisée en 3 "alternances" saignées chacune 2 fois par semaine par le même saigneur.

La saignée doit commencer le plus tôt possible le matin comme nous l'avons déjà vu. A chaque arbre, le saigneur enlève le sernamby (pellicule coagulée sur la rainure) et le fond de tasse, qu'il récupère dans son

panier, et ravive l'encoche à la gouge en enlevant 1,5 mm d'écorce (épaisseur prise dans le sens vertical). La saignée dure donc 4 heures. Au signal de ramassage, celui-ci s'effectue avec le seau qui est ensuite vidé dans les seaux de transport, ceux-ci étant ensuite apportés par le saigneur au point de ramassage où a lieu un contrôle de la production individuelle ; le latex est filtré, vidé dans les tanks de ramassage et amené à l'usine de traitement, ainsi que les caoutchoucs secondaires.

La tâche de saignée est le nombre d'arbres attribué à chaque saigneur ; à titre indicatif, la tâche en S/2 varie de 450 à 550 arbres et en S de 350 à 450.

Des contrôles de saignée sont faits par les surveillants et assistants ; ils portent sur la propreté de la tasse et de l'incision, sur la profondeur de cette dernière et la consommation d'écorce, sur l'inclinaison de l'incision, etc...

La saignée est arrêtée au moment de l'arrêt de la végétation, c'est à dire 1 à 2 mois. Cet arrêt n'est pas exactement au même moment pour tous les clones. Ainsi, en Côte d'Ivoire, il se situe en février-Mars pour T jir 1 et en Avril - Mai pour PR 107.

d) remontée du panneau :

La consommation annuelle d'écorce est de l'ordre de 25 cm dans le sens vertical pour la saignée en S/2 et de 15 cm pour la saignée en S. Aussi un panneau ouvert à 1 m est-il épuisé au terme de 4 années de saignée S/2. A ce moment on passe sur le panneau opposé, et on reviendra donc sur l'écorce renouvelée du premier panneau après 8 années. Avec la saignée en S, le tronc épuisé également en 8 ans en commençant la saignée à 1,20 m.

On procède à trois cycles de saignée par panneau (1 sur écorce vierge et 2 sur écorce renouvelée) ce qui fait qu'un hévéa est exploitable pendant environ 24 ans. Les systèmes spéciaux, comme la saignée haute et la saignée inversée, ainsi que la technique de stimulation, permettent de prolonger de plusieurs années encore cette exploitation.

e) la stimulation :

On appelle ainsi un procédé d'exploitation permettant d'augmenter artificiellement l'écoulement du latex ; sans modification des conditions habituelles de la saignée. L'effet stimulant peut être obtenu par l'emploi de différents traitements : le grattage de l'écorce sous l'encoche, la chaleur et l'application de produits divers et nombreux, aussi bien minéraux (sels de cuivre, acide borique ...) qu'organiques (dérivés des acides phénoxy-

Les conditions ici décrites de la saignée industrielle n'ont rien de définitif. Des essais en cours portent sur la modification de la mise en saignée et du rythme d'exploitation des arbres, sur l'augmentation des effets de la stimulation à la suite d'application de vitamines, etc.....

L'étude du remplacement de la récolte quotidienne en tasse, par une récolte cumulée en sac plastique (mensuelle), est très encourageante par l'économie de main d'oeuvre réalisée, sans diminution de qualité.

acétiques, propioniques, éthrel, etc...

La surproduction de latex qu'ils produisent est due à la fois à l'augmentation du débit d'écoulement et à l'allongement du temps d'écoulement. L'explication du phénomène est difficile, car il résulte de processus biologiques complexes. Plusieurs hypothèses ont été avancées.

La technique actuelle consiste, après léger grattage de l'écorce sous l'encoche (sur 5 cm de hauteur pour la saignée S/2, j/2, j/2, j/3 et de 4 cm pour la saignée S, j/3, j/4) en l'application d'un enduit à base de graisses minérales (petrolatum) contenant 1, à 1,5 % d'équivalent acide de sels d'esters du 2,4 - D du 2,4,5 - T. La hauteur enduite correspond très exactement à la zone d'écorce qui sera consommée dans les 3 mois, ce qui est la durée de l'effet de la stimulation. Celle-ci provoque une augmentation d'écoulement qui peut atteindre 30 % au début.

On pratique généralement un traitement par an et seulement à partir du deuxième cycle de saignée.

IV - DEVELOPPEMENT DES PLANTATIONS

A l'époque du caoutchouc sylvestre, l'Amérique et l'Afrique fournissaient 95 % de la production. L'extension des plantations en Extrême Orient a été telle, qu'en 1930, ces deux continents n'en exportaient plus que 2 %. Depuis, malgré des efforts en Amérique et surtout en Afrique, la majorité de la production reste asiatique.

Indonésie et Malaisie se partagent les 3/4 des surfaces cultivées en Extrême-Orient, soit plus de 3 millions d'ha ; la Thaïlande (340.000) Ceylan (270.000) le Viet-Nam/ Cambodge (130.000), l'Inde (115.000) Sarawak (106.000) ... suivent loin derrière.

En Afrique, derrière la Nigéria (110.000 ha) on trouve le Congo Kinshasa (88.000 ha), le Libéria (53.000), la Côte d'Ivoire (11.000 en 1967, prévisions 53.000 ha en 1980) et le Cameroun.

On notera que les productions ne sont pas proportionnelles aux surfaces pour plusieurs raisons ; tout d'abord, toutes les plantations n'en sont pas au même stade ; ensuite elles ne bénéficient pas de la même organisation ; probablement plus de la moitié des surfaces correspond à des petites plantations individuelles, appelées "smallholdings" qui ont un caractère plus extensif qu'intensif.

On considère généralement qu'un rendement de 1 t de caoutchouc à l'hectare est une bonne moyenne. En Côte d'Ivoire, les clones PR 107 et PB 86 ont donné 1950 et 1850 kg en 6e année de récolte, ce qui laisse espérer une produc-

Des productions de 3^t/ha peuvent être atteintes, mais il est raisonnable d'envisager 2^t/ha/an pendant 30 ans.

tion devant dépasser nettement 2 t/ha dans les années à venir, chiffres comparables à ceux observés dans les meilleures conditions au Cambodge.

Le développement de l'hévéaculture en Côte d'Ivoire s'oriente dans deux directions:

- la création des blocs industriels (projet de 36 000 ha moitié hévéas, moitié palmiers) puis de plantations villageoises satellites dans l'arrière pays du port de San Pedro.
- l'extension des plantations villageoises (3000 ha) autour des trois blocs industriels existants dans le sud-est.

D - LATEX ET CAOUTCHOUC

I - PREPARATION DU CAOUTCHOUC A LA PLANTATION

Le but de cette préparation est de présenter le caoutchouc sous une forme commerciale permettant de le stocker, de le transporter et de l'utiliser dans l'industrie. Afin de lutter efficacement contre la concurrence du caoutchouc synthétique, le caoutchouc doit être préparé proprement, avoir de bonnes qualités technologiques et répondre à des normes de spécification définies par les organisations internationales.

La composition du latex récolté dans une plantation industrielle est en moyenne la suivante :

caoutchouc	30 - 40 %
résines	2 %
substances azotées	2 %
sucres et inositols	1 %
substances minérales	0,5 %
eau	55 à 65 %

Aux deux produits récoltés, le latex liquide et le latex coagulé spontanément recueilli à part, correspondent deux catégories de produits.

1) Produits tirés du latex liquide :

Dès son arrivée à l'usine, le latex est filtré et versé dans de grands récipients; dans lesquels il est dilué pour amener sa teneur en caoutchouc à une concentration donnée, comprise selon le cas entre 12 et 20 %. Ensuite on le transvase dans des bacs de coagulation rectangulaires, dont la capacité est de 700 à 1500 l, où on le mélange avec une solution coagu-

lante (acide acétique à 1 % ou acide formique à 0,5%). Les bacs sont munis de cloisonnements mobiles, ou partitions, disposés en chicane et sur lesquels, en 3 - 4 heures va se déposer un coagulat sous forme de ruban lisse et continu.

Le ruban est ensuite traité différemment selon que l'on prépare des feuilles fumées ou du crêpe.

a) feuille fumée : le coagulat passe dans un laminoir dans lequel il est lavé et essoré. Le ruban de caoutchouc qui en sort et qui fait 3 - 4 mm d'épaisseur, est découpé en feuilles qui sont séchées pendant 3 jours par passage dans des sècheres où débouche de la fumée de bois.

Elles sont ensuite triées, classées (RSS n° 1 x, 1, 2, 3 -

RSS = rubber smoked sheet ; 1x correspond à la qualité supérieure)

Une bonne usine de plantation doit sortir plus de 90 % de qualité 1 et 1x.

Dans les "small holdings" la feuille est souvent préparée artisanalement, selon les mêmes principes ; mais on tend à créer des usines coopératives.

La feuille fumée représente 50 - 55 % de la production totale. Elle est emballée en balles cubiques pesant 250 livres anglaises.

b) crêpe de latex aussi appelé crêpe pâle. Le coagulat en feuilles, ou aussi obtenu en masse, est pressé, lavé, déchiqueté (crepé) dans de gros laminoirs dont les cylindres tournent à des vitesses différentes. Les crêpes de latex sont séchés sans enfumage et emballés après triage en balles enveloppées de 80 kg.

c) caoutchouc granulé : il est le résultat de la préparation la plus moderne. Le coagulat est déchiqueté, séché dans des séchoirs continus et aggloméré en balles. Les manipulations sont réduites et le caoutchouc obtenu en 3 - 4 heures.

d) latex concentré : destiné à certains usages particuliers, on l'obtient par centrifugation ; contenant 60 % de caoutchouc il se conserve grâce à des préservants (ammoniac).

2) Produits tirés du caoutchouc coagulé spontanément :

Il s'agit des fonds de tasse, des sernambys, des diverses récupérations que peut faire le saigneur. Après triage, trempage et lavage, on les prépare comme les crêpes. On les appelle crêpes secondaires ou crêpes bruns. Classés selon la couleur, on les met en balles sans enveloppe.

On peut aussi les préparer sous forme de granulés.

Leur importance n'est pas à négliger puisqu'ils représentent environ 20 % de la production totale.

II - TECHNOLOGIE DU CAOUTCHOUC

Il n'est pas question de pouvoir entrer dans aucun détail, ce qui aurait d'ailleurs nécessité de traiter la chimie et la physique du caoutchouc. Il faut savoir que le caoutchouc est employé dans la majorité des cas vulcanisé. Les ingrédients que l'on peut ajouter à la masse plastique obtenue par mastication ou malaxage sont nombreux :

- des plastifiants (huiles végétales ou minérales, acides gras, plastifiants dérivés du pétrole) dont l'effet est de faciliter le travail mécanique puisant que représente la mise en oeuvre du caoutchouc.
- des agents vulcanisants, dont le soufre reste le plus important (maximum 4% - avec 32 % on obtient l'ébonite, matière dure utilisée pour les bacs d'accumulateurs, les corps de stylo etc..)
- des accélérateurs et des activateurs
- des charges, renforçantes, comme le noir de carbone (augmente la résistance des pneus au kilométrage) ou inertes (pour abaisser le prix)

Après malaxage et mélangeage il y a plusieurs possibilités d'usinage. Le mélange peut être moulé au moment de la vulcanisation ; ou bien il est mis en forme et dans ce cas il y a généralement une armature textile.

Les calandres sont des machines qui réalisent soit des feuilles de caoutchouc, soit des tissus caoutchoutés.

Les boudineuses sont des appareils qui font des profilés (tuyaux, bandes de roulement ...).

Ensuite vient la confection dont l'exemple type est le pneumatique, composé d'un certain nombre de "plis" de tissu gommé, assemblés les uns sur les autres sur une forme spéciale, l'ensemble étant protégé par une couche de caoutchouc et muni d'une bande de roulement, le tout se trouvant uni par la vulcanisation (à la vapeur ou en air chaud).

Comme emploi direct du latex nous mentionnons surtout la mousse de latex.

L'industrie du caoutchouc est surtout localisée dans les pays très industrialisés qui sont aussi les principaux consommateurs. Plus de 70 % de la production concerne les pneumatiques, dont la fabrication est entre les mains d'un nombre relativement réduit de grosses sociétés (industrie lourde).

Le reste de la production intéresse l'industrie de la chaussure et du vêtement, les fabrications à usage industriel (courrois, tuyaux, cablerie etc...), la mousse de latex, les articles de sport etc...

La production de la Côte d'Ivoire en caoutchouc sec est
passée de 0 en 1960 à 6 870^t en 1968 (8 195 ha saignés sur
12 631 plantés à cette date).

Plus de 40.000 articles font appel au caoutchouc, les principaux utilisateurs étant l'industrie automobile ,
 , les chemins de fer, l'industrie aéronautique, l'agriculture, l'habitation, l'habillement, l'équipement industriel.
 Dans l'ordre, les plus importants consommateurs de caoutchouc naturel étaient en 1968 (l'ordre est presque le même si on y ajoute le synthétique):

U S A	560.000 t	
Japon	250.000	
Grande Bretagne	190.000	
URSS(importation)	175.000	
Allemagne	148.000	} Europe des 6 : 416.000
France	126.000	
Italie	99.000	
Inde	80.000	
Canada	45.000	
Australie	37.000	
Brésil	35.000	
Indonésie	24.000	
Suède	22.000	

le reste du monde se partageant 756.000 t
 Total = 2.690.000 t.

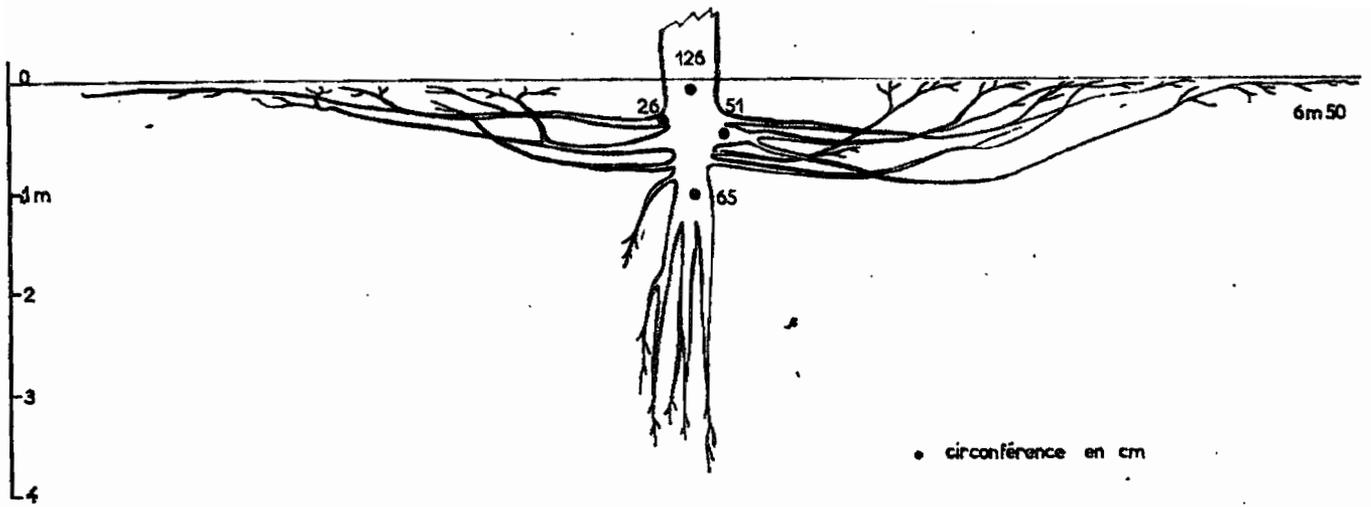
La production correspondante avait été fournie par

l'Asie	2.367.000 t	dont	Malaysia	1.100.000
			Indonésie	750.000
			Thaïlande	217.000
			Ceylan	143.000
			Inde	67.000
			Cambodge	57.000
			Viet Nam	25.000
			divers	8.000
l'Afrique	122.000 t	dont	Liberia	62.000
			Nigeria	41.000
			Cameroun	12.000
			Côte d'Ivoire	7.000
le Brésil	26.000			
autres pays	60.000			
total :			<u>2.575.000</u>	

Le déficit a été couvert par les stocks.

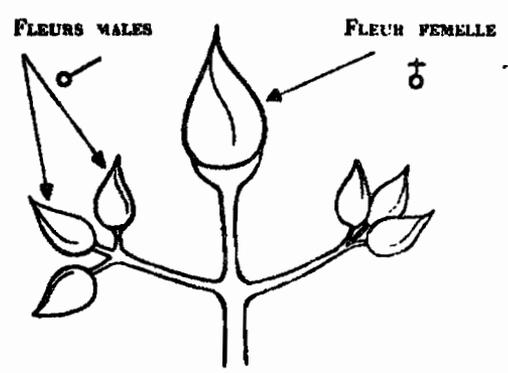
BIBLIOGRAPHIE :

- BOUYCHOU, J.G. - Manuel du Planteur d'Hévéa, nouvelle éd.,
 extrait de la Revue Générale du Caoutchouc :
 - la Biologie de l'Hévéa (1963-64)
 - la Saignée de l'Hévéa (1962)
 - Plantation et Entretien(1966)
- BOUYCHOU, J. G. - Production du Caoutchouc naturel
 Résumé du cours professé à l'E S A A T (1969)
- HALLE, F. et MARTIN, R. (1968). - Etude de la Croissance rythmique chez l'Hévéa.
 Adansonia, sér. 2, 8 (4) : 475 - 503
- LE BRAS, J. (1961) - Le Caoutchouc
 P.U.F. 4e éd.
- MARTIN, R. et PLESSIX, C. J. du (1969) - Notes sur la pourriture blanche des
 racines d'Hévéas (*Leptoporus lignosus*) en basse Côte d'Ivoire)
 (Tiré à part)
- NOZERAN, R. et PLESSIX, C. J. du (1969) - Amélioration de la Productivité,
 multiplication végétative et morphogénèse de l'Hévéa
 brasiliensis.
 Revue gén. Caoutch. Plastq., vol. 46, n° 7 - 8 : 861 - 867
- PLESSIX, P.J. du (1967) - De l'intérêt du désherbage chimique pour l'entretien des
 jeunes Hévéas plantés sur sables tertiaires de Côte d'Ivoire.I
 Revue gén. Caoutch. Plastq.; vol 44, n° 9 : 1051 - 1054
- PLESSIX, C. J. du (1969) - Contribution à l'étude de déterminisme de la variabi-
 lité intraclonale des Hévéas greffés.
 Rapport de recherches S.A. 1/69
- X X X (1969) - Institut de Recherches sur le Caoutchouc en Afrique.
 Procès verbal de la 10e réunion du Comité Technique.



Racines d'un hévéa de 12 ans ; remontée des racines latérales (d'après Otonl).

fig. 1



Extrémité d'un rameau latéral d'un racème.

fig. 2

FLEUR FEMELLE

FLEUR MALE

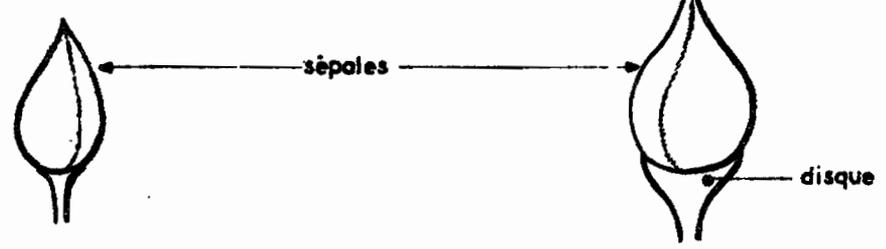
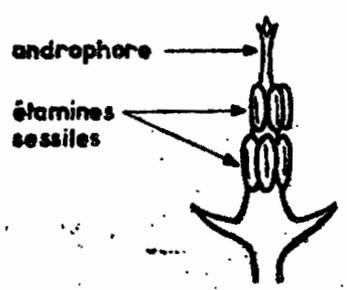


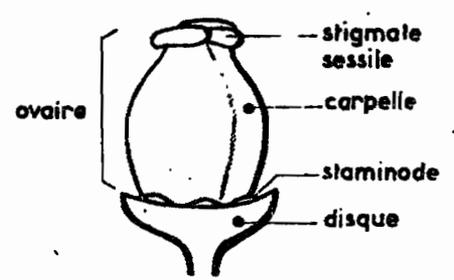
fig. 3

FLEUR MALE FERMÉE

FLEUR FEMELLE FERMÉE



ANDROCÉE D'UNE FLEUR MALE APRES ABLATION DES SÉPALES



OVAIRE D'UNE FLEUR FEMELLE APRES ABLATION DES SÉPALES

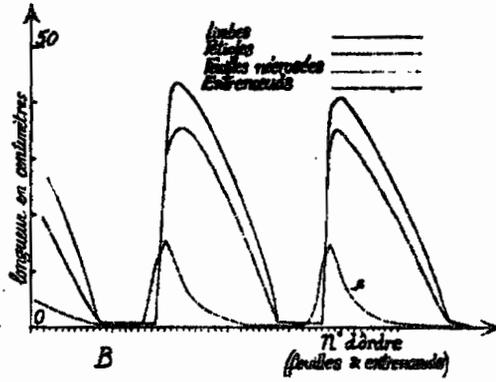
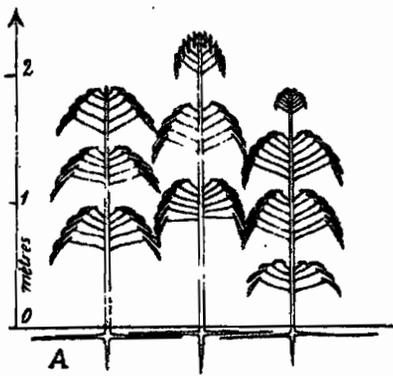


fig. 4

fig. 5

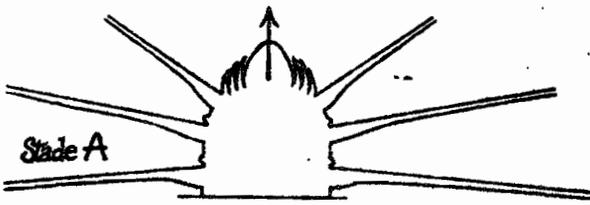
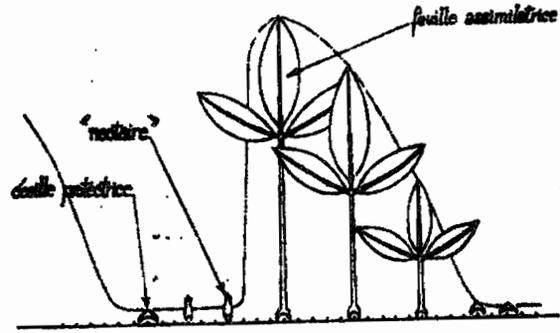
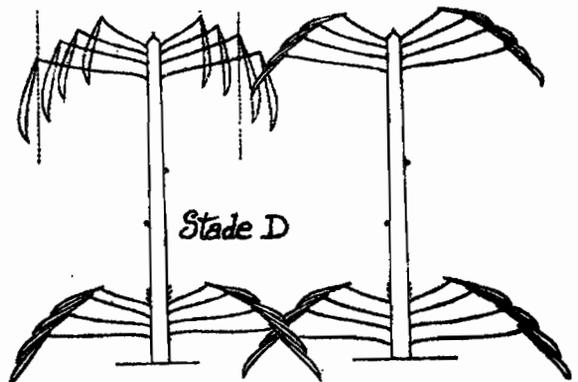
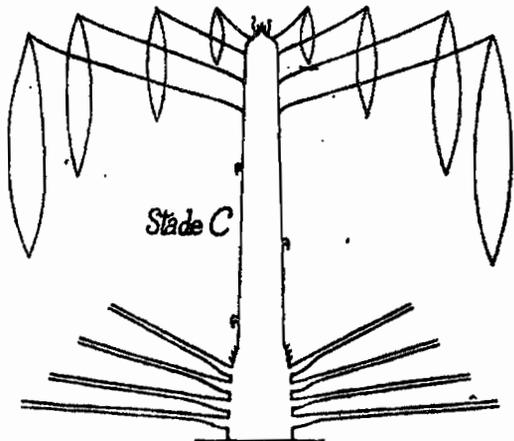
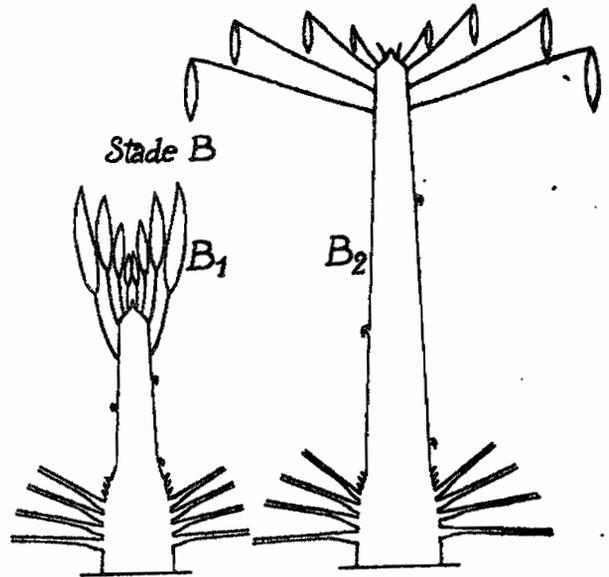


fig. 6



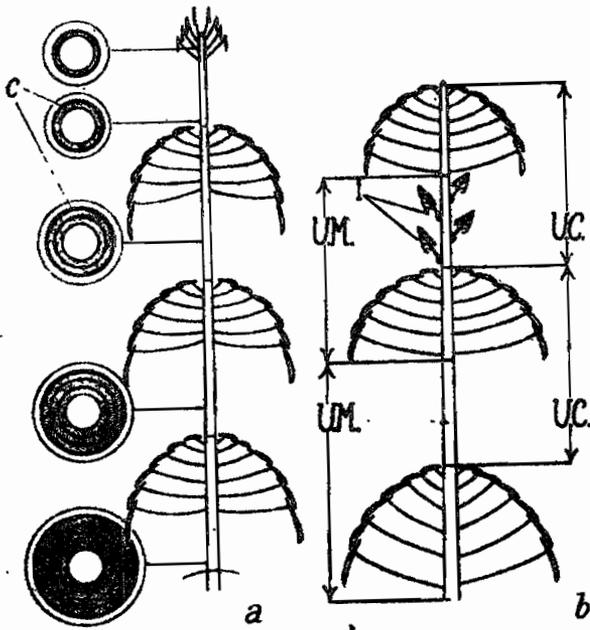


fig. 7

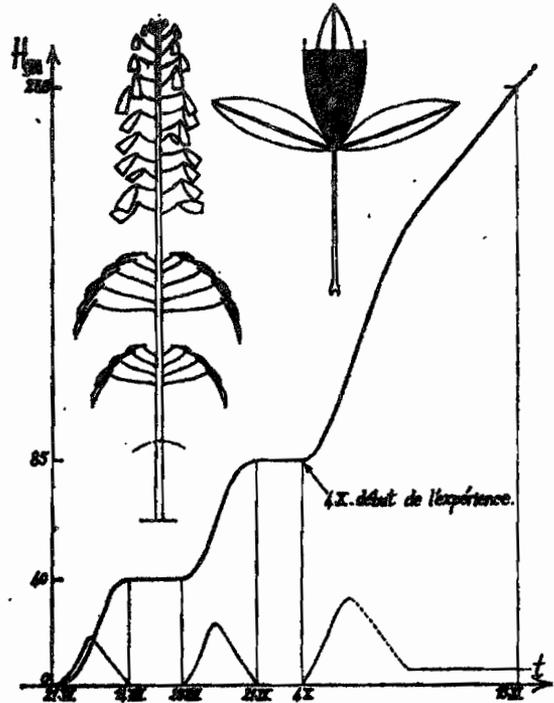


fig. 8

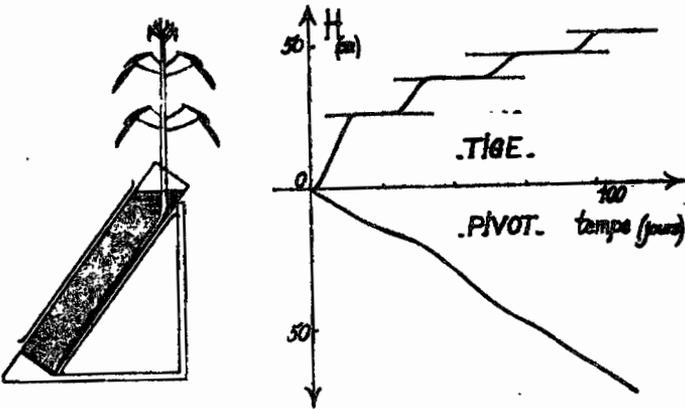


fig. 9

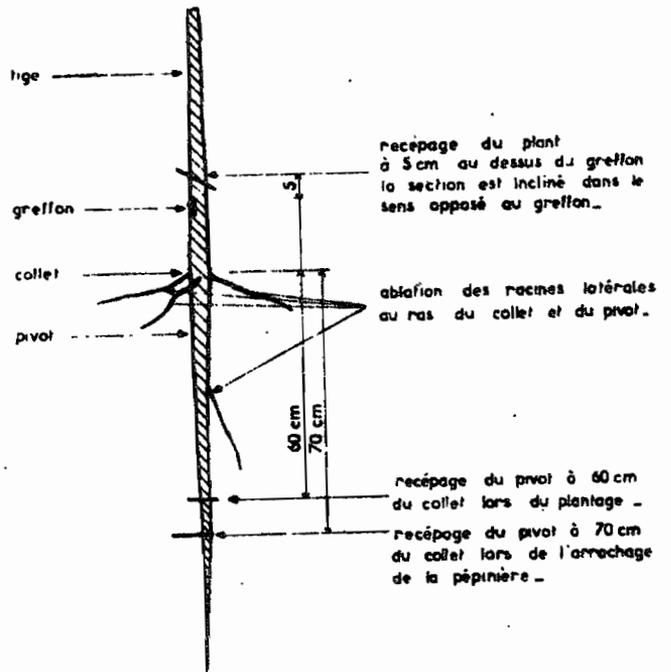


fig. 10

Préparation d'un stump greffé après son arrachage de la pépinière.

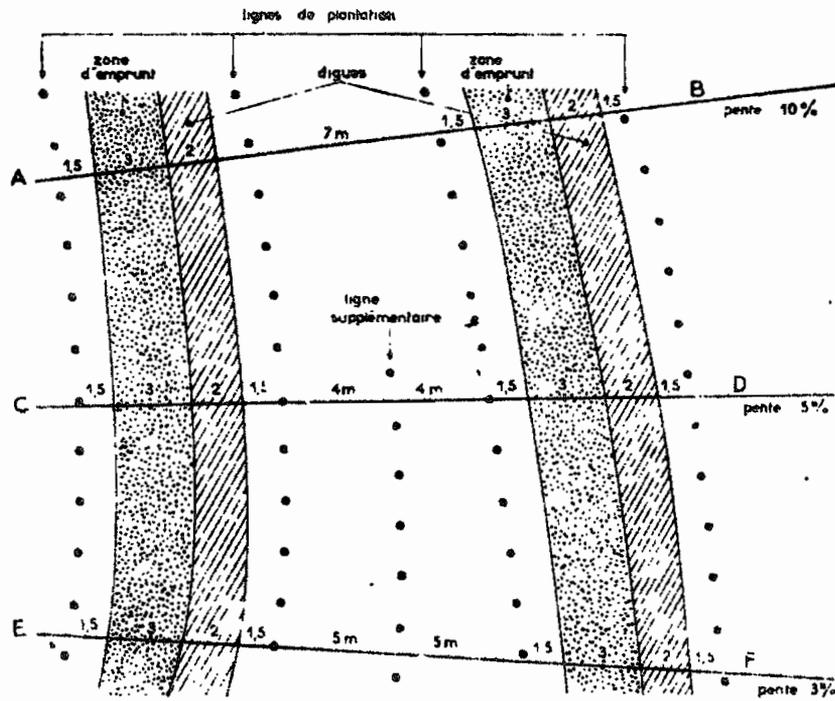
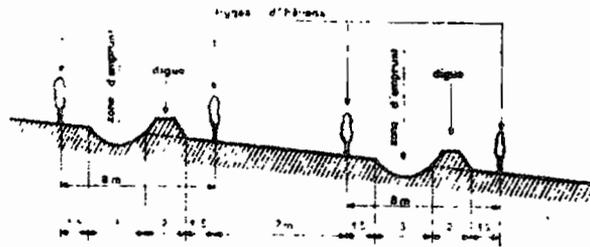


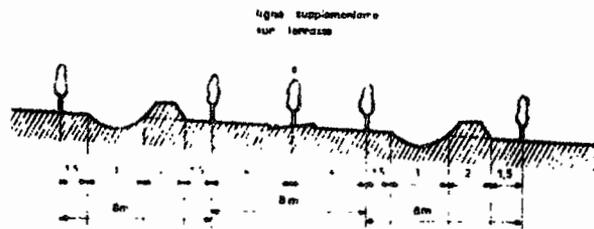
FIG. 11. Plantation et digues anti-érosion en courbes de niveau. Dispositif des digues, des zones d'emprunt de terre et des lignes de plantation. Les digues sont d'autant plus rapprochés que la pente est plus forte

fig. 11

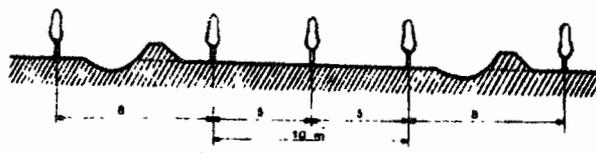
COUPE AB (pente 10%)



COUPE CD (pente 5%)



COUPE EF (pente 3%)



Plantation et digues anti-érosion en courbes de niveau. Coupes du terrain suivant les lignes de plus grande pente AB, CD et EF

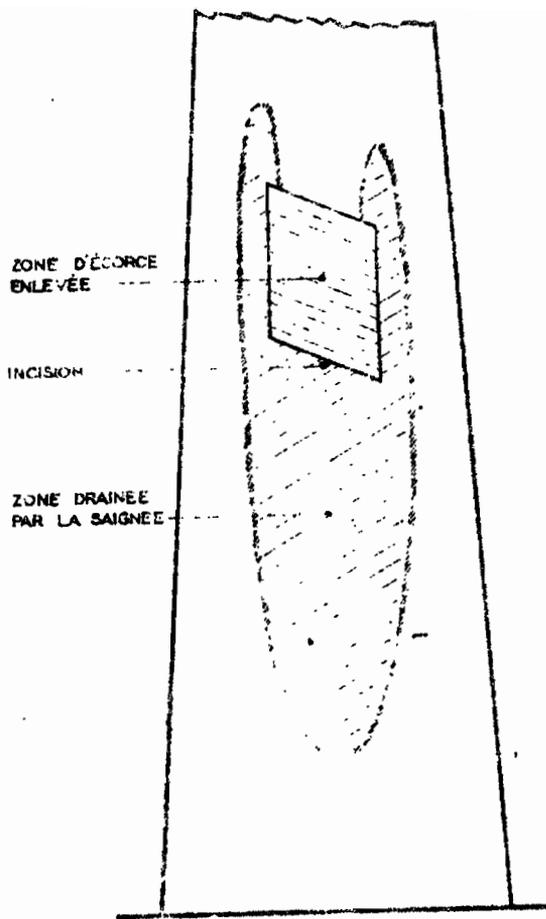


Fig. 12 Représentation schématisée de l'écoule drainée par la saignée, la croissance de l'arbre ayant été développée.

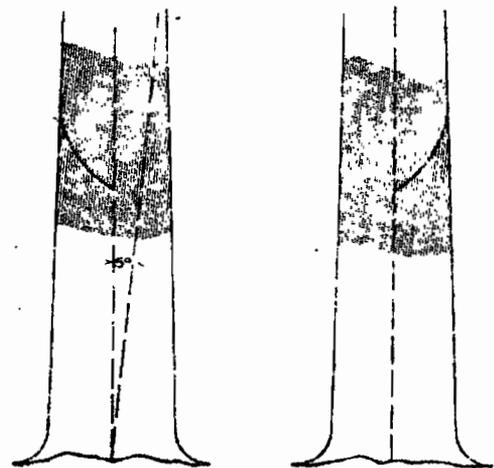
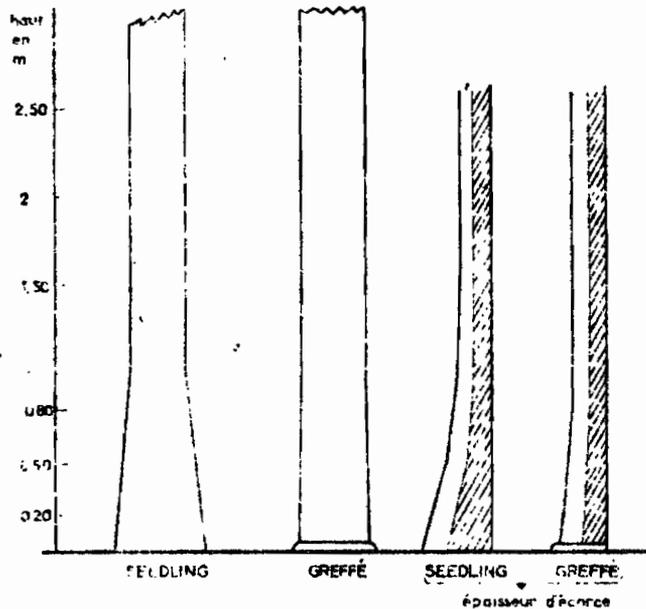
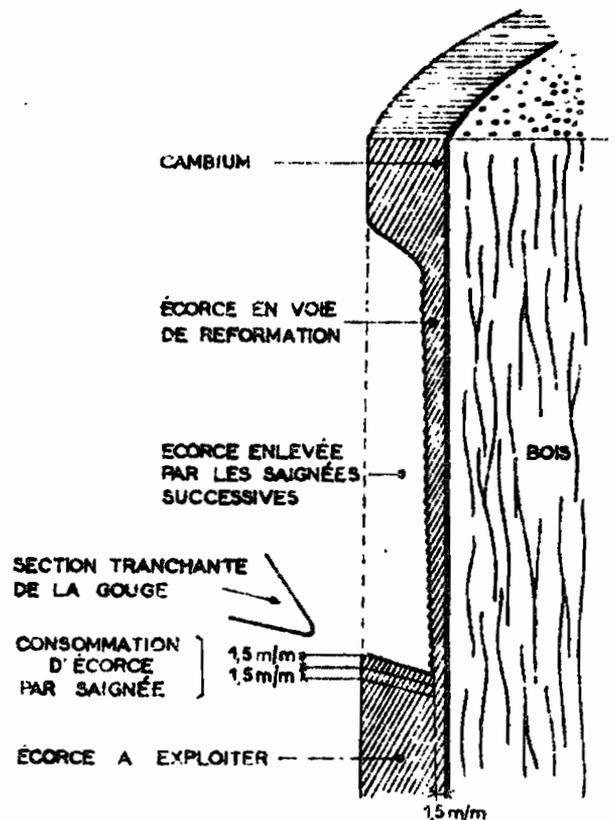


Fig. 13 : Inclinaison des laticifères



Influence de la hauteur de l'incision sur le rendement de la saignée chez le seedling et chez le greffe. Entre le sol et 1 m le seedling a un tronc conique. Le tronc du greffe est à peu près cylindrique. A droite, représentation schématisée de l'épaisseur d'écorce suivant la hauteur; la zone ombrée est proportionnelle aux nombres de manèges laticifères.

Fig. 14



Exploitation de l'écorce par ravivages successifs.

Fig. 15

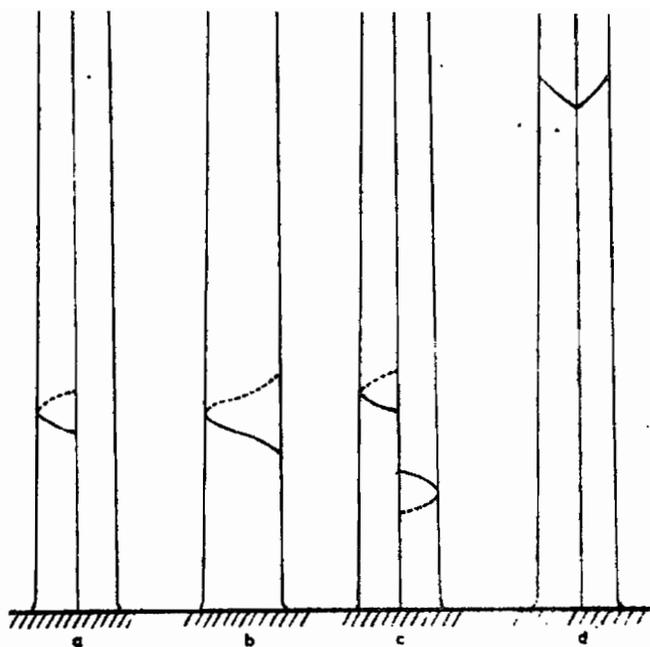


fig. 16 Forme, longueur et nombre d'incisions.

- a : incision en spirale, unique, sur la moitié de la circonférence du tronc (S/2) ;
- b : incision en spirale, unique, sur la totalité de la circonférence (S) ;
- c : 2 incisions en spirale, chacune sur la moitié de la circonférence et sur les panneaux opposés ;
- d : incision en V, unique, sur la moitié de la circonférence (V/2). La figure représente cette forme d'incision en saignée haute (à 2.50 m.).

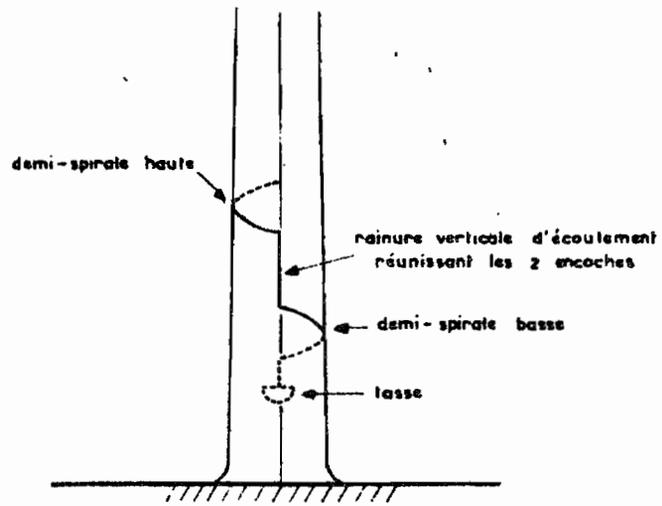


fig. 17 Saignée en 2 demi-spirales (2 S/2). Les 2 encoches sont réunies par une rainure verticale, ce qui permet de n'utiliser qu'une seule tasse. (La tasse et la gouttière sont placées de l'autre côté de l'arbre).

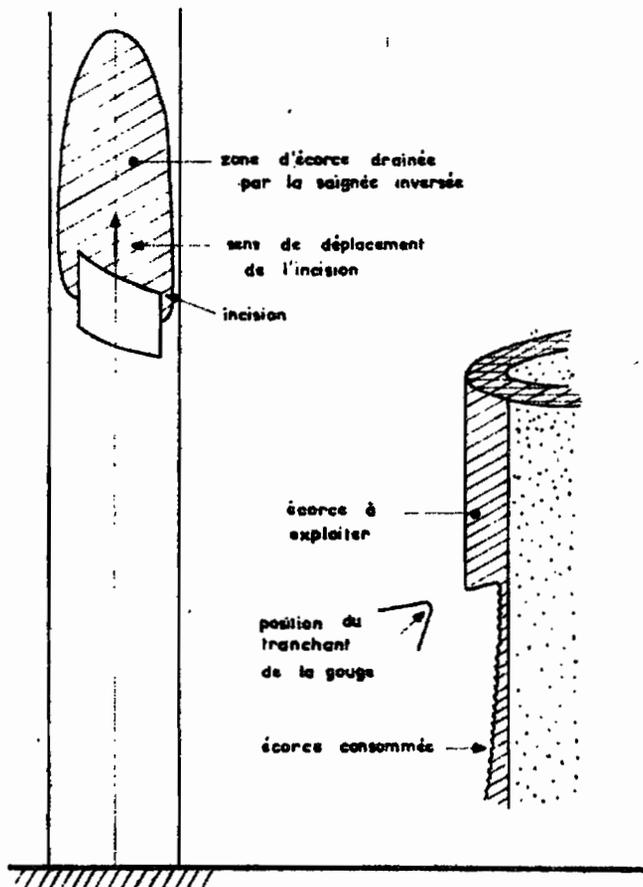
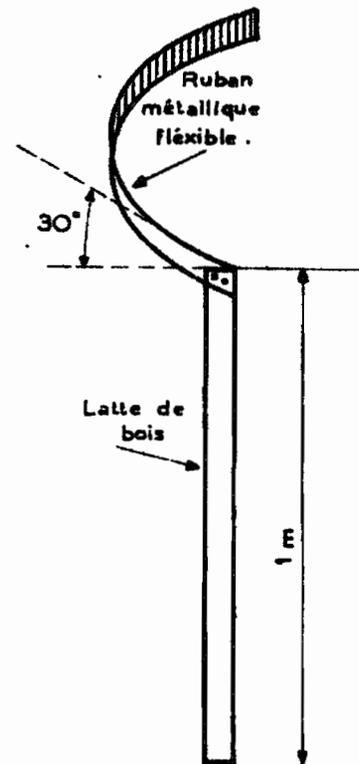


fig. 18

Saignée inversée.



— Schéma d'un gabarit pour des ouvertures à 1 m du sol et une pente de l'encoche de 30°

fig. 19

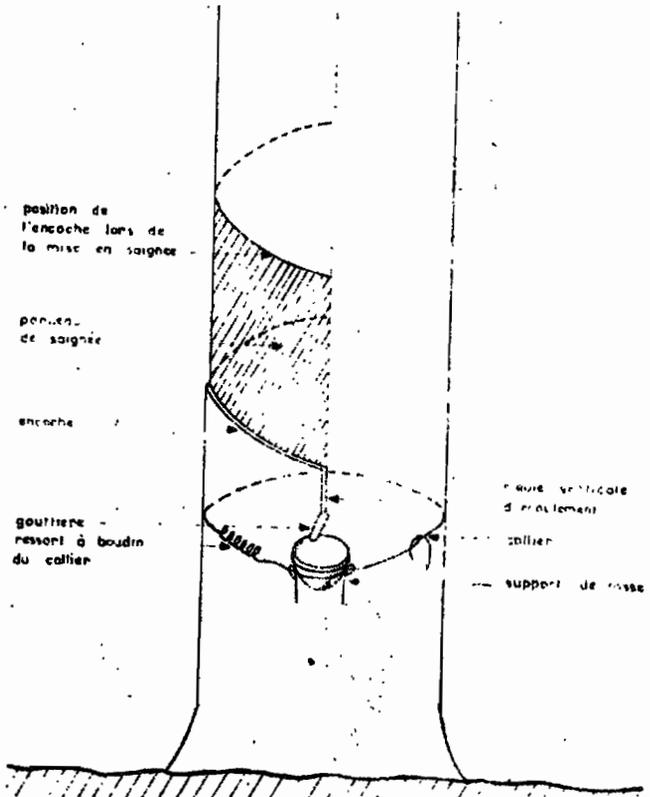
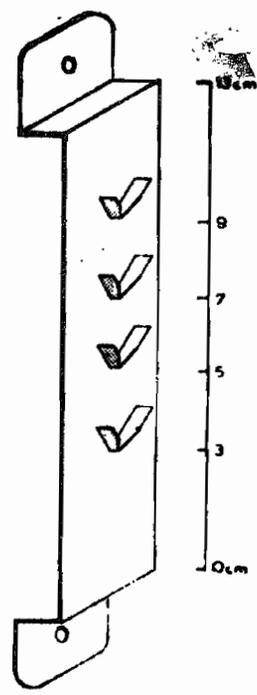
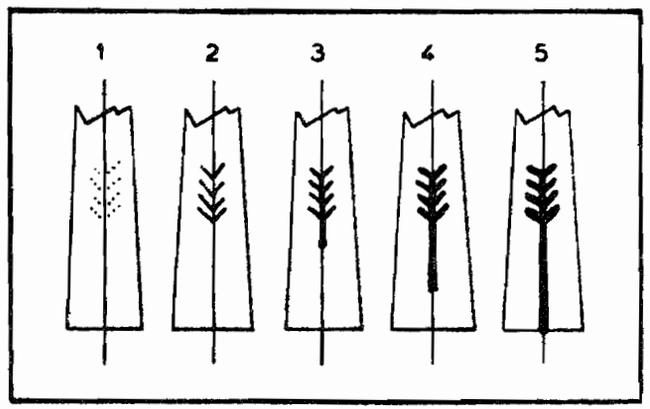


fig. 20 - Schéma d'un arbre équipé, saignée en demi-spirale



Couteau « Testatex » du Dr Cramer.

fig. 21



- Classement des plants suivant les cinq catégories « Testatex » d'après l'écoulement du latex (d'après E. Everst).

fig. 22