

# UTILISATION DE MATÉRIEL MÉCANIQUE POUR LES PLANTATIONS FORESTIÈRES TROPICALES

par C. LETOURNEUX

*Chef de Division  
au Centre Technique Forestier Tropical.*

## APPLICATIONS OF MECHANICAL EQUIPMENTS IN TROPICAL TIMBER PLANTATIONS

### SUMMARY

*The number of mechanical devices used in the timber plantations of tropical countries has been rapidly increasing in the past twelve years or so. Some doubt remains as to the type of equipment best suited to tropical conditions. The author, who has investigated this matter in eight tropical countries, draws up a balance-sheet of the results obtained with the various types of machines and discusses the observations made on the methods of their use.*

*Mechanization has the great advantage that it palliates the shortage of man-power but is profit-paying only where plantations cover large areas.*

## UTILIZACION DE MATERIAL MECANICO EN LAS PLANTACIONES FORESTALES TROPICALES

*Desde hace una docena de años el número de máquinas mecánicas utilizadas en las plantaciones forestales de los países tropicales se acrecienta rápidamente, aun cuando reina una cierta incertidumbre en cuanto a la elección de los tipos de máquinas que se adapten mejor a las condiciones tropicales. El autor, después de una serie de misiones llevadas a cabo en ocho países tropicales, establece el balance de los rendimientos obtenidos con los diferentes tipos de máquinas y expone las observaciones de sus modalidades de empleo.*

*La mecanización presenta la gran ventaja de atenuar la falta de mano de obra, pero no es financieramente rentable más que en las plantaciones que cubren grandes superficies.*

En dépit de nombreuses difficultés, dues essentiellement au manque de main-d'œuvre expérimentée et au manque d'infrastructure pour les réparations, on constate, depuis une douzaine d'années, un essor rapide du parc mécanique pour les plantations forestières en pays tropicaux.

Les avantages sont en effet nombreux et compensent largement les difficultés :

— possibilité de réaliser des travaux qui seraient impossibles à la main (tel le sous-solage), et qui augmentent la productivité des plantations ;

— exécution des travaux dans des délais relativement courts permettant de choisir la période de l'année la plus favorable ;

— possibilité de pallier le manque de main-

d'œuvre et d'exécuter les plantations sur de grandes surfaces ;

— possibilité d'améliorer le salaire du personnel sans aboutir à une notable augmentation du prix de revient total.

Ce rapide essor a, inévitablement, donné lieu à des nombreux tâtonnements dans l'utilisation du matériel, mais nous arrivons semble-t-il maintenant au point où, en raison de l'expérience acquise, il devient possible de déterminer nettement les types d'engins convenant le mieux aux conditions tropicales, et de fixer leurs modalités d'emploi.

L'établissement de ce bilan est le but du présent article. Les éléments en ont été relevés dans vingt et un centres de plantation, répartis dans huit pays tropicaux d'Asie et d'Afrique.

# ÉTUDE DES DIFFÉRENTS TYPES DE MATÉRIEL

## Défrichement

Le matériel utilisé varie suivant les caractéristiques de la végétation à détruire. Nous pouvons, à ce point de vue, classer la végétation en deux grands groupes :

- 1°) Végétation d'arbres et d'arbustes.
- 2°) Végétation d'herbes et broussailles.

### VÉGÉTATION D'ARBRES ET ARBUSTES

Cette catégorie va des forêts denses tropicales aux savanes arbustives sahélo-soudanaises en passant par tous les intermédiaires : forêts sèches denses, forêts claires, savanes boisées soudano-guinéennes et soudanaises.

### TYPE ET PUISSANCE DES TRACTEURS

Ces types de végétation exigent un travail extrêmement pénible pour les engins en raison de l'irrégularité des efforts demandés.

La première réaction devant ce problème est de

choisir des tracteurs surpuissants, susceptibles d'effectuer les travaux les plus difficiles.

Il est certes nécessaire de prévoir une surpuissance par rapport au travail moyen demandé au tracteur, mais l'exagération de cette tendance aboutit à un gaspillage d'énergie et à un coût élevé du travail. Il est par exemple anormal de prévoir un tracteur de 180 CV pour abattre 1 ou 2 arbres de fort diamètre à l'hectare, alors qu'un tracteur de 90 CV serait suffisant pour défricher le reste de la végétation. Il sera dans ce cas préférable de choisir un tracteur de 90 CV et de détruire à la main les 2 arbres de gros diamètre, par abattage, annellation ou empoisonnement suivant le cas.

C'est ainsi que, pour des tracteurs travaillant isolément et utilisant soit leur lame de bulldozer, soit un bulldozer d'abattage (treedozer), on aboutit généralement à la répartition suivante des puissances :

— Pour les forêts denses tropicales plus ou moins dégradées, avec recrû secondaire, les tracteurs à chenille de 120 à 130 CV sont en général les plus rentables.

— Pour les savanes boisées comportant un assez grand nombre d'arbres dépassant 20 cm de diamètre, ce sont les tracteurs à chenilles de 80 à 90 CV qui l'emportent.

— Pour les savanes arbustives où les arbres de plus de 20 cm de diamètre sont l'exception, il est généralement préférable d'utiliser des tracteurs à chenilles de 50 à 60 CV.

### TYPES D'ACCESSOIRES

Ils sont très nombreux et permettent de s'adapter aux différentes conditions de sol et de végétation que l'on est susceptible de rencontrer.

### BULLDOZER

C'est l'engin le plus utilisé actuellement, bien qu'il ne soit pas le plus efficace.

L'inconvénient est que le point d'attaque se trouve à trop faible hauteur (1 m environ). Le bras de levier est insuffisant pour basculer des arbres de fortes dimensions.

*Défrichement au bulldozer d'une végétation arbustive.*



L'avantage est que le bulldozer est un outil à utilisation multiple permettant, en même temps que le défrichage, d'effectuer des travaux de terrassement et de construction de routes.

Nous pouvons citer les rendements typiques suivants :

**Congo :** Savane arbustive comportant par ha 20 à 30 arbustes de moins de 15 cm de diamètre et 4 m de hauteur ;

Équipement : Tracteur à chenille de 60 CV avec bulldozer.

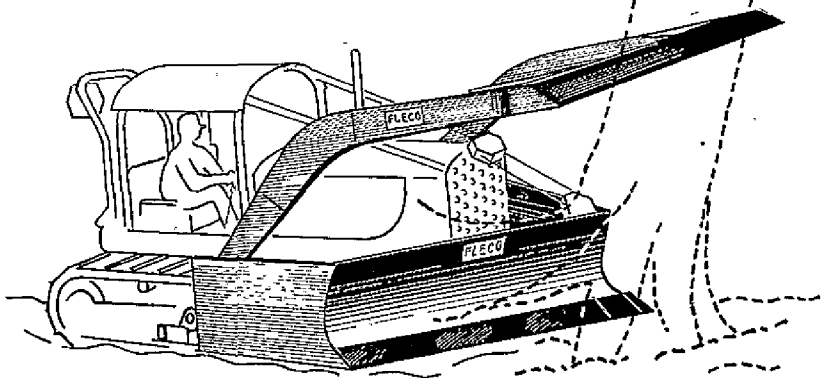
Rendement : 1 heure compteur par ha.

**Gabon :** Forêt dense humide secondaire (nombreux parasoliers). Quelques dizaines d'arbres à l'ha dépassent 30 cm de diamètre.

Équipement : tracteur à chenille de 120 CV avec bulldozer.

Rendement : 4 heures compteur pour 1 ha. (pour abattage et mise en andains des arbres inférieurs à 30 cm de diamètre).

Bulldozer d'abattage Fleco.



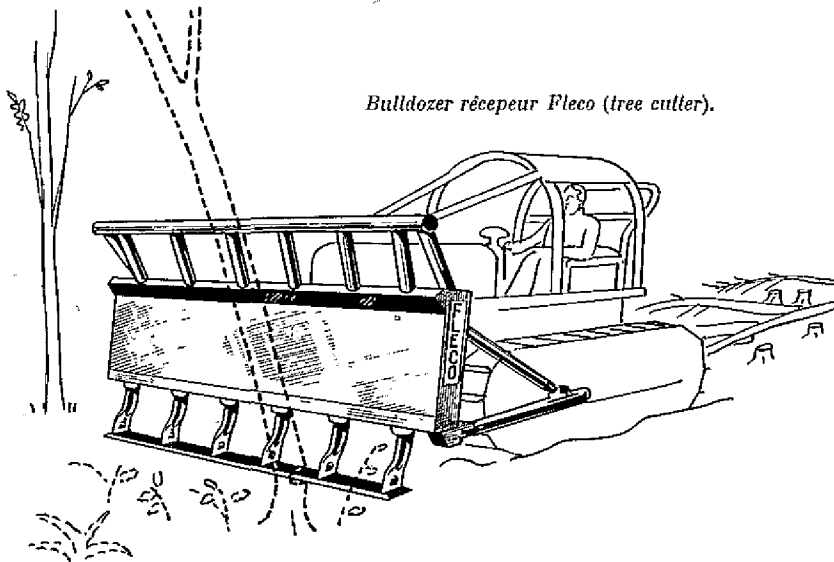
#### BULLDOZER D'ABATTAGE (tree dozer)

L'inconvénient du bulldozer (son point d'attaque trop bas) s'aggrave dans les forêts tropicales du fait de l'existence de nombreux arbres à empattements.

Une solution, utilisée par le Service Forestier du Gabon, consiste à installer à la partie supérieure de la pelle bulldozer un poussoir débordant largement sur la partie inférieure de celle-ci. Le rendement, dans les secteurs avec arbres à empattements, est de 20 % supérieur à celui d'un bulldozer ordinaire.

Une autre solution (Fleco) consiste à avoir une barre de poussée, indépendante de la pelle du bulldozer et attaquant l'arbre à grande hauteur (2 à 3 m).

Bulldozer récepteur Fleco (tree cutter).



#### BULLDOZER RECEPTEUR (treecutter)

Une autre méthode (Fleco, Afco) pour améliorer le travail des bulldozers utilisés pour le défrichage consiste à les équiper :

- 1°) d'une barre de poussée à la partie supérieure ;
- 2°) d'une barre coupante à la partie inférieure.

La barre de poussée courbe l'arbre, et la lame coupante sectionne les fibres du pied au moment où elles sont soumises à un effort de tension.

#### DESSOUCHÉUSES (stumper)

Avant de défricher un secteur boisé pour y effectuer des plantations, on exploite habituellement tous les arbres ayant une valeur commerciale

Pelle poussoir, type Gabon.



(généralement rares). Il peut paraître souhaitable d'enlever les souches restant après cette exploitation (sur les emplacements de pépinières, de routes, ou terrains de culture).

2 engins permettent d'effectuer ce travail.

— une dessoucheuse détachable que l'on place à l'avant du châssis du bulldozer. Cet outil, très robuste, possède des dents qui viennent accrocher la souche à une profondeur pouvant atteindre 45 cm.

— une dessoucheuse tractée, montée à l'arrière du tracteur et actionnée par sa commande de câble. Elle comporte une seule dent dont la profondeur d'attaque est réglable.

Ces deux engins sont fabriqués par la maison Fleco aux U.S.A. Nous n'avons jamais jusqu'ici rencontré de cas dans les plantations forestières d'Afrique tropicale où ces engins avaient un travail suffisant pour être amortis. La présence de quelques souches n'est en effet pas une gêne grave pour les plantations forestières et, sur les emplacements de pépinières et routes, le dessouchage est actuellement plus économique fait à la main.

#### LAME COUPE-RACINE (root cutter)

Le dessouchage complet de la végétation a l'inconvénient de bouleverser la surface du sol, d'enfourer une partie de l'humus et de favoriser l'érosion.

Dans les secteurs de sol superficiel et pauvre, où l'érosion est à craindre, on préfère détruire la végétation par sectionnement souterrain des racines. L'humus reste ainsi en place et les souches mortes retiennent le sol. De plus, la lame coupe-racine

effectue un travail de sous-solage qui assainit le sol en l'aérant et en régularisant la circulation d'eau.

La lame coupe-racine peut être fixée soit sur la barre porte-outil du tracteur, soit sur un bâti spécial. La deuxième solution, quoique plus coûteuse, est généralement adoptée en raison de la plus grande robustesse de l'engin. Un coutre, placé à l'avant de la lame, soulève l'ensemble du bâti dans le cas de rencontre d'un obstacle important : rocher ou grosse souche.

Cet engin ne peut travailler que dans les secteurs comportant une végétation d'arbustes ou d'arbrisseaux.

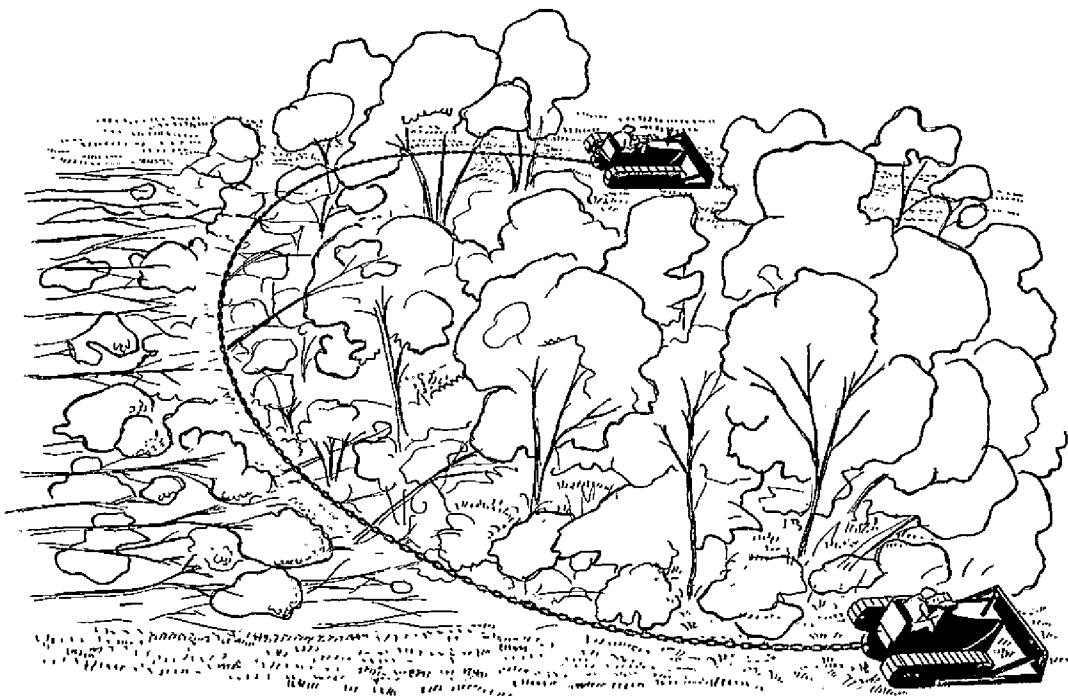
Il est utilisé à grande échelle en Algérie pour les travaux de restauration des sols.

#### CHAINES DE DRAGAGE

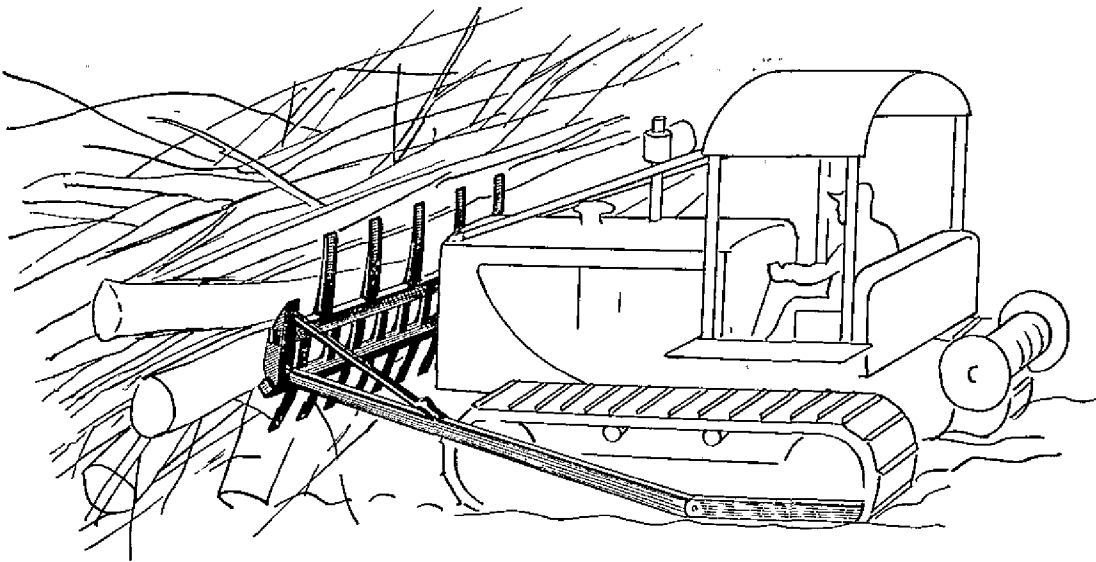
Dans cette méthode on réunit 2 tracteurs de grande puissance (au moins 150 CV) par une chaîne de 30 à 50 m de long. Les tracteurs, en se déplaçant, fauchent avec la chaîne toute la végétation qui se trouve sur leur passage.

2 tracteurs suffisent pour une végétation du type « Fourré ». Dans les secteurs de végétation plus importante (par exemple forêt sèche dense) on met à chaque extrémité de la chaîne 2 tracteurs l'un derrière l'autre. Un cinquième tracteur, équipé d'un bulldozer d'abattage suit derrière la chaîne, pour la soulever lorsqu'elle se bloque au ras du sol, et pour exercer une pression directe sur les arbres récalcitrants.

Nous avons eu l'occasion de voir cette méthode



*Défrichage par chaîne de dragage.*



*Râteaux débroussaillieurs*

en application à Ceylan pour le défrichement de la vallée de Gal Oya. Il apparaît que :

— Il serait impossible de défricher par cette méthode des forêts denses humides comportant un fort pourcentage d'arbres de grand diamètre et de grande hauteur : il se créerait un lacis inextricable de troncs empêchant le dégagement de la chaîne et la circulation du 5<sup>e</sup> tracteur.

— Le rendement de l'opération complète (abatage + nettoyage) est de 4 à 6 ha par tracteur et par jour, ce qui dépasse de 30 à 50 % environ le rendement obtenu avec des tracteurs travaillant isolément, mais ceci exige, pour une forêt sèche de densité moyenne, l'emploi d'un minimum de 7 à 8 tracteurs de grande puissance que l'on ne peut amortir que sur une superficie annuelle d'au moins 4.000 ha (travaux de routes compris). De tels programmes sont actuellement très rares.

#### RÂTEAUX DÉBROUSSAILLEURS ET RÂTEAUX ÉPIERREURS

Après abatage de la végétation, il convient de nettoyer le terrain pour permettre l'exécution des travaux de plantation. La végétation doit être entassée en andains le long de lignes parallèles distantes de 20 à 50 m.

Ces tas seront brûlés ou laissés à se décomposer sur place.

Le nettoyage est souvent fait par les mêmes engins qui ont effectué l'abatage : bulldozer simple, bulldozer d'abatage, bulldozer receveur. Ces accessoires ne sont pas adaptés exactement à ce travail, mais, dans le cas d'une végétation peu dense, (type savane boisée) il serait peu rentable de faire en 2 temps l'abatage et le nettoyage.

Le problème est différent en forêt dense car les lames de bulldozer ne peuvent déblayer qu'un faible volume de végétation à chaque passage. Il

devient dans ce cas plus rentable d'effectuer le travail en 2 temps :

1<sup>o</sup>) abatage avec bulldozer d'abatage en laissant la végétation sur place ;

2<sup>o</sup>) nettoyage du terrain avec râteaux débroussaillieurs. Ces râteaux débroussaillieurs ont une forme leur permettant de pousser devant eux un volume important de débris végétaux. Les dents placées à la partie inférieure raclent la surface du sol, ramassent seulement les débris sans emporter la terre arable.

Les râteaux débroussaillieurs du type normal possèdent une capacité maximum de transport mais sont relativement fragiles et ne conviennent pas pour les terrains comportant de nombreuses souches ou rochers. Il est dans ce cas préférable de prendre des modèles plus robustes appelés « Râteaux défricheurs et épierreurs ». Dans ces modèles, chaque dent est suffisamment robuste pour supporter à elle seule sans se tordre la totalité de la force de poussée du tracteur.

Le rendement d'un tracteur à chenilles de 130 CV équipé d'un rateau débroussaillieur est en moyenne de 4 à 6 ha par jour.

#### VÉGÉTATION D'HERBES ET BROUSSAILLES

Ces types de végétation comprennent dans les pays tropicaux :

- les savanes herbeuses avec quelques arbustes et buissons épars ;
- les prairies de moyenne et haute montagne.

#### TYPE ET PUISSANCE DES TRACTEURS

Cette végétation exige des efforts moins irréguliers et un travail moins pénible des tracteurs que dans le cas précédent (végétation d'arbres et arbustes). Il devient alors possible d'utiliser des

tracteurs nettement moins puissants, qui auront le gros avantage d'être plus facilement transportables d'un point à un autre.

Les TRACTEURS A CHENILLES en raison de leur meilleure adhérence, restent préférables aux tracteurs à roues dans la très grande majorité des cas. Le choix de la puissance optimum est déterminé par 2 considérations :

— Le prix de revient à l'hectare : le tracteur le moins puissant n'est pas obligatoirement le plus économique. Un surplus de puissance peut être intéressant s'il permet par exemple d'exécuter 2 catégories de travaux (ex. : défrichage et labour) en une seule passe.

— Les possibilités de transport des engins : A égalité de prix de revient, le tracteur le plus léger est à préférer. On doit noter à ce sujet que les tracteurs à chenilles de moins de 60 CV sont transportables par camions de 5 tonnes, ce qui représente un gros avantage.

Les TRACTEURS A ROUES ne sont à préconiser que sur des sols meubles, à relief uni, avec une végétation d'herbe courte. Leur faible adhérence n'est plus un obstacle dans ce cas et leur bas prix de revient (la moitié du prix de revient des tracteurs à chenille de même puissance) leur permet de l'emporter.

Pour le choix de la puissance, l'expérience acquise jusqu'ici montre que l'optimum se situe dans les limites ci-après :

tracteurs à chenilles	40 à 90 CV
tracteurs à roues	40 à 45 CV (pour les seuls cas particuliers d'utilisation cités plus haut).

*Défrichement d'un sol de prairie de montagne avec défricheuse lourde à disques Rome Plow. (disques solidaires)*



## TYPES D'ACCESSOIRES

Etant donné les faibles dimensions de la végétation (herbes et broussailles), il est possible, dans la grande majorité des cas, d'effectuer en une seule opération le défrichage du terrain et une première préparation du sol.

Les engins utilisés appartiennent à 3 catégories :

- charrues défricheuses à disques ;
- charrues décapeuses ;
- débroussailleurs rotatifs.

### — CHARRUES DÉFRICHEUSES A DISQUES SOLIDAIRES.

Elles sont toutes caractérisées par leur grande robustesse qui leur permet, dans le cas d'un obstacle infranchissable pour les disques, d'arrêter complètement le tracteur sans qu'il y ait rupture ou déformation de l'engin.

Les disques doivent donc être particulièrement épais et les axes doivent être de diamètre nettement plus élevé que les engins agricoles du même type.

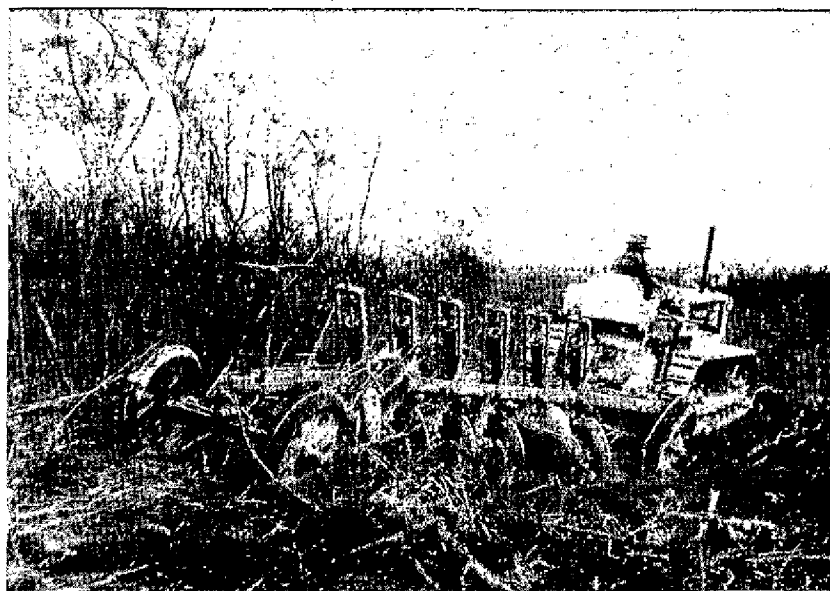
Les chiffres de rendement à l'hectare que nous avons relevés se situent dans les limites suivantes pour le défrichage d'une savane herbeuse ou d'une prairie :

tracteurs à chenilles de 40 CV : 3 heures à 3 h 1/2 par hectare (2 passages) ;

tracteurs à chenilles de 60 CV : 2 heures 1/2 à 3 heures (2 passages).

tracteurs à chenilles de 80 CV : 1 heure 1/2 (1 passage avec défricheuse à 4 groupes de disques, ce qui correspond à 2 passages de disques).

*Majestic stump jump plow. (disques indépendants)*



--- CHARRUES DÉFRICHEUSES A DISQUES INDÉPENDANTS.

Les charrues du type précédent ont l'inconvénient, en raison de leur rigidité, de ne pas suivre exactement les contours du terrain. Il suffit qu'un seul disque rencontre un obstacle pour que l'ensemble de l'engin se soulève et cesse de travailler le sol. Dans le cas de nombreux obstacles, la qualité du travail devient donc très médiocre.

La solution consiste à rendre les disques indépendants les uns des autres : chaque disque peut ainsi continuer son travail même si le disque voisin est soulevé par un obstacle.

Citons à titre d'exemple la charrue de défrichement Jardin (cf. figure).

Elle est construite suivant les principes précédents, c'est-à-dire que chaque disque peut se soulever indépendamment sur un obstacle. Le retour en position de travail est assuré par un poids placé à l'extrémité du bras de support du disque. Un essieu à roues facilite le transport de l'engin. Les disques ont 80 cm de diamètre.

Le modèle courant possède 3 disques, pèse 2,5 t et travaille une bande de 1,30 m. Il peut être tiré par un tracteur à roues de 45 CV.

Les rendements relevés en France avec ce modèle sont :

- Terrains difficiles, rocheux, labour d'un ha, 2 passages successifs ..... 10 heures
- Terrains moins difficiles, 1 passage, labour d'un ha..... 5 heures

— CHARRUES DÉCAPEUSES.

Ces charrues ont pour but d'enlever la couche superficielle de terre, herbes et racines, sur des bandes de 50 cm à 1 m de large et sur une profondeur de 10 à 25 cm. Les plants forestiers ont ainsi l'avantage de ne pas être soumis — pendant 1 an ou parfois davantage — à la concurrence de l'herbe, ce qui compense largement l'inconvénient représenté par l'élimination de l'humus.

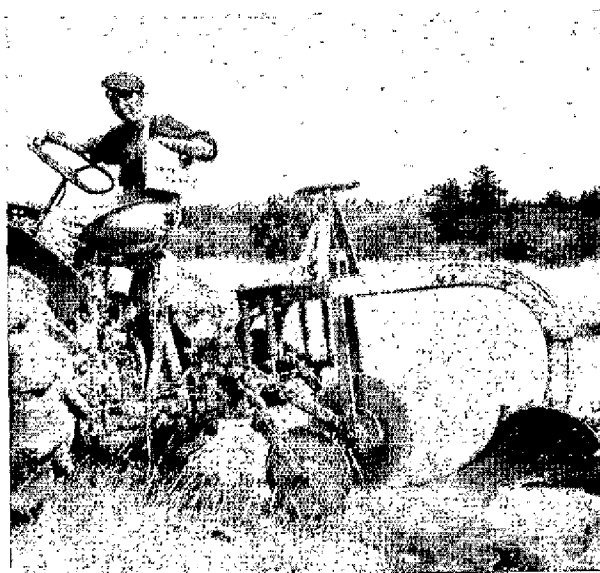
La bande de terre décapée est rejetée de part et d'autre et retournée pour que les racines soient à l'air. Certains engins possèdent même des rouleaux qui appliquent fortement cette bande vers le sol et empêchent ainsi le développement des herbes en bordure de la bande décapée.

Ces charrues possèdent l'inconvénient de ne pas pouvoir travailler sur des pentes supérieures à 5 ou 10° car, sur des pentes supérieures, le versoir en amont ne parvient plus à rejeter et retourner la bande décapée.

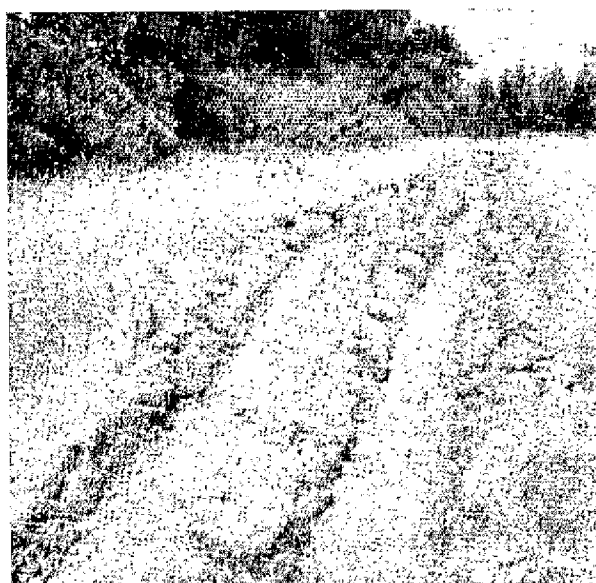
Citons, à titre d'exemple, la charrue décapeuse Raviot (cf. figure).



*Charrue défricheuse Jardin.*



*Charrue décapeuse Raviot.*



*Bandes ouvertes par la charrue décapeuse Raviot.*

C'est un engin porté, lié au relevage hydraulique du tracteur. Il comporte à l'avant 3 coutres circulaires et à l'arrière un butteur formé d'un soc double et de deux versoirs.

Le coutre central joue le rôle de sondeur d'obstacles, son soulèvement entraîne celui de l'ensemble soc-versoirs. Les coutres latéraux sectionnent les bords de la bande décapée. Un patin traînant, derrière le soc, limite le terrage. Il est muni d'un support permettant de le surcharger (on peut mettre 175 kg de charge additionnelle, alors que l'engin seul pèse 350 kg).

L'engin décape une bande large de 0,50 m et la rejette de part et d'autre. Il est normalement tiré par un tracteur à roues de 45 CV.

Le rendement est de 1 heure à 1 heure 15 pour 1.000 m linéaires de bandes décapées.

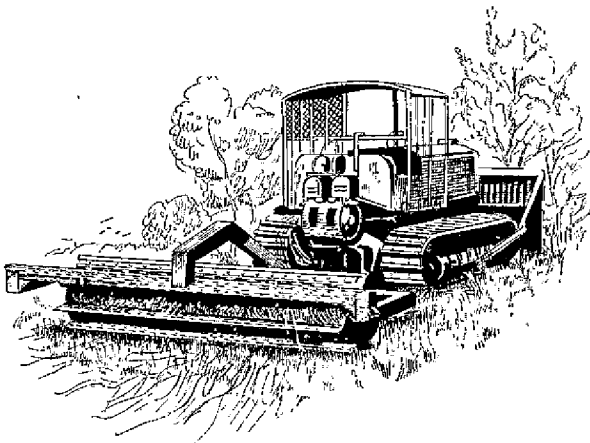
### DÉBROUSSAILLEURS ROTATIFS A AXE HORIZONTAL

La destruction de la végétation est effectuée par des couteaux qui tournent autour d'un axe horizontal ou vertical et viennent hacher la végétation.

Le mouvement de rotation est obtenu soit par le simple mouvement d'avancée du tracteur (cas des rouleaux débroussailleurs), soit par la prise de force du tracteur (cas des houes rotatives à axe de rotation horizontal, ou des faucheuses rotatives à axe de rotation vertical).

#### — ROULEAUX DÉBROUSSAILLEURS.

Ce sont de lourds cylindres, dont on augmente encore fréquemment le poids en les chargeant d'eau. Le long des génératrices ou selon des lignes légèrement obliques par rapport aux génératrices, on place de robustes lames tranchantes qui sectionnent la végétation, pénètrent dans le sol et arrachent une grande partie des racines au cours de leur mouvement de rotation. Ce mouvement d'arrachement des racines est, dans la plupart des



Rouleau de défrichement Caldwell.

cas, accentué en faisant avancer le rouleau débroussailleur obliquement par rapport à son axe.

Ils comportent 3 limites d'emploi :

a) Ils ne peuvent travailler que sur des pentes inférieures à 25 %,

b) Ils sont inefficaces sur des sols parsemés de nombreux blocs rocheux ;

c) Ils ne peuvent pas s'attaquer à une végétation dépassant 2 à 3 cm de diamètre (pour les modèles légers de 0,5 t à 1 tonne) et 10 cm de diamètre (pour les modèles lourds de 3 à 4 tonnes).

Des travaux de défrichement ont été effectués au Congo Belge en utilisant un tracteur à chenilles de 130 CV tirant 4 rouleaux Marden L 7 (rouleaux de 2,10 m de large, pesant chacun 3,8 tonnes lestés d'eau). Le but était de transformer en pâturage une savane à Pennisetum comportant quelques arbustes de 15 à 25 cm de diamètre.

Le rendement était de 1,35 ha par heure.

#### — HOUES ROTATIVES.

L'axe de rotation se trouve juste au-dessus du sol, si bien que les houes peuvent en même temps hacher la végétation et pulvériser le sol sur une profondeur de 10 à 25 cm.

Ces engins connaissent une vogue croissante en agriculture en raison de l'excellente préparation du sol. Leur emploi dans les plantations forestières est plus limité car on n'exige pas une telle qualité du travail et la fragilité de l'engin apparaît un lourd handicap limitant son emploi aux sols meubles comportant peu d'obstacles.

Leur grand intérêt pour les forestiers est d'assurer une parfaite destruction des herbes à rhizomes et notamment de l'*Imperata cylindrica*, ennemi n° 1 des plantations en régions tropicales. Les houes hachent en effet les rhizomes souterrains en tronçons de faible longueur incapables de rejeter et les ramènent à la surface du sol où ils sont rapidement tués par le soleil.

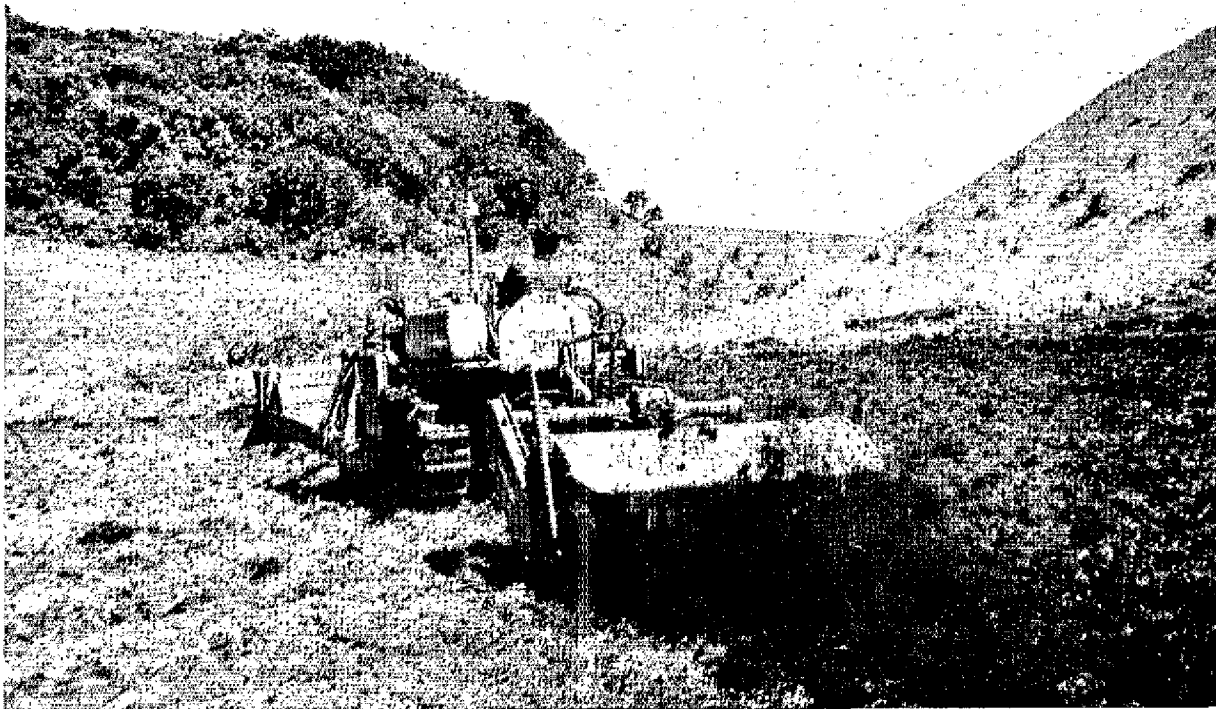
Les modèles portés sont nettement préférables en conditions forestières en raison de la plus grande facilité de levage au-dessus des obstacles.

Les modèles axiaux sont également préférables aux modèles déportés latéralement, car le tracteur ouvrant exactement la voie de l'engin évite les risques d'accrochage aux obstacles latéraux.

Dans les modèles agricoles, les lames de houes sont assez longues et courbées en 2 parties égales formant entre elles un angle de 90°.

Dans les modèles forestiers, les lames sont plus courtes, plus épaisses, et la 2<sup>e</sup> moitié est inclinée de 45° seulement par rapport à la première moitié. Ceci aboutit à une moins bonne pulvérisation du sol, mais permet en revanche un meilleur dégagement des lames en cas d'obstacles. Ces modèles, du





*Houe rotative.*

fait de leur robustesse, peuvent s'attaquer à des sols plus durs et peuvent hacher une broussaille ayant jusqu'à 2 cm de diamètre.

Les différents modèles ont une largeur de travail variant de 1 m à 1,50 m. Ils sont habituellement actionnés par des tracteurs à roues de 20 à 50 CV. L'utilisation de tracteurs à chenilles correspond à une perte d'énergie puisque les houes rotatives participent à l'avancement du tracteur par leur mouvement de rotation. Les chenilles du tracteur deviennent donc une surcharge inutile.

Le rendement pour un modèle de 1,30 m, actionné par un tracteur de 30 CV est de 2 à 3 heures pour 1 ha. Le caractère assez délicat de ces engins oblige à calculer leur amortissement sur 1.000 heures seulement.

#### DÉBROUSSAILLEURS ROTATIFS A AXE VERTICAL. FAUCHEUSES ROTATIVES

Ils sectionnent la végétation sur un plan horizontal. Ils la déchiquètent également plus ou moins car le couvercle de la machine oblige les tiges à se recourber.

Le sectionnement est effectué par des chaînes qui par des lames tranchantes tournant à grande vitesse. Le mouvement de rotation est obtenu à partir de la prise de force du tracteur.

La grosse difficulté réside dans le risque de rencontre des obstacles, ce risque étant augmenté du fait que ces machines sont obligées, par construction, de travailler très près du sol et ne sont efficaces que pour de grandes vitesses de rotation (800 tours minute).

Un embrayage de sécurité placé entre la prise de force et les pièces travaillantes permet de découpler automatiquement ces dernières en cas d'efforts anormaux.

De plus, les lames tranchantes sont montées mobiles à l'extrémité des lames tournantes. Elles se tiennent dans l'axe de ces lames uniquement par la force centrifuge et peuvent donc se replier si elles rencontrent une résistance supérieure à la force centrifuge.

Nous en citerons 2 modèles :

#### -- GYROBROYEUR GARD.

C'est un matériel de fabrication française. Il pèse 510 kg et peut être actionné par un tracteur à roues de 40 à 50 CV. Il peut nettoyer sur une largeur de 1,50 m une végétation herbacée ou ligneuse ne dépassant pas un diamètre de 3 à 5 cm. La coupe est effectuée à une hauteur réglable de 3 à 20 cm.

Rendement : en conditions faciles (végétation



Faucheuse rotative Caldwell.

uniquement herbacée) où 1 passe est suffisante, le rendement est de 2 heures pour 1 ha.

— en conditions difficiles (rejets ligneux) où 2 ou 3 passes sont nécessaires, le rendement tombe à 5 heures pour 1 ha.

#### — ROTARY CUTTER CALDWELL.

Cet appareil est très voisin du Gyrobroyeur Gard. Plusieurs Centres de reboisement d'Afrique ont adopté le modèle « Elco Junior » de 2,25 m de large qui peut être actionné par un tracteur à pneus de 40 à 50 CV. Ce modèle convient bien aux conditions forestières en raison de sa robustesse.

Les rendements observés ont été en moyenne de 2 heures 1/2 pour 1 ha.

Remarque : les faucheuses rotatives effectuent leur travail pour un prix extrêmement bas. Mais elles possèdent aussi certains inconvénients dont nous devons tenir compte :

— impossibilité de s'attaquer à une végétation dépassant 3 à 4 cm de diamètre ;

— maintien des souches dans le sol, d'où la possibilité de production de rejets concurrentiels pour les plants ;

— dépôt sur le sol d'un tapis de végétation sèche qui, avant de pourrir, constitue un grave danger pour les feux.

Les faucheuses rotatives ne sont donc à recommander que pour la destruction d'une végétation d'herbes et broussailles peu vigoureuse, rejetant mal, et dans des régions où les risques de feu sont minimes.

## Préparation du sol

La préparation du sol porte sur une ou plusieurs des opérations suivantes :

- labour.
- pulvérisage

- crochetage
- sous-solage
- drainage

### LABOUR

Le labour sur terrain d'herbes et broussailles est habituellement réalisé en même temps que le défrichage, en utilisant des défricheuses lourdes à disques du type Rome plow. Plusieurs passages de l'engin (2 ou 3) sont généralement nécessaires pour obtenir un bon ameublissement du sol. Nous avons décrit plus haut la méthode d'utilisation des défricheuses à disques, leur rendement.

En conditions faciles : herbes courtes, sol meuble sans obstacles importants, le labour peut être effectué avec des charrues à disques classiques. On adopte dans ce cas des tracteurs à roues de 35 à 45 CV équipés de charrues portées à 3 disques. Ils ont l'avantage d'être très utilisés en agriculture

tropicale et les pièces de rechange sont faciles à trouver.

Le rendement est moindre qu'avec les défricheuses à disques tirées par tracteur à chenilles : 3 heures compteur par ha pour 1 passage, mais le prix de revient horaire des tracteurs à roues est nettement plus faible que celui des tracteurs à chenilles et on peut en outre fréquemment se contenter d'un seul passage de charrue avant la plantation. Le prix de revient à l'hectare est finalement, en moyenne légèrement inférieur à celui des défricheuses à disques.

Le labour complet du terrain par charrue à disques du type agricole est donc à recommander dans tous les cas où les conditions de sol et de végétation le permettent.

## PULVÉRISAGE

Une bonne pulvérisation du sol est nécessaire lorsqu'on intercale des cultures au milieu des plantations forestières.

Les défricheuses et 'charrues' à disques ne permettent pas de l'obtenir directement. Leur action doit, suivant la compacité du sol, être complétée par un des outils suivants :

— Sols lourds : pulvérisateur lourd tandem (20 à 24 disques de 60 cm en 4 groupes) tiré par un tracteur à chenilles de 40 à 60 CV ;

— Sols légers : pulvérisateur tandem ordinaire (10 à 16 disques de 50 cm en 2 ou 4 groupes), tiré par un tracteur à roues de 35 à 45 CV.

Dans le premier cas (pulvérisateur lourd), le rendement est de l'ordre de 0 H 30 compteur par ha.

Dans le deuxième cas le rendement est de l'ordre de 0 H 40 compteur par ha et le prix de revient à l'ha est environ la moitié du cas précédent.

En sols particulièrement compacts, les 2 opérations sont nécessaires et sont effectuées successivement.

Le prix de revient du pulvérisage est donc relativement faible et ceci explique la vogue grandissante des cultures agricoles intercalaires au milieu des plantations forestières.

Ces cultures ont un rapport représentant une dizaine de fois le prix du pulvérisage qu'elles ont demandé, et amortissent en partie le coût des plantations forestières.

## CROCHETAGE

Le labour et le pulvérisage par disques peuvent, dans certains cas, être remplacés par un crochetage avec cultivateur à dents flexibles.

Les cultivateurs sont constitués par une barre supportant un nombre variable de dents amovibles. Ces dents comportent une double spire formant ressort et sont équipées de socs sarcleurs.

Ils travaillent à une profondeur de 0,20 m et disloquent le sol en extirpant les obstacles qu'ils rencontrent. La flexibilité des dents leur permet de se soulever au contact d'obstacles très résistants et de reprendre ensuite leur position. Cette flexibilité possède toutefois des limites, et, dans les sols très rocheux, l'engin devient pratiquement inutilisable.

Sur le plan technique, le gros avantage de ces outils est de ne pas enfouir les horizons supérieurs du sol.

Rendement : les chiffres suivants ont été observés :

— en France, avec un tracteur Renault de 30 CV et un cultivateur Fonrescar de 7 à 9 dents : 7 heures pour 1 ha ;

— à Ceylan, avec un tracteur International de 40 CV et un cultivateur International de 13 dents : 5 heures pour 1 ha.

## SOUS-SOLAGE

Le sous-solage est assez utilisé pour les plantations, du fait qu'il disloque le sol en profondeur sans retourner les horizons superficiels.

Les sous-soleuses peuvent être soit portées, soit traînées.

Nous avons constaté à peu près partout que les sous-soleuses traînées étaient abandonnées au profit des sous-soleuses portées, ces dernières traçant des lignes plus droites, et étant plus faciles à relever en cas d'obstacle.

Les sous-soleuses comportent un couteau vertical terminé par un soc à sa partie inférieure. La profondeur du travail varie suivant le modèle.

Les modèles les plus courants travaillent à une profondeur de 0,40 à 0,50 m. Dans les pays tropicaux, ils sont traînés par des tracteurs à chenilles de 40 à 60 CV.

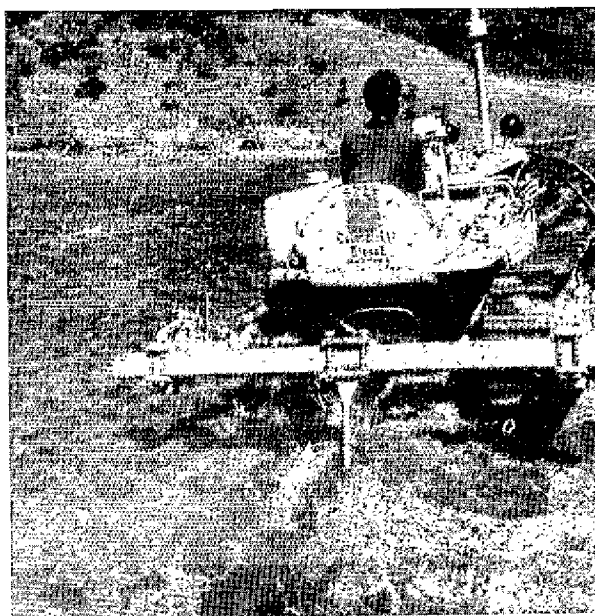
Les tracteurs à chenilles de 80 à 100 CV peuvent être équipés de 2 socs sous-soleurs sur la barre porte-outil.

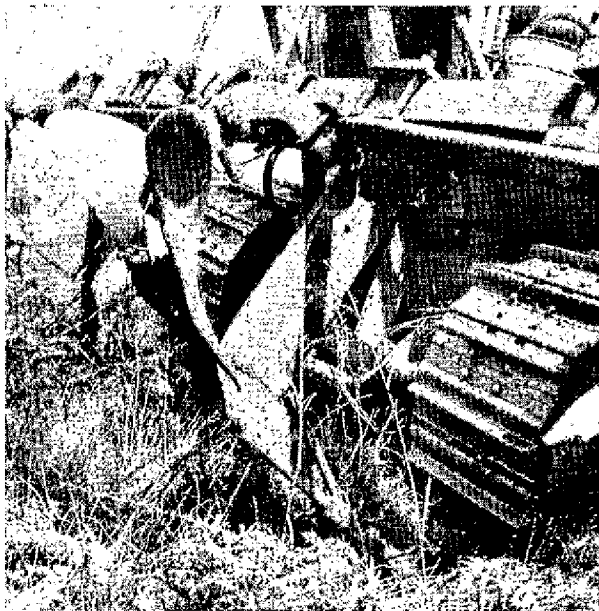
Rendement :

De nombreux chiffres ont été relevés. Ils sont compris dans les limites suivantes :

1 heure à 2 heures 30 par hectare (lignes espacées de 2 m) pour un tracteur à chenilles de 85 CV équipé de 2 socs sous-soleurs ;

*Sous-solage avec soc sous-soleur sur barre porte-outil.*





*Soc sous-soleur et soc sillonneur sur barre porte-outils.*



*Plantation sur bande ouverte avec soc sous-soleur et soc sillonneur.*

2 heures à 2 heures 30 par hectare (lignes espacées de 2 m) pour un tracteur à chenilles de 60 CV équipé d'un soc sous-soleur ;

2 heures 30 à 3 heures par hectare (lignes espacées de 2 m) pour un tracteur à chenilles de 40 CV équipé d'un soc sous-soleur.

### DRAINAGE

Les drains souterrains sont construits en utilisant un soc sous-soleur normal auquel est accroché un obus de drainage. Celui-ci par sa forme cylindrique, creuse dans le sol un tunnel de 6 à 8 cm de diamètre.

Le rendement à l'ha est du même ordre que celui indiqué pour le sous-solage.

On ne peut utiliser cette méthode (dite drainage-taube) dans les cas suivants :

— sols ayant de nombreux obstacles (l'obus se détache à chaque fois du soc) ;

— sols peu compacts (le tunnel se referme après passage de l'engin).

**Tranchées secondaires de drainage :** On adjoint aux socs sous-soleurs normaux 2 socs verseurs fixés sur les parois latérales du couteau vertical. Ils ouvrent une tranchée en V, avec rejet de la terre de chaque côté. Ces tranchées ont habituellement 40 à 50 cm de profondeur, 10 cm de largeur à la base et 60 cm à la partie supérieure.

Le travail peut rarement être effectué en un seul passage du tracteur. En sol compact, trois passages sont nécessaires :

1°) passage du soc sous-soleur normal, sans adjonction des socs verseurs : ceci permet d'ouvrir une ligne bien droite dans le sol ;

2°) adjonction des 2 socs verseurs et passage à mi-profondeur dans la raie du sous-solage ;

3°) passage à la profondeur finale.

Avec un tracteur à chenilles de 40 CV le rendement pour 3 passages est de 2 heures compteur pour 1 km de drain.

## Pépinières

Les pépinières tropicales sont généralement de faibles dimensions. Leur superficie dépasse très rarement 2 hectares, ce qui, compte tenu d'une rota-

tion de culture de 2 ans, aboutit à la production maximum de 500.000 plants par an.

Ceci explique pourquoi la mécanisation a été

jusqu'ici relativement peu importante et s'est simplement portée sur 2 catégories de travaux :

- l'arrosage
- la fabrication des pots.

## ARROSAGE

La mécanisation y est très rentable, du moins pour les pépinières dépassant une production de 50.000 plants par an.

Le système avec arroseurs mobiles prend actuellement une extension de plus en plus grande car il permet de réduire considérablement les dépenses de tuyauterie. Cette dépense est encore davantage réduite lorsque les tuyauteries sont elles-mêmes mobiles (les tuyaux sont liés par des colliers à serrage instantané permettant un transport facile et rapide d'un secteur à l'autre de la pépinière).

Il suffit dans ce dernier cas de disposer d'une longueur de tuyaux correspondant à la plus grande dimension de la pépinière. Ceci explique le choix généralement fait dans les pépinières tropicales d'un système d'arrosage avec tuyauterie mobile et arroseurs mobiles.

### Choix de la pompe

Il est déterminé par

- le débit nécessaire pour l'arrosage quotidien de la pépinière ;
- la pression requise pour le fonctionnement des arroseurs.

Le débit quotidien varie suivant les espèces et le climat.

En moyenne, en saison sèche, le débit nécessaire est de 30 à 60 M3 par hectare de pépinière et par jour.

La pression requise est déterminée par :

1°) la hauteur manométrique d'élévation totale en mètres, se composant de :

a) la hauteur manométrique d'aspiration : hauteur mesurée entre le plan d'eau d'aspiration et l'axe de la pompe augmentée des pertes de charges dans la tuyauterie d'aspiration ;

b) la hauteur manométrique de refoulement : hauteur mesurée entre l'axe de la pompe et le plan d'eau supérieur de refoulement, augmentée des pertes de charges de refoulement dans la tuyauterie de refoulement (cette perte de charge étant d'environ 1/2 kg pour 100 m de tuyaux de diamètre de 5 cm).

2°) la pression nécessaire au fonctionnement des arroseurs automatiques (1 à 3 kg) et la perte de charge correspondant au fonctionnement de ces arroseurs (1/2 kg en moyenne par arroseur).

En conditions moyennes : pépinières de 1 ha, hauteur manométrique de 10 m, 1 seul arroseur automatique, les données ci-dessus aboutissent par exemple à une pression totale de 4 kg.

En combinant ceci avec le débit requis de 30 à 60 m<sup>3</sup> par jour, (soit 5 à 10 M3 heure), on aboutit finalement, pour les pompes centrifuges basse pression du commerce, à une puissance de 5 CV.

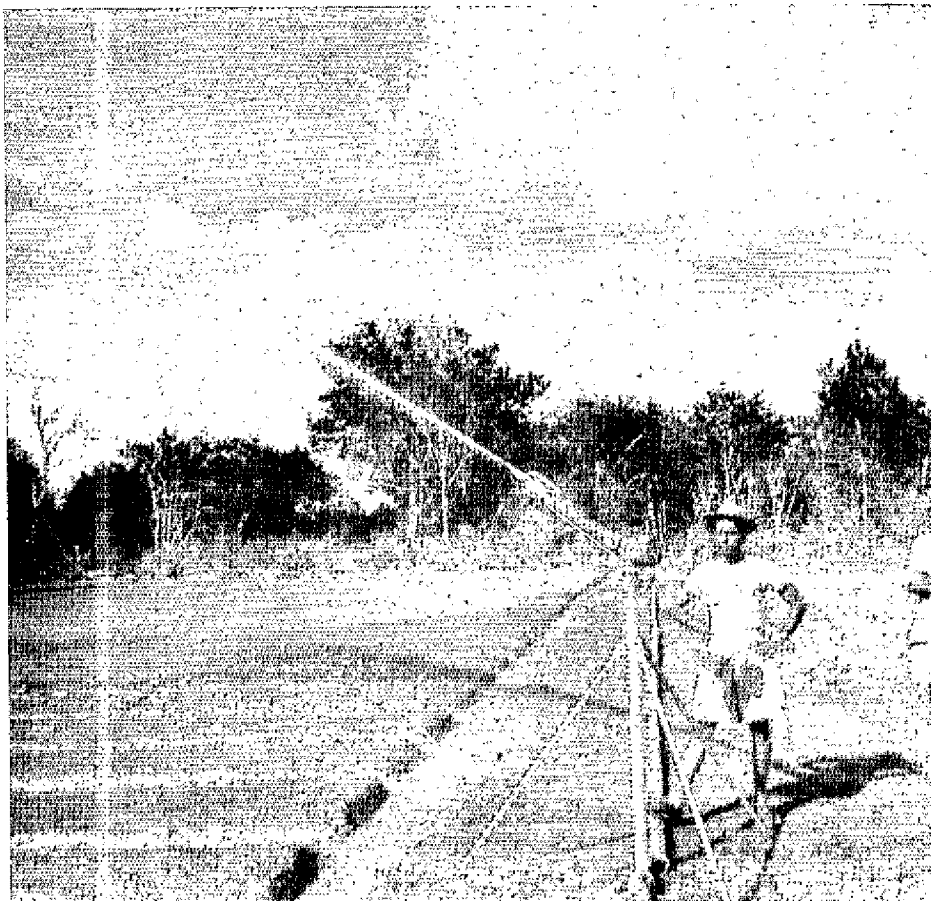
### Choix des arroseurs

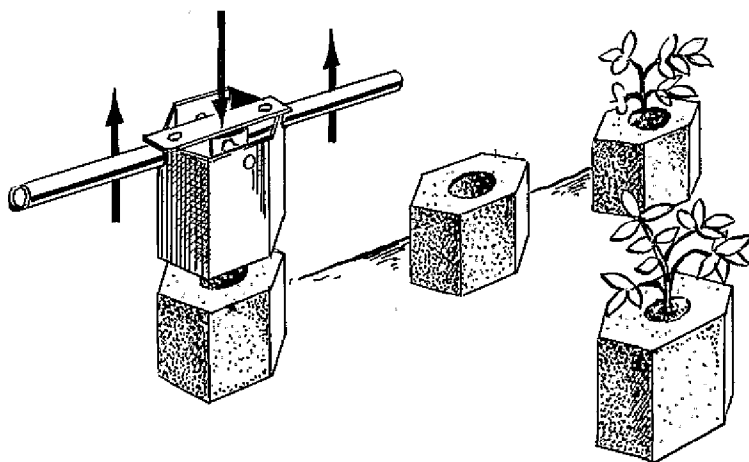
Il existe 2 types d'arroseurs automatiques : les arroseurs oscillants et les arroseurs rotatifs.

Les arroseurs oscillants sont des tuyaux de 5 à 20 m percés de trous et qui, sous la pression de l'eau, basculent alternativement d'un côté et de l'autre, permettant l'arrosage d'une bande rectangulaire. L'arrosage est excellent mais l'engin nécessite deux hommes pour son déplacement et il ne fonctionne qu'avec une eau très propre. On l'utilise de ce fait assez peu.

Les arroseurs rotatifs sont les plus fréquemment employés. On choisit de préférence des modèles capables de lancer l'eau à une quinzaine de mètres en débitant 5 à 8 M3 heure, ce qui exige une pression de 2 kg à 2 kg 5.

*Arroseur rotatif automatique Pioggia Perrot. Tuyauterie mobile à couplage instantané.*





*Presse Clico pour la fabrication de pots en terre.*

Les tuyaux doivent avoir un diamètre suffisamment grand pour limiter les pertes de charge par frottement (en moyenne 5 à 6 cm de diamètre intérieur).

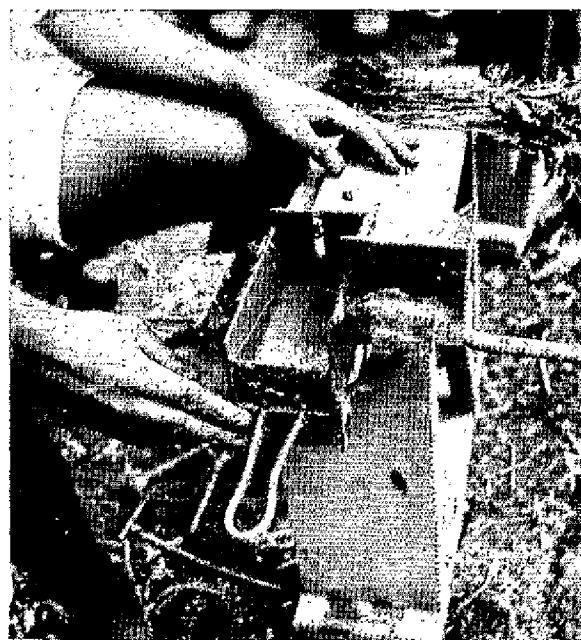
La tuyauterie principale est métallique et les tuyauteries secondaires sont en caoutchouc ou en matière plastique. Les essais pour mettre la tuyauterie principale en plastique ont jusqu'ici échoué en raison du manque de rigidité de cette matière et de sa sensibilité aux hautes températures fréquemment atteintes au contact du sol dans les régions tropicales. Les progrès constants dans la fabrication des plastiques permettent de penser qu'on surmontera un jour ces difficultés.

#### FABRICATION DES POTS

De nombreux pays tropicaux ont actuellement tendance à remplacer les pots en terre cuite et les pots en bambous par des pots en terre ordinaire ou même de simples boulettes de terre que les racines peuvent traverser. Les deux appareils qui nous ont paru les plus intéressants pour la fabrication de ces pots et boulettes sont : la presse Clico et l'appareil Melap.

#### Presse Clico

C'est un simple moule parallélépipédique que l'on enfonce dans de la terre préalablement malaxée. Un tube central permet de laisser un trou central où le jeune plant sera repiqué.



*Appareil Melap pour la plantation en mottes.*

Le point délicat est de choisir une terre contenant suffisamment d'argile ou limon pour être liée par la presse, sans en contenir trop, ce qui amènerait la formation d'un bloc compact difficilement pénétrable aux racines.

Les dimensions du pot sont, suivant les modèles, soit 7 cm de diamètre sur 7 cm de profondeur, soit 8 x 9 cm, soit 9 x 11 cm.

Une équipe de 2 hommes est nécessaire : 1 pour le malaxage de la terre, 1 pour la fabrication des pots.

Le rendement de l'équipe est de un millier de pots par jour.

#### Appareil Melap

Cet appareil mis au point par le Service Forestier du Cameroun permet une amélioration de la méthode de repiquage en boulette, en donnant aux boulettes une forme parallélépipédique favorisant le transport et en évitant l'irrégularité du compactage à la main qui, avec des manœuvres mal entraînés, aboutit à des échecs à la reprise.

C'est un moule en tôle d'acier de 8 x 8 x 12 cm, comportant 2 matrices. La matrice inférieure sert de moule et la matrice supérieure sert à tasser la terre. En outre, repose à l'intérieur du moule sur la face inférieure une petite pelle de 8 x 12 cm.

Un manœuvre exécute en moyenné avec cet appareil 600 plants en motte par jour. Avec du personnel entraîné on peut atteindre 800 plants. Le prix de revient est ainsi inférieur à celui du repiquage en pot, quel que soit le matériau utilisé : argile cuite, polyéthylène, bambou.

# Semis et plantation

Ces 2 catégories de travaux ne donnent pas encore lieu à une mécanisation à grande échelle dans les régions tropicales ; nous n'en sommes encore qu'au stade des essais.

## SEMIS

Plusieurs essais de semoirs mécaniques ont été faits, surtout en vue de semer des plantes de couverture entre les rangées de plants forestiers. On peut tirer les conclusions suivantes :

— Les semoirs mécaniques ne sont utilisables que sur des terres préalablement labourées et aplanies ensuite par pulvérisage (ou soumises à l'action de houes rotatives). Sur terres mal préparées, la profondeur du semis devient très irrégulière et les tubes-semoirs s'engorgent de terre et se bloquent.

— La fragilité de ces engins interdit leur utilisation en présence d'obstacles dans le sol.

Dans les rares cas où leur utilisation est possible on ne doit toutefois pas hésiter à le faire car ils correspondent à une grosse économie dans le prix de revient par rapport au semis à la main.

## CREUSEMENT DES TROUS DE PLANTATION

Des essais ont été faits dans de nombreux Centres, en utilisant des matériels très variés.

### Mototarières

Les premiers essais ont été effectués avec des petits engins spécialisés, dont le type était la mototarière Collet.

Un moteur de 4 CV actionne, d'une part les roues pour le déplacement de l'engin, et d'autre part la tarière dans son mouvement de rotation. L'enfoncement de la tarière est provoqué par une brimale actionnée à la main.

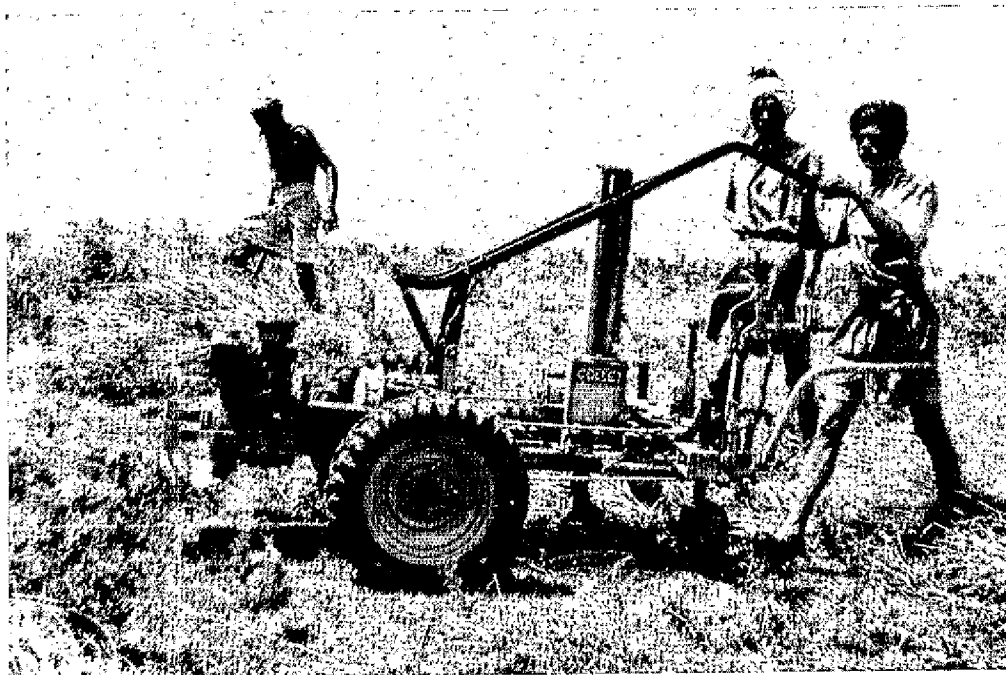
On peut adopter des tarières de différents modèles. Les plus grandes creusent des trous de 30 cm de diamètre et 40 cm de profondeur.

Le rendement varie, suivant la dureté du sol, de 50 à 80 trous à l'heure.

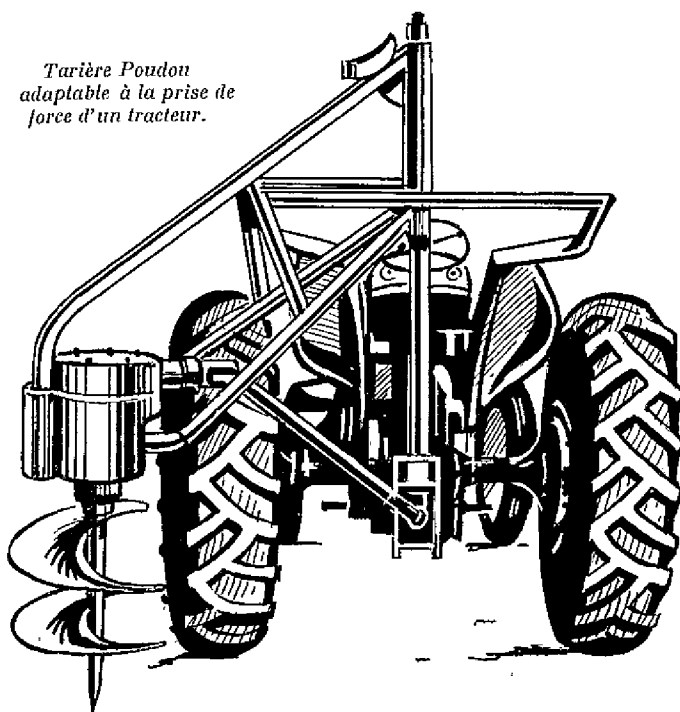
Le prix de revient est sensiblement le même que celui du travail à la main mais l'économie de la main-d'œuvre est appréciable.

## Tarières adaptables sur tracteurs

La tendance actuelle est d'utiliser des tarières adaptables au système hydraulique d'un tracteur à pneus. Le prix de revient est nettement plus élevé



Mototarière Collet avec moteur de 4 CV.



Tarière Poudon adaptable à la prise de force d'un tracteur.



(30 à 50 %) que celui des petits modèles précédents, car le rendement horaire n'est pas plus élevé (50 à 80 trous à l'heure), mais cette méthode présente deux avantages importants :

— celui d'utiliser un tracteur utilisable pour d'autres catégories de travaux et, de ce fait, facilement amortissable ;

— celui d'avoir une tarière suffisamment puissante pour perforer les couches d'aliôs ou de latérite qui, dans de nombreux sols, sont un obstacle à la croissance des racines (le rendement dans ce cas est inférieur au chiffre moyen cité précédemment, et tombe à 25 ou 30 trous à l'heure).

## Entretien des plantations

L'entretien des plantations comporte des opérations assez nombreuses : désherbage, protection contre les feux, protection contre les insectes et les champignons, protection contre le gibier, élagage, éclaircie.

Seules les 3 premières opérations donnent lieu à une certaine mécanisation, du moins dans les pays tropicaux.

### DESHERBAGE

#### Pulvérisateurs à disques

Ce sont les plus employés actuellement.

Les pulvérisateurs type offset (disques formant un V ouvert dans une direction perpendiculaire à la marche du tracteur) sont préférés aux pulvérisateurs ordinaires (2 groupes de disques formant un V ouvert vers l'avant). Les racines d'herbes sont soumises à 2 passages de disques et sont mieux pulvérisées. L'engin est en outre deux fois moins large que dans le cas précédent, ce qui permet le passage dans des plantations serrées.

Les disques les plus efficaces (c'est-à-dire ceux qui arrachent et hachent l'herbe sans labourer trop profondément le sol) sont les disques de diamètre compris entre 55 et 60 cm.

Il est préférable que les disques de la première rangée soient plus épais et soient crénelés car ceci permet un meilleur arrachage des racines, tandis que ceux de la 2<sup>e</sup> rangée doivent être à bords lisses.

Un grand soin doit être porté au réglage de l'angle d'attaque des disques (par ouverture plus ou moins grande du V). Cet angle ne doit pas être réglé une fois pour toutes mais doit être modifié suivant la compacité du sol et la densité de l'herbe.

L'effort de traction relativement faible demandé par les pulvérisateurs permet d'utiliser des tracteurs à roues, au lieu de tracteurs à chenilles. On aboutit ainsi à un prix de revient beaucoup plus faible à l'ha.

Avec des tracteurs à roues de 30 à 35 CV, le rendement pour des plantations à interlignes de 2 à 3 m est en moyenne de 1 heure 1/2 par hectare.

#### Rouleaux débroussailliers

Nous les avons décrits plus haut au paragraphe « Défrichement ».

Ils peuvent être utilisés pour le désherbage au même titre que pour le défrichement mais il convient de prendre pour le désherbage les modèles les plus légers : des rouleaux de 1/2 tonne à 1 tonne 5 suffisent.

On peut coupler plusieurs rouleaux les uns derrière les autres en décalant leurs axes de travail. Ceci permet de s'adapter facilement aux différentes largeurs des interlignes.

Ces engins sont surtout intéressants dans les secteurs ayant des rejets ligneux car les lames coupantes sectionnent les tiges jusqu'à 5 cm de diamètre. Ils sont sans intérêt dans les sols meubles couverts d'une végétation herbacée normale, car les lames pénètrent profondément dans le sol sans hacher les racines.

#### Houes rotatives.

Les houes rotatives permettent une destruction très poussée des racines des herbes et broussailles. Ceci est particulièrement intéressant dans le cas des herbes à rhizomes dont la puissance de rejet est considérable.

Le seul inconvénient, mais il est grave, est le prix de revient :

D'une part le rendement est peu élevé : 3 heures pour 1 ha en utilisant un tracteur à roues de 30 CV et une houe rotative de 1,30 m de large ;

D'autre part, le coût horaire de ces engins est élevé en raison de leur fragilité et de leur faible durée d'amortissement (1.000 heures seulement).

Le coût à l'ha est finalement plus du double de celui des pulvérisateurs à disques.

#### Faucheuses rotatives.

Ces engins sont également appelés « Débroussaillieuses à axe vertical », « Rotary cutters », « Gyrobroyeurs ». Nous les avons décrits au chapitre défrichement.

Dans les pays tropicaux, il est beaucoup plus fréquent de les utiliser pour le désherbage des plantations plutôt que pour le défrichement des terrains vierges, car leurs caractéristiques ne leur permettent pas de s'attaquer à des brins ligneux dépassant 3 cm de diamètre.



Les deux marques les plus utilisées sont les « Rotary cutters Caldwell » et les « Gyrobroyeurs Gard ».

Ils sectionnent simplement la partie aérienne de la végétation sans toucher le sol. Ceci explique qu'ils n'exigent qu'une assez faible puissance pour leur fonctionnement.

Les modèles courants, avec pales de 1,50 m de diamètre, sont actionnés par des tracteurs à roues de 35 CV.

Leur principal inconvénient est de ne pas détruire les racines des herbes et de rendre ainsi possible une rapide repousse. Un autre inconvénient est que les herbes et broussailles coupées se dessèchent sur place. Avant de se décomposer, elles apportent pendant 1 mois ou 2 un certain risque de feu.

L'avantage est leur bas prix de revient à l'ha, qui est du même ordre que celui des pulvérisateurs à disque.

Le rendement moyen, pour un tracteur à roues de 35 CV équipé d'une faucheuse rotative avec pales de 1,50 m est de 1 heure 1/2 à 2 heures pour 1 ha de plantations avec interlignes de 2,50 m.

#### Rentabilité des désherbages mécaniques par rapport aux désherbages à main

Le désherbage mécanique avec pulvérisateurs à disques et faucheuses rotatives apparaît comme beaucoup plus économique que le désherbage avec houe et machette. Les relevés effectués montrent que cette économie est de l'ordre de 30 à 50 %.

#### PROTECTION CONTRE LES FEUX

La technique est la même que pour la protection d'une forêt naturelle, mais la sensibilité des jeunes plants au feu oblige à apporter un soin tout particulier à leur protection.

Les pare-feux sont ouverts avec les mêmes engins que ceux utilisés pour le défrichage et la construction des routes. On facilite ainsi leur amortissement. On leur adjoint simplement, le cas échéant, des outils spécialisés dans ce travail.

L'angledozer est l'accessoire de tracteur le plus couramment utilisé.

Avec une végétation herbacée parsemée de quelques arbustes, le rendement d'un tracteur à chenilles de 60 CV équipé d'un angledozer est de 2 heures 1/2 pour 1 km de bande décapée de 5 m de large.

L'entretien est effectué par des niveleuses (les mêmes que celles utilisées pour l'entretien des routes, c'est-à-dire, la plupart du temps, des niveleuses de 50 à 80 CV).

Leur utilisation exige que les obstacles laissés dans les bandes : souches, rochers, soient peu nombreux.

#### PROTECTION CONTRE LES INSECTES ET LES CHAMPIGNONS

Cette protection ne donne lieu, actuellement, dans les plantations forestières tropicales, qu'à une mécanisation assez faible portant essentiellement sur la protection des pépinières et des jeunes plantations.

La protection est assurée par épandage de produits insecticides ou fongicides qui se présentent sous forme liquide ou pulvérulente.

Le matériel d'épandage appartient à 3 catégories :

- Matériel porté à dos d'homme
- Matériel porté sur véhicule
- Matériel porté sur avion ou hélicoptère.

Le matériel porté à dos d'homme est actuellement à peu près le seul utilisé dans les plantations forestières tropicales. Son avantage est son prix modique mais il possède un double inconvénient : sa faible puissance, qui limite son utilisation aux pépinières et jeunes plantations, et l'importante main-d'œuvre qu'il requiert pour son utilisation sur de grandes surfaces.

Les produits liquides sont répandus par des pulvérisateurs à pression tandis que les produits pulvérulents sont répandus par des poudreuses à ventilateurs rotatifs.

Les caractéristiques estimées les meilleures pour les pulvérisateurs sont : poids maximum à vide ; 7 à 8 kg — contenance 12 à 15 litres.

Les caractéristiques optimum de poids des poudreuses sont les mêmes que celles des pulvérisateurs : le poids total en pleine charge doit être de l'ordre d'une vingtaine de kg.

Le coût d'utilisation des pulvérisateurs et poudreuses portées est relativement peu élevé ainsi que la main-d'œuvre nécessaire (1/2 homme-jour par ha), mais il faut ajouter à ceci le prix du produit, dont le montant est beaucoup plus élevé que le coût du fonctionnement des appareils (10 à 30 fois plus élevé).

## CALCUL DU PRIX DE REVIENT

Le calcul du prix de revient est à la base de tout contrôle sur l'efficacité et le bon fonctionnement des engins, sous réserve de choisir un mode de calcul donnant des résultats comparables pour tous les pays.

Pour ce calcul, nous distinguerons 2 types d'engins.

- Les tracteurs.
- Les accessoires de tracteurs.

- a) accessoires comportant des parties mobiles.
- b) accessoires ne comportant pas de parties mobiles.

# Prix de revient horaire des tracteurs

Le prix de revient peut théoriquement être calculé d'après l'hectare travaillé, le kilomètre parcouru, ou l'heure de travail. Cette dernière unité de référence est généralement considérée comme étant la plus pratique.

Nous avons utilisé la méthode de calcul élaborée en 1956 à Genève par le Groupe d'études des essais de tracteurs du « Comité mixte FAO/ECE des techniques de travail en forêt ». Cette méthode s'est avérée excellente à l'usage car elle permet, en cas d'insuffisance des relevés sur certains chapitres de dépenses de les remplacer par des chiffres moyens donnant une valeur très proche de la réalité. Nous avons toutefois constaté que certains de ces chiffres moyens devaient être légèrement modifiés pour tenir compte, d'une part des conditions de travail en pays tropicaux, et d'autre part des modalités particulières aux travaux forestiers. Ces modifications concernent les durées d'amortissement du matériel et les taux de consommation en carburant. Nous en parlerons plus loin aux paragraphes correspondants.

## ÉLÉMENTS DE CALCUL

Le décompte du prix de revient horaire d'un tracteur comprend les éléments suivants :

- Amortissement .....
- Intérêt du capital .....
- Frais de garage et frais divers
- Combustible .....
- Lubrifiant .....
- Nettoyage .....
- Réparations .....
- Transport et déplacement .....
- Salaire du conducteur et de l'aide du conducteur .....
- Total .....

Ces éléments se calculent comme suit :

### Amortissement.

On divise le prix d'achat A du tracteur par le nombre H total prévu des heures de fonctionnement

$$\text{Amortissement} = \frac{A}{H}$$

On doit toutefois adopter un calcul différent pour les tracteurs ayant une faible durée d'utilisation annuelle : les tracteurs s'abîment au repos et se démodent ; on ne peut espérer les conserver au-delà d'un certain nombre d'années N.

Si l'évaluation du total annuel j des heures de fonctionnement donne un chiffre inférieur au quotient  $\frac{H}{N}$  on calcule l'amortissement suivant la formule

$$\text{Amortissement} = \frac{A}{N \times j}$$

Il nous faut déterminer à l'avance, approximativement, les chiffres H et N.

Le Comité FAO/ECE a proposé pour ces 2 éléments des valeurs basées sur des statistiques relevées dans des pays tempérés. Ils s'avèrent, à l'expérience, trop élevés pour les pays tropicaux où les conditions climatiques aboutissent à une usure plus rapide du matériel. D'après les chiffres relevés en Afrique tropicale et à Madagascar, nous proposons les chiffres moyens suivants qui correspondent à une diminution d'environ 20 % par rapport aux chiffres FAO/ECE :

	Evaluation du total des heures de fonctionnement de la machine	Longévité économique (durée maximum de la machine en années).
	H	N
Tracteurs semi-diesel à lampe de démarrage.	12.000	12
Tracteurs Diesel à roues ou à chenilles .....	8.000	10
Petits moteurs Diesel de moins de 12 CV ...	6.500	10
Tracteurs à essence ...	5.000	8
Motoculteurs et petits moteurs à essence de moins de 8 CV .....	3.000	8

### Intérêt du capital.

Un tracteur représente un capital qui, s'il était investi dans une banque, rapporterait des intérêts. Il est donc logique d'ajouter ces intérêts au montant des dépenses annuelles.

La valeur de ce capital diminue chaque année, compte tenu des amortissements, et le calcul des intérêts moyens est assez compliqué.

Pour simplifier, on admet d'appliquer le taux bancaire local à la moitié de la valeur du tracteur. Faute de renseignements sur ce taux bancaire, on prendra 6 %. Pour obtenir les intérêts horaires on divise les intérêts annuels par le nombre d'heures d'utilisation annuelle (le nombre normal est de 1.500 heures).

### Frais de garage et frais divers (assurance, impôts, etc...).

Ces frais lorsqu'ils ne peuvent être déterminés de façon précise, sont considérés comme représentant chaque année en moyenne 5 % du prix d'achat du tracteur.

Le chiffre horaire est obtenu en divisant par le nombre d'heures d'utilisation annuelle (le nombre normal est de 1.500 heures).

### Combustible.

La consommation de combustible est un élément très important à relever. Elle doit être régulièrement inscrite sur le carnet de bord du tracteur.

Dans le cas cependant où ce chiffre n'aurait pas été relevé, on peut adopter un chiffre moyen.

Pour les tracteurs Diesel, la consommation à pleine puissance est d'environ 230 gr par cheval heure, mais un tracteur ne travaille jamais de façon continue à sa pleine puissance ; il ralentit parfois, change de vitesse, effectue diverses manœuvres avec l'outil de travail hors du sol. Or, la consommation d'un moteur Diesel varie en proportion du travail qu'il fournit. Nous devons donc prendre un pourcentage de 230 gr, variable suivant les types de travaux. D'après les relevés que nous avons effectués, nous pensons que l'on peut adopter les chiffres moyens suivants :

70 % pour les travaux de labour et sous-solage

60 % pour les travaux d'entretien (désherbage)

55 % pour les travaux de terrassement (construction de routes, de digues, etc.)

40 % pour les travaux de défrichement en forêt.

Pour obtenir ensuite la consommation en litres et la dépense horaire, on admet que 1 kg de carburant Diesel = 1,2 litre environ.

Pour les tracteurs et moteurs à essence, la consommation en combustible varie plus faiblement en fonction du travail demandé. Il n'est par ailleurs pas possible d'adopter une consommation moyenne par cheval-heure valable pour l'ensemble des moteurs à essence. Faute de relevé réel, on adopte normalement le chiffre de consommation indiqué par le constructeur.

### Lubrifiant.

Le relevé de la consommation de lubrifiant doit être fait sur le carnet de bord dans les mêmes conditions que pour le combustible.

Dans le cas où les chiffres n'auraient pas été relevés, on peut admettre que la dépense totale en lubrifiant (huiles et graisses de toutes catégories) correspond en moyenne, pour les tracteurs Diesel, à 20 % des dépenses de combustible.

### Nettoyage.

Les dépenses de ce paragraphe sont difficiles à évaluer : elles correspondent à des dépenses de

matériel : chiffons, éponge, peinture, produits divers, et à des dépenses de main-d'œuvre. Le Comité FAO/ECE a admis le chiffre moyen de 15 % du salaire du conducteur.

### Réparations.

Le Comité FAO/ECE a cherché un lien entre le coût moyen horaire des réparations et la valeur de l'amortissement. Il fournit les chiffres suivants :

	Rapport : frai s de réparations frai s d'amortissement
Tracteur semi-diesel .....	0,8
Tracteurs à roues ou à chenilles de plus de 30 CV .....	0,9
Tracteurs diesel de moins de 28 CV : à roues .....	0,9
à chenilles .....	1
Petits moteurs à explosion ...	0,8
Tracteurs diesel de 8 à 12 CV .	1,0
Petites machines munies d'un moteur de 5 à 10 CV .....	1,0

Les frais de réparation apparaissent en valeur absolue plus élevés dans les pays tropicaux, mais la durée des engins est également plus courte et nous avons admis dans un paragraphe précédent qu'il était nécessaire d'augmenter les frais d'amortissement d'environ 20 % par rapport au chiffre FAO/ECE. En se basant sur ce nouveau taux d'amortissement, il apparaît que les rapports du tableau ci-dessus restent valables pour les travaux forestiers en pays tropicaux.

### Transport et déplacement.

On admet que, dans un Centre bien organisé, le coût du transport des engins doit correspondre en moyenne à 10 % de l'amortissement.

### Salaire du conducteur et de l'aide-conducteur.

On tient compte, non seulement du salaire proprement dit, mais aussi de toutes les charges annexes : sécurité sociale, suppléments familiaux, logement et avantages en nature, etc...

Le coût horaire est obtenu en divisant ce total par le nombre d'heures-compteur de tracteur, effectuées par an (chiffre normal : 1.500 heures).

## Prix de revient horaire des accessoires de tracteurs

### A) Accessoires comportant des parties mobiles :

Ce sont les engins où les pièces travaillantes sont actionnées par la prise de force du tracteur.

Le prix de revient comporte les mêmes éléments que pour les tracteurs, si ce n'est que les postes « salaire du conducteur » et « combustible » doivent être supprimés. Le calcul comporte donc :

amortissement  
 intérêt du capital  
 frais de garage  
 lubrifiant  
 nettoyage  
 réparations  
 transport et déplacement.

L'intérêt du capital, les frais de garage, les transports et déplacements, sont calculés suivant les mêmes principes que pour les tracteurs.

**B) Accessoires ne comportant pas de parties mobiles.**

Il serait logique de lier le prix de revient à la surface travaillée plutôt qu'à l'heure de travail. Les formules adoptées par les Services agricoles français sont basées sur ce principe, mais elles donnent des résultats aberrants pour les travaux forestiers Outre-Mer en raison des durées d'amortissement

trop élevées. Il apparaît difficile d'adopter une longévité supérieure à 10 ans car les engins se rouillent, même s'il sont peu utilisés, et se démodent, ce qui les empêche de s'adapter aux nouveaux modèles de tracteurs.

Il nous est apparu finalement plus pratique de calculer leur prix de revient à l'heure d'utilisation et de lier leur existence à celle des tracteurs pour lesquels ils ont été achetés, en adoptant les mêmes durées d'amortissement et les mêmes principes de calcul.

Les éléments de calcul seront :

Amortissement  
 Intérêt du capital  
 Frais de garage  
 Entretien et nettoyage  
 Réparations  
 Transport et déplacement.

## Relevé des éléments du prix de revient

Pour relever les renseignements permettant d'effectuer le calcul ci-dessus, on doit tenir à jour les registres et fichiers suivants :

- 1 carnet de bord pour chaque tracteur
- 1 registre général des engins du Centre.

**1°) Carnet de bord.**

La tenue du carnet de bord exige que soit adapté au tracteur un **compteur horaire** permettant d'enregistrer les heures effectives de travail du tracteur.

Le carnet de bord doit permettre de noter les éléments suivants :

- Nom du conducteur,
- Travaux effectués :

a) types de travaux : (Défrichage, labour, sous solage, pulvérisage, désherbage, route et terrassement, divers).

b) importance des travaux (nombre d'hectares ou de kilomètres réalisés).

— Consommation en carburant (dates et quantités de carburant délivrées).

--- Consommation en lubrifiant (dates et quantités de lubrifiant délivrées).

--- Entretien : dates des entretiens périodiques, énoncé des entretiens effectués.

— Réparations : dates des réparations effectuées durée d'immobilisation

description sommaire des réparations  
 coût de ces réparations

**2°) Registre général des engins du Centre.**

Ce registre doit comporter, pour chaque engin, un groupe de 3 à 4 pages repérées par un index.

Les renseignements suivants doivent y être portés :

— Date et prix d'achat du tracteur et des accessoires qui lui sont liés : bulldozer, barre porte-outils, outils portés.

— Lieu d'affectation et relevé annuel des travaux effectués.

— Nombre d'heures de travail effectuées chaque année.

— Relevé général des dépenses annuelles (réparations, transport, carburant, lubrifiant).

a) du tracteur

b) des accessoires.

--- Remarques sur le fonctionnement de l'engin et sur son rendement avec les différents types d'outils et d'accessoires.

Les outils qui ne sont pas liés à un tracteur mais peuvent fonctionner avec plusieurs d'entre eux : charrues traînées, sous soleuses traînées, etc... sont inscrits séparément comme engins indépendants.

# ORGANISATION GÉNÉRALE DES CENTRES MÉCANISÉS

## Emplacement.

La proximité d'un Centre urbain important, accessible en moins d'une demi-journée de voiture représente toujours un énorme avantage pour les centres mécanisés puisqu'il permet l'obtention rapide de pièces détachées, l'exécution des réparations délicates, et le remplacement facile du personnel mécanicien démissionnaire.

Cette notion doit toujours être prise en considération lors de l'établissement de projets du Centre, sous réserve bien entendu que les exigences économiques et sylvicoles soient également respectées.

Il est indispensable que le Centre soit relié au réseau routier du pays par une route accessible en toutes saisons.

## Superficie minimum.

Les tracteurs ne sont rentables que s'ils peuvent travailler un nombre minimum d'heures dans l'année. Le chiffre normal est 1.500 heures et le minimum acceptable 1.200 heures.

De plus, il est anormal de faire travailler des tracteurs isolément dans un secteur. On aboutit ainsi en cas de pannes ou révision de l'engin à une immobilisation complète du personnel du chantier. Un deuxième tracteur permet, en cas d'indisponibilité du premier, de concentrer sur lui la totalité du personnel par roulement des équipes.

La superficie minimum à envisager par chaque chantier mécanisé doit donc correspondre à un travail minimum annuel de 2.400 heures compteur de tracteur (et même, de préférence, 3.000 heures).

## Répartition du matériel sur le terrain.

Nous avons indiqué au paragraphe précédent qu'une superficie minimum était nécessaire pour permettre à deux tracteurs de travailler ensemble.

En sens inverse il nous est apparu que pour les Centres mécanisés très importants nécessitant de nombreux tracteurs, il y avait une limite supérieure à la concentration du matériel. Au delà de cette limite, les surfaces réalisées annuellement sont telles que l'on doit :

soit déplacer chaque année le P. C. du Centre, soit perdre chaque jour beaucoup de temps et d'argent à transporter le personnel à son lieu de travail.

La concentration optimum correspond finalement à un effectif de 2 ou 3 tracteurs (de préférence de même type).

Au delà, le Centre doit se scinder en plusieurs chantiers secondaires possédant chacun une certaine autonomie de fonctionnement.

## Réparations.

L'organisation des réparations pose un problème complexe, notamment lorsqu'il s'agit d'un Centre important, éloigné de toute ville, et scindé, du fait de son importance, en plusieurs chantiers. Nous examinerons ce cas en premier.

### CENTRE IMPORTANT :

L'importance du Centre permet d'amortir un atelier bien équipé, permettant d'effectuer les révisions générales et la presque totalité des réparations des divers engins. Il permet également d'avoir un stock très fourni de pièces détachées.

Les engins se trouvent répartis dans des chantiers situés parfois à d'assez grandes distances de la Station Centrale. Il ne serait pas économique de faire revenir les engins à la Station Centrale pour les petites réparations courantes. Ceci nous oblige à scinder les réparations en 3 échelons : 2 échelons fixes et 1 échelon mobile :

1 Atelier Central chargé des révisions générales et des grosses réparations ;

1 petit Atelier dans chaque chantier pour l'entretien courant et les petites réparations ;

1 petite remorque atelier pour les démontages et réparations sur le terrain.

### CENTRE DE FAIBLE OU MOYENNE IMPORTANCE.

Pour un Centre de faible ou moyenne importance, nous n'aurons qu'un seul échelon fixe (atelier central) et un échelon mobile (petite remorque, atelier).

# PRIX DE REVIENT DES PLANTATIONS MÉCANISÉES

Le prix de revient peut être décomposé en 3 éléments :

— **Dépenses du secteur mécanisé** : somme des dépenses horaires des différents engins (calculé d'après la méthode décrite plus haut).

— **Dépenses du secteur non mécanisé** : salaire du personnel chargé des travaux purement manuels.

— **Frais généraux** :

a) solde et accessoire de solde du personnel administratif et d'encadrement ;

b) dépenses des véhicules de liaison et de transport ;

c) amortissement des bâtiments.

Les Frais Généraux sont extrêmement variables suivant les Centres. D'après l'enquête, il semble qu'on puisse les fixer d'après une moyenne assez imprécise, à environ 50 % du total « Secteur mécanisé » plus « secteur non mécanisé ».

Les prix de revient globaux relevés en Afrique tropicale et Madagascar oscillent entre les extrêmes de

13.000 et 82.000 Fr CFA par ha (valeur 1957-58).

Ces prix comportent la totalité des frais de création d'une plantation (frais généraux compris) ainsi que son entretien jusqu'à l'époque où les désherbages deviennent inutiles (en moyenne 3 à 6 ans après la plantation, lorsque les cimes des jeunes plants se rejoignent).

L'écart important entre les prix extrêmes, dû à la différence des conditions locales et des techniques de plantations, montre les difficultés que l'on peut avoir à effectuer des comparaisons, notamment avec le coût des plantations faites à la main, ceci d'autant plus que les caractéristiques des travaux varient suivant qu'ils sont faits à la main ou mécaniquement.

Un bilan comparatif n'est valable que pour chaque cas particulier et encore doit-on se limiter à l'étude d'un travail bien déterminé : défrichage, labour, désherbage, etc.

Certaines idées générales (concernant les seuls

pays tropicaux) se dégagent toutefois dès maintenant, notamment :

— La mécanisation apparaît difficilement rentable au-dessous d'un chiffre minimum de 200 hectares de plantations par an ;

— A partir du minimum ci-dessus, certains travaux mécanisés représentent toujours une nette économie par rapport aux travaux similaires faits à la main :

labour avec défricheuses lourdes à disques  
désherbage des plantations avec pulvérisuses à disques et faucheuses rotatives.

crochetage du sol avec cultivateur à dents flexibles (Les 3 catégories de travaux ci-dessus représentent une économie de 30 à 50 %).

arrosage mécanique des pépinières (économie croissante à partir d'une production minimum de 50.000 plants par an).

— Dans d'autres catégories de travaux, tel que le creusement des trous de plantation, la mécanisation n'apporte aucune diminution du prix de revient mais correspond à une diminution de la main-d'œuvre nécessaire.

En définitive, la mécanisation des plantations forestières en pays tropicaux constitue dès maintenant une opération rentable pour les travaux effectués sur de grandes superficies. Il apparaît certain qu'une marge bénéficiaire encore plus nette pourra être apportée au cours des prochaines années par une amélioration dans le choix et le fonctionnement des engins.

