

Techniques

# La motorisation dans les cultures tropicales

Ouvrage coordonné par Roland Pirot



CIRAD



**La motorisation  
dans les cultures tropicales**



Techniques

# La motorisation dans les cultures tropicales

Ouvrage coordonné par Roland Pirot

CIRAD

Cet ouvrage a été réalisé par le Cirad à la demande et sur financement du ministère de la coopération. Le Cta a apporté son appui financier à la diffusion.

Le Cirad, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, est un organisme scientifique spécialisé en agriculture des régions tropicales et subtropicales. Sous la forme d'un établissement public, il est né en 1984 de la fusion d'instituts de recherche en sciences agronomiques, vétérinaires, forestières et agroalimentaires des régions chaudes.

Sa mission : contribuer au développement de ces régions par des recherches, des réalisations expérimentales, la formation, l'information scientifique et technique. Il emploie 1 800 personnes, dont 900 cadres, qui interviennent dans une cinquantaine de pays. Son budget s'élève à près de 1 milliard de francs, dont plus de la moitié provient de fonds publics.

Le Cirad travaille dans ses propres centres de recherche, au sein de structures nationales de recherche agronomique des pays partenaires, ou en appui à des opérations de développement.

Le Cta, Centre technique de coopération agricole et rurale, a été créé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé entre l'Union européenne et les Etats du groupe Acp (Afrique, Caraïbes, Pacifique).

Le Cta a pour mission de développer et de fournir des services qui améliorent l'accès des pays Acp à l'information pour le développement agricole et rural, et de renforcer les capacités de ces pays à produire, acquérir, échanger et exploiter l'information dans ce domaine. Les programmes du Cta sont articulés sur trois axes principaux : le renforcement des capacités des pays Acp en information, l'encouragement des échanges entre les partenaires du centre et la fourniture d'informations sur demande.

Cta, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas.

Maître d'oeuvre : ministère de la coopération

Réalisation : Cirad-tera

Comité de pilotage : Robert Bonnefond, Dominique Gourdon, Alain Grière, Roland Pirot

Coordination : Roland Pirot

#### RÉDACTION

Cirad : Alain Caumont, Jean-Cyril Dagallier, Michel Havard, Jean-Claude Lassaux, Gérard Le Thiec, Roland Pirot, Bernard Siegmund

Consultant : Edmond Brepson

Avec la participation de spécialistes du Cirad : J. Arrivets, B. Aubert, J.P. Aubin, M. Barel, M. Cretenet, H. De Bon, J. Godefroy, P. Jadin, J. Larcher, P. Petithuguenin, P. Quencez, G. Roberges, F. Rognon, A. Rouzieres, R. Schilling

#### COMITÉ DE LECTURE

Edmond Brepson, Dominique Gourdon, Alain Grière, Michel Havard, Marc Le Moigne, Gérard Le Thiec, Roland Pirot

#### EDITION

Coordination : Christine Rawski

Saisie : Laurence Bonidan

Révision et corrections : Laurence Bonidan, Elisabeth Bonin, Mireille Conti, Michelle Montmoulinex, Christine Rawski

Illustrations : Jean-Luc Mazot

Photo de couverture : traitement du paddy au Sénégal avec une batteuse à moteur, Michel Havard

Mise en pages : Flash Editor

Impression : Cirad





# Sommaire

Abstract	10
Avant-propos	11
Introduction	13
Choisir sa motorisation	19
Le riz	43
Ecologie 44, les systèmes de culture 46, la motorisation de la riziculture sans submersion 48, la petite motorisation en riziculture irriguée 56, la motorisation conventionnelle en culture irriguée 65, la riziculture partiellement motorisée 71, le séchage et la transformation 72	
Le maïs	77
Ecologie 78, les systèmes de culture 79, la mise en place et l'entretien de la culture 80, la récolte, le séchage, le stockage et le battage 85, la transformation 89	
Le mil	91
Ecologie 92, les systèmes de culture 92, le semis 93, la récolte, le battage et le stockage 94, la transformation 97	
Le sorgho	99
Ecologie 100, les systèmes de culture 101, la mise en place de la culture 102, la récolte, le battage et le stockage 104	
Le manioc	107
Ecologie 108, les systèmes de culture 108, la mécanisation des opérations culturales 109, la récolte 113, la transformation 116	
L'igname	123
Ecologie 124, les systèmes de culture 125, la mécanisation des opérations culturales 125, la récolte 127	

<b>Les cultures légumières</b>	<b>131</b>
Qu'est-ce qu'un produit légumier ? 131, la production légumière 132, les espèces introduites et leur adaptation 133, le maraîchage pluvial 134, le maraîchage irrigué en zone rurale 143, le maraîchage urbain et périurbain 155	
<b>L'arachide</b>	<b>167</b>
Ecologie 168, les systèmes de culture 169, la mécanisation des opérations culturales 170, la récolte 177, la transformation 186	
<b>Le soja</b>	<b>189</b>
Ecologie 191, les systèmes de culture 191, la mécanisation des opérations culturales 192, la récolte 195	
<b>Le palmier à huile</b>	<b>197</b>
La plante et son exploitation 198, la multiplication et la production de matériel végétal 198, la mécanisation des opérations culturales 200, la récolte 206, la transformation 208	
<b>Le cocotier</b>	<b>209</b>
Les produits du cocotier 210, la plante et son exploitation 210, les unités et les systèmes de production 211, la production de plants 211, la mécanisation des opérations culturales 212, la récolte 214	
<b>Les agrumes</b>	<b>217</b>
Ecologie 218, les systèmes de plantation 219, l'aménagement des plantations 219, la plantation 220, l'irrigation 221, l'entretien des plantations 222, la récolte 224	
<b>Le bananier</b>	<b>229</b>
Ecologie 230, la mise en place de la bananeraie 230, la plantation 233, l'entretien des plantations 235, la récolte 237	
<b>L'ananas</b>	<b>239</b>
Ecologie 240, les systèmes de culture 240, l'aménagement des terres pour la plantation 241, la mécanisation des opérations culturales 243, l'irrigation 247, la récolte 248	

Le caféier	251
Les zones de production 251, écologie 252, les systèmes de culture 253, la mécanisation des opérations culturales 254, la récolte 259, le traitement post-récolte 261	
Le cacaoyer	267
Ecologie 268, la mécanisation des opérations culturales 268, la récolte 269, le traitement des graines 270	
Le théier	273
Ecologie 274, les systèmes de culture 274, la mécanisation des opérations culturales 274, la récolte 276	
Les cultures fourragères et l'alimentation des ruminants	279
Les zones et les systèmes d'élevage 279, les systèmes pastoraux de parcours 280, le <i>ranching</i> 282, les systèmes d'agriculture-élevage 283	
Le cotonnier	293
Ecologie 294, les systèmes de culture 295, la mécanisation des opérations culturales 296, la récolte 304, le transport du coton-graine 309	
La canne à sucre	311
La production de sucre de canne 312, écologie 312, les systèmes de production 313, les aménagements pour la motorisation et l'irrigation 316, la mécanisation des opérations culturales 319, la récolte 326	
Références bibliographiques	341

# **Abstract**

This manual is a guide for development agents, students, teachers and researchers in the field of tropical agriculture, and for all those who must advise users, lead meetings and make decisions on the choice and use of mechanisation. It discusses the specific dimension of mechanisation used in tropical farming. It briefly goes over the technical characteristics of the equipment and emphasises the range of possible choices in terms of crop techniques and the interaction between mechanisation and crop practices. Such choices depend on pedoclimatic and socio-economic conditions, on machine capacity, on the availability of techniques and on the sought after results. The main tropical crops are analysed, with emphasis on the restrictions involved in mechanisation in each case.

## Avant-propos

Ce manuel a été rédigé par le Cirad à la demande du ministère de la coopération. Il aborde la motorisation spécifique des principales cultures tropicales d'Afrique subsaharienne en tenant compte des conditions de son utilisation. Il constitue aussi une mise à jour de l'ancien *Manuel de motorisation des cultures tropicales* édité en 1978.

L'ancien manuel, présenté en deux tomes, s'adressait aux ingénieurs et techniciens des Etats francophones d'Afrique tropicale et de Madagascar qui étudiaient ou mettaient en œuvre des programmes de motorisation. L'objectif était de mettre à leur disposition un ouvrage de référence pour le choix et la gestion des matériels. Dans ce contexte, la présentation technique des cellules motrices et des matériels spécifiques était primordiale ; l'entretien de ces équipements et les aspects économiques liés à leur utilisation faisaient l'objet des derniers chapitres.

Dans ce nouvel ouvrage, outre une présentation simplifiée des caractéristiques techniques, l'accent est mis sur la diversité des choix possibles en matière de façons culturales et sur les interactions entre motorisation et pratique culturale. Les choix ne sont pas limités à un seul type de mécanisation. Le plus souvent, c'est un compromis et une association entre traction animale et motorisation. Cette diversité est fonction des conditions d'utilisation, des capacités des équipements, des disponibilités techniques et des résultats recherchés. Les grands types de cultures sont analysés, en insistant sur les contraintes propres à la mise en œuvre de la motorisation dans chaque cas.

Les thèmes non spécifiques aux cultures tropicales n'ont pas été repris dans ce nouveau manuel. En effet, ils sont largement traités dans d'autres documents du ministère de la coopération, du Cemagref et d'autres organismes français.

Ce document est un guide à la disposition des agents du développement, des étudiants, des enseignants et des chercheurs en agriculture tropicale. Il doit leur permettre de définir et de conseiller les utilisateurs, d'animer des réunions et de raisonner le choix et l'utilisation de la motorisation.



# Introduction

La motorisation agricole englobe tout ce qui concerne l'emploi des moteurs pour effectuer les travaux agricoles :

- les tracteurs avec leurs équipements et les automoteurs ;
- les motoculteurs et autres engins spécialisés ;
- les moteurs pour entraîner les machines utilisées à poste fixe, ou portées à dos d'homme.

## Les équipements agricoles

En 1994, plus de 80 % des 26 millions de tracteurs agricoles sont utilisés en Amérique du Nord, en Europe et en Asie (tableau 1). L'Afrique et l'Amérique du Sud n'en comptent que 1,7 million (6 %).

**Tableau 1.** Evolution des effectifs mondiaux de tracteurs.

Milliers de tracteurs	1974-1976	1980	1985	1990	1994
Total mondial	18 768	21 742	24 504	26 562	25 945
Europe	7 198	8 465	9 374	10 398	10 150
Amérique du Nord	5 936	5 621	5 600	5 814	5 800
Asie	1 895	3 550	4 657	5 614	5 811
Ex-Urss	2 333	2 562	2 798	2 666	2 023
Amérique du Sud	575	660	1 156	1 125	1 220
Afrique	402	455	509	545	540
Océanie	429	429	410	400	401

Source : FAO Yearbook, 1975 vol 29, 1980 vol 34, 1985 vol 39, 1990 vol 44, 1995 vol 49.

En Afrique, les tracteurs, à 2 ou 4 roues motrices, sont essentiellement des modèles standards importés, parfois assemblés, mais rarement conçus localement. Leur nombre a plus que doublé en Afrique du Nord en 20 ans. Leurs effectifs augmentent peu en Afrique subsaharienne, et diminuent en Afrique du Sud (tableau 2).

**Tableau 2.** Evolution des effectifs de tracteurs en Afrique

Milliers de tracteurs	1975	1980	1985	1990	1994
Total Afrique	402	455	509	545	540
Afrique du Nord	118	152	191	246	280
Afrique du Sud	177	180	184	168	130
Afrique subsaharienne	107	123	134	131	130

Source : FAO Yearbook, 1975 vol 29, 1980 vol 34, 1985 vol 39, 1990 vol 44, 1995 vol 49.

Les tracteurs dits de motorisation intermédiaire de faible puissance (25 à 30 ch) sont peu répandus. Environ 1 400 unités sont utilisées essentiellement en Côte d'Ivoire, au Burkina, au Cameroun et au Mali.

Les machines de récolte automotrices utilisées en Afrique sont principalement des moissonneuses-batteuses (40 000 unités en 1994), dont 90 % sont utilisées en Afrique du Nord et en Afrique du Sud.

Les motoculteurs, peu utilisés dans les pays africains, ne sont pas pris en compte dans cette série de statistiques. Par contre, l'emploi de moteurs sur des machines utilisées à poste fixe, ou portées à dos d'homme, est très développé. Leur utilisation est facilitée par la diffusion de cellules autonomes, compactes et légères, faciles à déplacer tant pour les travaux au champ (irrigation, traitement), qu'en bordure de champ après la récolte (battage, triage, vannage, broyage...). Le nombre de moteurs ainsi utilisés est nettement supérieur au nombre de tracteurs. A titre d'exemple, au Sénégal, il y a environ 500 tracteurs et plus de 5 000 moteurs utilisés à poste fixe pour le pompage, le battage, le décorticage et la mouture.

## La motorisation des cultures tropicales

En agriculture, le concept de motorisation agricole dépasse le cadre strict de l'emploi des tracteurs et autres machines automotrices pour s'appliquer à tout ce qui touche à l'utilisation des moteurs comme source d'énergie pour réaliser les différents travaux. En Afrique subsaharienne, la motorisation concerne, à des degrés variables, les travaux de défrichement et d'aménagement des terres, les travaux culturaux, de récolte, de post-récolte, les apports en eau, en éléments fertilisants et en produits de traitement, et les transports. Ce manuel ne traite pas du défrichement, de l'aménagement des terres ni du pompage, mais de la motorisation des opérations culturales.



Les travaux motorisés de défrichage et d'aménagement des terres sont en général réalisés par des entreprises utilisant des matériels de travaux publics non spécifiques des types de culture. Il en est de même pour le pompage et l'irrigation. Pour ces travaux, il existe des documents spécialisés précisant les conditions d'utilisation en zone intertropicale et les types d'équipement préconisés en fonction des résultats recherchés. Selon la Banque mondiale (1987), les opérations culturales peuvent être groupées en deux catégories : les opérations à forte intensité d'énergie exigeant de la puissance, comme le broyage, la mouture, le transport, les préparations du sol et le battage, et les opérations à forte technicité et faisant davantage appel au jugement de l'homme comme le semis, le désherbage, le contrôle phytosanitaire, le vannage et la récolte de produits fragiles comme les fruits. Des raisons économiques expliquent la tendance à motoriser en premier lieu les opérations les plus pénibles, exigeant de fortes puissances. Par contre, lorsque le degré de technicité de l'opération est élevée, les machines sont complexes, chères et à faible polyvalence. Leur emploi ne peut se justifier que pour réduire un coût de main-d'œuvre important. La motorisation des opérations culturales s'est développée après la fin de la seconde guerre mondiale grâce aux interventions de projets, de structures publiques et parapubliques, de fermes d'Etat, et de complexes agro-industriels. Les projets et les structures étatiques ont subi de nombreux revers techniques et économiques, mais ont continué jusque dans les années 80, dans bon nombre de pays, à réaliser des travaux pour leur compte ou pour celui des agriculteurs. Depuis une dizaine d'années, avec la politique d'ajustement structurel et le désengagement des Etats, la motorisation a été reprise par des entrepreneurs fournissant des prestations de service et par des producteurs pour leurs exploitations, mais sans entraîner une évolution sensible du parc (tableau 3).

**Tableau 3.** Pays d'Afrique subsaharienne comportant plus de 2 000 tracteurs.

	1975	1980	1985	1990	1994
Zimbabwe	19 000	20 500	20 300	20 400	19 500
Kenya	6 063	6 600	7 000	14 000	14 000
Nigeria	7 500	8 800	10 300	11 500	11 900
Angola	9 267	10 400	10 250	10 290	10 300
Soudan	8 767	11 600	18 000	9 182	10 500
Tanzanie	18 100	18 720	18 550	6 800	6 600
Botswana	1 850	2 200	2 155	5 900	6 000
Zambie	4 100	4 650	4 380	5 900	6 000
Mozambique	5 483	5 820	5 750	5 750	5 750
Ouganda	1 710	2 200	3 650	4 500	4 700
Ghana	3 183	3 550	3 750	4 000	4 100
Namibie	2 300	2 600	2 800	3 050	3 150
Ethiopie	3 600	4 150	3 900	3 900	3 000
Côte d'Ivoire	2 133	3 200	3 300	3 550	3 700
Swaziland	2 094	2 710	3 800	3 530	4 040
Madagascar	2 400	2 680	2 780	2 890	2 920
Zaire	1 400	2 000	2 250	2 400	2 400

Source : FAO Yearbook, 1975 vol 29, 1980 vol 34, 1985 vol 39, 1990 vol 44, 1995 vol 49.

En culture tropicale, la motorisation concerne principalement le travail du sol. Les autres façons culturales sont réalisées manuellement et en traction animale. La combinaison d'opérations mécanisées et manuelles, ainsi que l'utilisation à poste fixe de quelques matériels spécifiques comme les batteuses à mil, les égrenoirs à maïs ou les décortiqueurs à riz, est originale.

Après la récolte, les produits subissent une ou plusieurs transformations : décortilage, broyage, égrenage... Dans ce domaine, les installations industrielles traitent surtout les produits destinés à l'exportation. Les unités artisanales ou semi-industrielles sont beaucoup mieux adaptées aux besoins des marchés locaux.



## Les besoins des structures de conseil et d'information

Dans les structures gérant des unités de matériels motorisés, les tâches des responsables chargés de la mécanisation étaient auparavant très techniques : organisation de la maintenance et des chantiers, choix des matériels. Les aspects économiques étaient rarement traités. Ces structures ont disparu progressivement. Des entrepreneurs de travaux agricoles, des producteurs et des organisations paysannes deviennent aujourd'hui les principaux utilisateurs de la motorisation.

Sur des exploitations de taille et de structure très diverses, la tâche principale des responsables de la mécanisation devient le conseil, aussi bien sur le choix des équipements que sur les modes d'intervention et de gestion. Il est nécessaire de connaître les effets des travaux mécanisés dans des conditions diverses d'utilisation. Un document descriptif sur les caractéristiques techniques et les performances des matériels adaptés à chaque type d'opération culturale est utile, mais n'est pas suffisant pour le conseil aux utilisateurs. Il faut également prendre en compte les successions d'opérations culturales, en fonction des cultures pratiquées dans des conditions de travail données, pour lesquelles une ou des machines sont les plus appropriées. Ce ne sont pas les conditions idéales de travail pour une machine donnée qui sont recherchées, ce qui serait une situation utopique. Le présent document constitue donc une base de réflexion et une source d'informations pour répondre aux besoins des services de mécanisation de l'agriculture dans les zones tropicales et plus particulièrement dans les pays d'Afrique et à Madagascar.

## La démarche suivie

Dans les pays du Sud, l'acquisition de chaînes motorisées complètes est souvent hors de portée technique et financière des agriculteurs. Le travail à l'entreprise ou en coopérative permet aux exploitations de petite taille d'y avoir accès, au moins pour les tâches les plus pénibles. L'étude des besoins de mécanisation d'un acquéreur est le point de convergence vers lequel s'oriente la réflexion. Pour ce faire, plusieurs niveaux sont pris en compte : les utilisateurs, les machines et les cultures. Il est nécessaire de préciser dans un premier temps les conditions générales pour que le recours à la motorisation soit intéressant. Pour cela, la prise en compte de l'environnement technico-économique des équipements disponibles et de la compétence des utilisateurs est indispensable. Il faut aussi s'informer des mesures précises en matière de politique agricole sur les équipements et les produits, des moyens et infrastructures d'entretien et de maintenance permettant l'utilisation et la reproductibilité de cette motorisation, et enfin des programmes de formation. Le suivi et l'évaluation des solutions retenues font partie des tâches importantes de ces services. Ils leur permettent d'enrichir leur expérience et d'accumuler des références utiles pour améliorer l'efficacité du conseil.

Pour l'aide au choix de matériels standards utilisables sur de nombreuses cultures, comme les tracteurs, les matériels de travail du sol, les matériels de semis et de récolte des céréales, on renverra à des documents spécialisés signalés en bibliographie. Pour le matériel plus spécifique, il est nécessaire d'évaluer l'intérêt de motoriser. Techniquement, les solutions peuvent être nombreuses, mais celles retenues doivent garantir la rentabilité.

Pour certaines céréales irriguées (riz, maïs) et les cultures maraîchères, des chaînes spécifiques ont été développées pour répondre à la diversité des systèmes de culture existants. Il nous a paru plus logique, pour ces cultures, de faire une présentation selon les systèmes représentatifs pour lesquels des solutions de mécanisation particulières existent, plutôt que de faire des présentations par opération culturale. Pour les autres cultures, les possibilités raisonnables de motorisation sont plus réduites et souvent plus délicates à rentabiliser. La présentation des matériels par opération culturale est alors satisfaisante. La canne à sucre, cultivée principalement sur des périmètres agro-industriels en Afrique subsaharienne, justifie la description de chaînes motorisées. Pour certaines cultures annuelles (coton, arachide, soja), la motorisation touche surtout les opérations de travail du sol. Son extension à d'autres travaux, en particulier la récolte, entraînera des modifications importantes de choix variétal et d'organisation des chantiers. En ce qui concerne les autres cultures pérennes ou annuelles, les développements sont très inégaux pour des problèmes de rentabilité, mais aussi par manque de matériels motorisés adaptés.

