

La mécanisation de la culture du manioc

Roland Pirot*

Introduction

Originaire d'Amérique du Sud, le manioc est une des plantes vivrières les plus importantes de la zone tropicale. Il est cultivé en Amérique latine, en Afrique et en Asie et est utilisé pour l'alimentation humaine et animale (surtout à l'exportation). Contrairement à l'Asie et l'Amérique du Sud, où des progrès de productivité ont été réalisés, les rendements sont faibles et augmentent peu en Afrique.

Le manioc est, presque partout dans le monde, cultivé selon des techniques traditionnelles sommaires, manuelles, souvent itinérantes avec peu ou pas d'intrants monétaires.

Il faut attribuer cette situation à la rusticité et aux faibles exigences du manioc. Le surcroît de dépense monétaire ou de travail se justifie difficilement compte tenu de la faible augmentation de rendement obtenu.

La mécanisation s'est surtout développée sur des complexes agro-industriels tropicaux dans les années 1960-90, pour des opérations consommatrices d'énergie (travail du sol, récolte) ou de main-d'oeuvre (plantation). Aujourd'hui, elle est surtout présente en Amérique du Sud. Les exploitations avaient comme objectifs de production, de transformer des produits pour l'alimentation animale ou plus rarement l'alimentation humaine. Les contraintes de récolte étaient différentes de celles des productions de manioc pour la consommation en frais.

* CIRAD-SAR, B.P. 5035,
34032 Montpellier Cedex 1
France

	Rendements en kg/ha	Production en milliers de tonnes
Monde	10 084	163 776
Afrique	8 378	82 776
Amérique latine	12 521	31 450
Asie	13 306	48 358

Source : FAO

Tableau 1 - Zones de production - Année 1995

Des expériences d'introduction de matériels motorisés dans des systèmes de production paysannale, à base de manioc ont été menées au Congo (Bordet, 1989). Le bilan a souvent été négatif pour diverses raisons :

- mauvaise tenue mécanique des appareils utilisés,
- absence de rentabilité du système de production,
- surtout, impossibilité de reproduction de la fertilité.

D'autres expériences de production paysannale associées, cette fois, à celles de complexes agro-industriels ont montré l'intérêt de ce type de montage. Les systèmes paysans bénéficient de la technicité et des débouchés du complexe, la rentabilité de l'opération est alors acceptable (Piro, 1990). Cependant, le problème du maintien du niveau de fertilité reste posé. Les solutions doivent être mises au point par le complexe pour pouvoir être transposées dans le milieu villageois. Les expériences développées au Congo n'ont pas perduré assez longtemps pour pouvoir donner une réponse à cette question. Les expérimentations mises en place laissent pourtant présager une solution positive.

Ce problème du maintien de la fertilité dépasse le cadre de cet article et se pose à chaque fois que l'agriculture de ces régions, plutôt défavorisées, veut passer du niveau auto-consommateur à celui de producteur commercial.

La mécanisation des opérations culturales

Les opérations culturales sont normalement indépendantes les unes des autres. Cependant, certaines opérations ont intérêt à être corrélées, ainsi pour minimiser les pertes lors d'une récolte mécanique, il est préférable de planter en ligne et à une profondeur constante. On aura alors le choix entre un sillonnage mécanique associé à une plantation manuelle et l'utilisation d'une planteuse mécanique.

La préparation du sol

La préparation du sol a pour objet de limiter le développement des adventices, d'amender le profil dans lequel vont se développer les racines assimilatrices et les racines de réserves et d'affiner le sol en surface pour assurer un bon contact entre la terre et les boutures.

sous-solage

Le sous-solage est utile dans les cas où il est nécessaire d'améliorer le drainage des horizons superficiels du sol, ou lorsque par suite de techniques culturales antérieures ou de conditions naturelles, le sous-sol s'oppose à la pénétration des racines.

labour surtout pour
les sols lourds

On limite généralement le labour aux sols lourds, dans des conditions hydriques et/ou minérales défavorables. Il pourra être adopté aussi en cas d'enherbement important. Dans les autres cas le travail peut être réduit au minimum (désherbage, lit de plantation, incorporations diverses), généralement obtenu par un ou plusieurs passages d'offset (Pouzet, 1988).

L'emploi d'outils à dents est souvent préférable pour des sols à dominante argileuse afin d'éviter la constitution d'une semelle de labour.

On plantera sur billon si le sol est mal drainé, de texture lourde et si le climat est fortement pluvieux. Dans le cas de stress hydrique très marqué, la plantation pourra se faire dans le creux des billons ou dans des sillons profonds (Pouzet, 1988).

A noter que le billonnage, s'il facilite la récolte, peut provoquer des diminutions de production.

Dans les conditions normales, on préférera la plantation à plat. Elle est moins coûteuse, quel que soit le système de culture.

La plantation

Les boutures de manioc sont prélevées à partir d'une ancienne culture. Chaque branche récoltée peut fournir 3 ou 4 boutures de 20 à 25 cm. Un hectare de manioc permet de planter au moins 10 hectares (Sylvestre *et al.*, 1983).

boutures en position
verticale

Les boutures sont généralement coupées et tronçonnées à la main. Il existe cependant des coupe-boutures qui débitent les tiges récoltées. Mais dans ce cas le sens de la bouture n'est pas évident à retrouver et peut provoquer une chute de rendement importante pouvant aller jusqu'à 30 % par plantation inversée (Sylvestre *et al.*, 1983). En effet en position verticale, une seule longue tige se développe généralement à l'extrémité apicale, alors que les positions inclinées provoquent le développement

à plat

de plusieurs tiges courtes. Les boutures non complètement enterrées se dessèchent plus facilement et reprennent moins bien dans des conditions de pluviométrie limitées. A l'inverse, en plantation à plat, sur sol pouvant être engorgé par fortes pluies, les boutures verticales peuvent être préférables.

L'optimum de densité se situe entre 10 000 et 20 000 pieds à l'hectare selon la vigueur de la variété et les conditions de milieu ou de culture. L'écartement entre les lignes varie de 1 m à 1,2 m, et de 0,80 m à 1 m sur la ligne (Sylvestre *et al.*, 1983).

Traditionnellement, les paysans plantent le manioc au début de la saison des pluies mais dans certains cas, les plantations sont étalées toute l'année. Dans les systèmes mécanisés, un certain étalement des bouturages étant nécessaire, et les récoltes pouvant être effectuées toute l'année, une partie des bouturages peuvent être groupés à la période la plus favorable pour les parcelles devant être récoltées précocement et à une époque plus tardive pour celles dont la durée de végétation doit être plus longue. Les expériences de mécanisation de la plantation sont limitées et une solution simple consiste à ouvrir mécaniquement un sillon dans le sol, les boutures y sont déposées et recouvertes manuellement.

Les premiers matériels utilisés pour la plantation du manioc ont été des replanteuses à alimentation manuelle, à pinces ou à disques, conçues pour le repiquage des plants de légumes. Bien que ces appareils donnent satisfaction, leur manque de robustesse pour les pays tropicaux, où la préparation du sol n'est pas aussi poussée, a nécessité la mise au point d'appareils spécifiques.

On trouve deux types de planteuses de manioc :

- les planteuses déposant les boutures à plat au fond du sillon ;
- les planteuses déposant les boutures verticalement ou de façon inclinée.

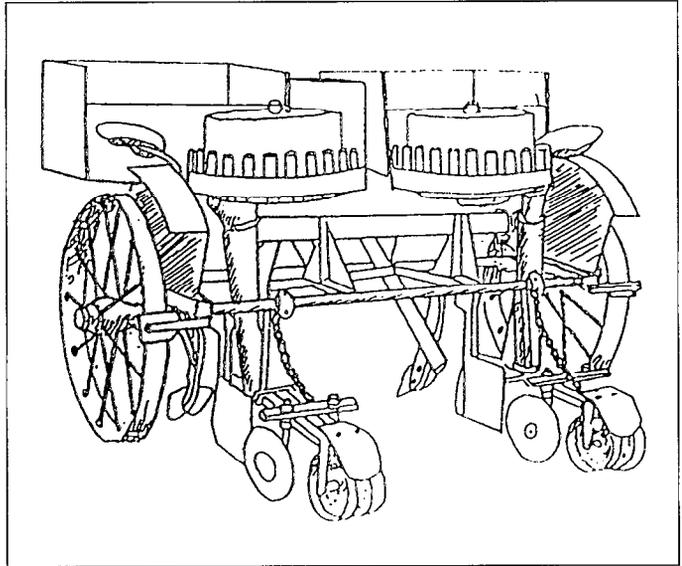
• *Les planteuses déposant les boutures à plat au fond du sillon*

Ces machines sont issues des planteuses de cannes à sucre (Dias Gadanha *et al.*, 1991). Les boutures placées manuellement dans le barillet tombent directement dans le sillon ouvert par un soc. Elles sont recouvertes ensuite par un jeu de disques placé à l'arrière de la machine. Le barillet est entraîné par les roues porteuses ; la quantité distribuée est donc directement proportionnelle à l'avancement. Le réglage de la densité s'effectue en jouant sur la vitesse de rotation du barillet. Il s'obtient par le choix de jeux de pignons appropriés. Les temps de travaux pour une planteuse à deux rangs se situent autour de 2 h/ha.

regroupement des
bouturages sur deux
périodes

issues des planteurs
de cannes à sucre
2 h/ha

Figure 1 - Planteuse
brésilienne de boutures
de manioc



- Les planteuses déposant les boutures verticalement ou de façon inclinée

Ce type de planteuse utilise le principe des repiqueuses de plants maraîchers : les boutures sont déposées tête en bas dans des alvéoles placées sur un disque en rotation (Bergeret *et al.*, 1983 ; Cheze, 1983). Elles sont maintenues en place par un carter qui s'efface à la partie inférieure. La bouture tombe dans le sillon avec l'inclinaison qu'avait l'alvéole au moment de la chute.

Un système de roues plumbeuses maintient la bouture en place en tassant le sol de chaque côté. On joue sur la profondeur de travail du soc sillonneur pour fixer la partie de la bouture qui sera enterrée. Pour régler l'inclinaison, on modifie l'emplacement où la bouture va chuter dans le sillon, en jouant sur la position du carter de maintien des boutures dans les alvéoles. Le disque portant les alvéoles est entraîné par les roues plumbeuses. Nous avons à faire, ici aussi, à une distribution proportionnelle à l'avancement.

L'inconvénient de ce type de planteuse est l'obligation de repérer le sens de la bouture de façon à bien la positionner dans le sillon pour éviter des baisses de rendement.

Les temps de travaux tournent autour de 5-7 h/ha.

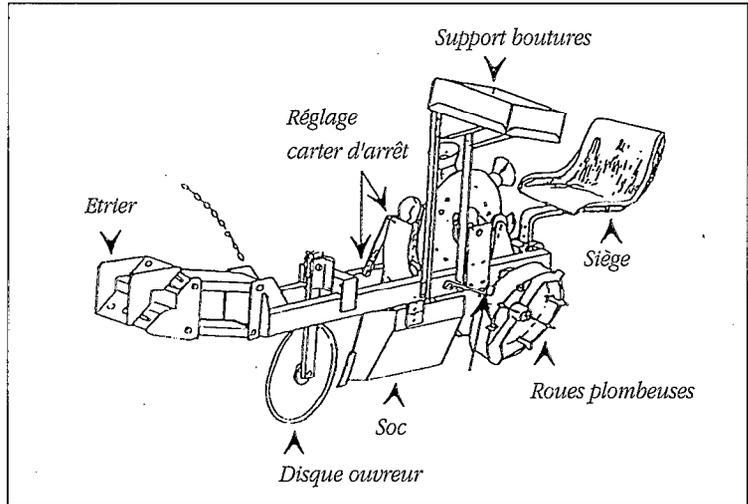
Enfin, les planteuses peuvent être équipées d'un système de distribution de l'engrais.

issue des repiqueuses
de maraîchage

avec des roues
plumbeuses

mais il faut repérer le
sens des boutures

Figure 2 - Planteuse de boutures de manioc en position verticale (AIP)



L'épandage d'engrais

Bien que le manioc réponde peu à la fertilisation, le principe de restitution des exportations est à respecter. On apporte ainsi le phosphore et la potasse au moment de la préparation du sol ou de la plantation ; l'azote sera épandu plus tard (2 à 3 mois). On épand ce dernier généralement sur toute la surface du sol ; des appareils classiques (portés, centrifuges ou pendulaires) peuvent être employés quand la topographie et la végétation le permettent.

L'entretien

Le mode de plantation à plat ou en billon conditionne les techniques de désherbage ultérieures lorsque celles-ci sont mécaniques. On peut utiliser, selon les cas, des lames sarcleuses ou des bineuses à lames ou à disques. Cependant cette technique est peu utilisée. De plus, il faut se rappeler qu'un tracteur ne pourra plus entrer dans un champ de manioc au delà du troisième mois environ (Pouzet, 1988). Il en est d'ailleurs de même pour les traitements herbicides quand ils sont appliqués en cours de végétation. Il existe cependant des herbicides de prélevée qui sont épandus juste après la plantation. Il est conseillé, à ce moment, de ne pas butter les plants pour éviter de déplacer l'herbicide vers les pieds de manioc et de réduire ainsi son action dans l'interligne.

Enfin, il faut rappeler qu'après 3 ou 4 mois, le feuillage de manioc couvre tout le sol, et que s'il a été maintenu propre jusqu'à cette période, il le restera en grande partie jusqu'à la récolte.

restituer les
exportations

mécanique ou
chimique

Les appareils utilisés sont des pulvérisateurs classiques pour l'épandage sur sol nu. Dans le cas de traitement en cours de végétation, il sera nécessaire de se servir de systèmes de localisation du produit afin de ne pas toucher les feuilles. Cependant, c'est un cas de figure rarement rencontré, les traitements en cours de végétation étant le plus souvent effectués avec des appareils à dos.

La récolte

une récolte étalée
dans le temps et en
fonction de la
destination

La récolte peut être largement étalée dans le temps : elle s'effectuera entre 10 et 20 mois en moyenne après la plantation. Dans des conditions normales, les racines ne se conservent que 24 à 48 heures. L'époque de la récolte est donc essentiellement déterminée par sa destination.

Le processus de récolte se divise en quatre opérations :

- l'enlèvement des tiges et feuilles ;
- le soulèvement des racines ;
- la séparation de la terre ;
- le chargement et le transport.

• *L'enlèvement des tiges et des feuilles*

Il est généralement effectué à la main en utilisant un coupe-coupe. Les tiges peuvent être conservées comme boutures pour une nouvelle plantation.

broyeurs forestiers

Des broyeurs forestiers peuvent réaliser l'opération. Ils laissent alors sur le sol un tapis de particules fines n'entravant pas le soulèvement mécanique ultérieur. C'est un point important à considérer car l'utilisation de broyeurs de type «gyrobroyeur» laisse des morceaux importants après passage et gêne l'opération suivante de soulèvement. De plus, ces morceaux comme une bouture s'enracinent et perturbent la culture suivante. Les rendements sont de l'ordre de 3-4 h/ha (Bergeret, 1985 ; Pouzet, 1988). L'utilisation de broyeurs frontaux, dont le rotor tourne en «échappant» et est muni de fléaux type «cuiller» lourds, a été testé avec succès et peut être conseillé pour motoriser cette opération.

• *Le soulèvement des racines*

charrues lourdes

Les premiers essais de mécanisation du soulèvement ont eu lieu avec des charrues lourdes ; la technique nécessitait une reprise manuelle de secouage et d'alignement des racines. Des sous-soleuses à ailes ont aussi été utilisées. Ces techniques, bien que rudimentaires, évitaient, en terrain lourd, l'emploi de main-d'oeuvre pour une opération pénible et longue.

◦ *La séparation de la terre*

La séparation de la terre est effectuée après le soulèvement. Elle consiste à sortir les racines du sol et à les aligner en regroupant plusieurs rangs pour faciliter le ramassage ultérieur.

machines à secouer
la terre

Actuellement, des constructeurs proposent des matériels spécifiques effectuant le soulèvement et le secouage.

On trouve trois types de machine :

à barres

— LES MACHINES À BARRES SECOUEUSES À MOUVEMENT ALTERNATIF sont composées d'une lame prolongée par des barres mises en mouvement par la prise de force. Les racines sont soulevées, puis séparées de la terre, avant d'être déposées sur le sol, derrière la machine (Cheze, 1983).

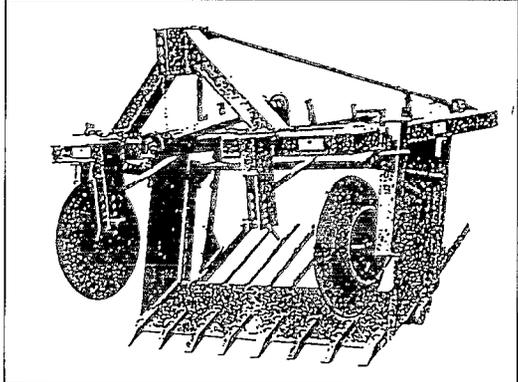


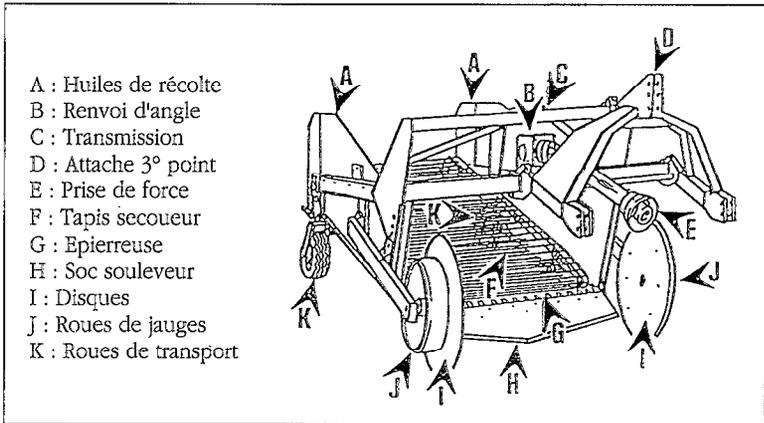
Figure 3 - Souleveuse GMD

12

à tapis secoueurs

— LES SOULEVEUSES À TAPIS SECOUEURS ISSUES DE RÉCOLTEUSES DE POMMES DE TERRE ont un principe identique, la réalisation étant plus solide : les tubercules, une fois soulevés, sont repris par un tapis à barrettes qui permet la séparation de la terre. Ils sont ensuite déposés à l'arrière de la machine directement sur le sol avant reprise pour chargement (Cheze, 1983).

Figure 4 - Souleveuse API



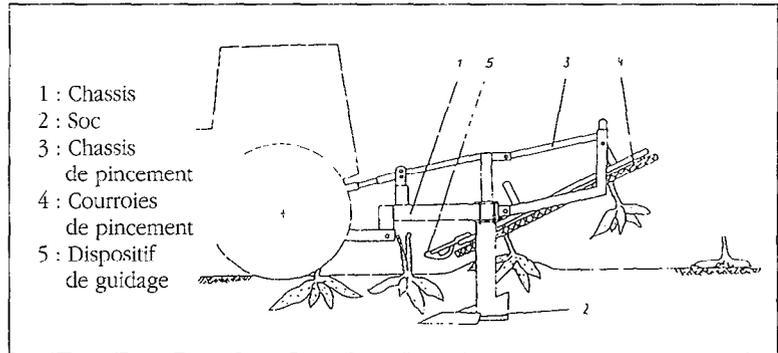
Si, dans des conditions de récoltes normales, ces machines laissent assez peu de restes en terre, elles ont l'inconvénient de blesser les racines, interdisant ainsi leur utilisation en frais, mais par contre exigeant une transformation rapide.

C'est pour pallier ce défaut que l'Université de Leipzig a conçu une machine permettant de soulever les racines sans les blesser.

— LES MACHINES À COURROIES utilisent le principe des récolteuses de légumes : les tiges sont coupées à 20-25 cm du sol, la récolteuse soulève légèrement le pied de manioc en éclatant la terre et à ce moment les tiges sont pincées entre deux courroies inclinées. Les racines sont extraites de la terre et déposées à l'arrière de la machine. La qualité des racines équivaut à celle de la récolte manuelle. Le problème qui persiste à l'heure actuelle est l'impossibilité d'utiliser des matériels pour le broyage des parties aériennes, le système de récolte nécessitant la présence d'une seule tige pour que la préhension, au niveau des courroies, s'effectue sans problème (Bergeret *et al.*, 1990).

à courroies

Figure 5 -
Souleveuse
de l'ITL



remorques classiques

Les rendements de chantier pour une machine à un rang sont sensiblement identiques pour les trois types : 5-7 h/ha.

• *Le chargement et transport*

Il n'y a pas de matériel spécifique pour l'opération de chargement. On peut imaginer que, pour des complexes industriels, des équipements betteraviers puissent donner satisfaction. Les remorques classiques sont tout à fait adaptées au transport.

Un constructeur brésilien (Lorenz) propose, à l'instar d'équipement betteravier, une souleveuse-secoueuse-chargeuse trainée derrière un tracteur à l'avant duquel est placé un broyeur. Dans les meilleures conditions de travail, elle récolte et charge un hectare en 4 heures. Ce matériel est exclusivement destiné à des complexes agro-industriels (Anonyme, 1988).

Conclusion

Le manioc est avant tout une culture destinée à être autoconsommée en production paysannale. Cependant le besoin d'alimenter les villes peut induire une mécanisation et une motorisation de certains postes de la filière. Les matériels de transformation des produits sont déjà en cours de développement. Si la demande continue à s'accroître, l'intervention de matériels agricoles dans le processus de production peut s'imaginer. Il s'agira d'abord et surtout d'équipements «standard», déjà utilisés sur d'autres cultures (charrue, billonneuse...).

L'utilisation d'équipements spécifiques est difficilement rentable hors d'un complexe agro-industriel. Néanmoins, la pratique des paysans associés qui livrent une partie de leur production à l'usine, en échange de prestations de service motorisées, permet d'envisager l'utilisation de ces matériels au niveau paysannal. Ce type de complexe se développera avec des produits d'exportation issus du manioc. Il est difficile d'évaluer aujourd'hui l'avenir de ce marché.

Bibliographie

- ANONYME, 1983. Projet de motorisation paysanne. Bilan succinct. Bouaké, Côte d'Ivoire, CIMA, 35 p.
- ANONYME, 1988. Revolução na raiz. Colhedora mecânica pode ajudar mandioca a acabar com a fome no país. Brésil, Guia rural n° 5, p.68-69.
- BERGERET A., 1983. Mécanisation de la culture du manioc en Guyane. Essai de la souleveuse API. Modification de la planteuse GMD-Mouzon. Antony, France, CEEMAT, 32 p.
- BERGERET A., 1985. Mécanisation de la culture du manioc en Guyane. Premiers essais du broyeur Nicolas MD15. Antony, France, CEEMAT, 23 p.
- BERGERET A., MILITZER A., 1990. Mécanisation de la culture du manioc en Guyane. Premiers essais de l'arracheuse souleveuse de manioc MEM 02 de l'ITL. Montpellier, France, CEEMAT, 23 p.
- BORDET D., 1989. Appui à l'opération de promotion du machinisme agricole. Antony, France, CEEMAT, p.1-26.
- CHEZE, 1983. Mécanisation intégrale de la récolte du manioc. Antony, France, CEEMAT.
- DIAS GADANHA C., MOLIN J.P., DUARTE COELHO J.L., YAHN C.H., WADA TOMIRI S.M.A., 1991. Maquinas e implementos agrícolas do Brasil. Campinas, Brésil, Emopigraphica e Editoria LTDA, 468 p.
- PIROT R., 1990. Rapport de mission au CAIEM (Congo). Montpellier, France, CEEMAT, 34 p.
- POUZET D., 1988. Amélioration de la culture mécanisée du

manioc en Côte d'Ivoire. Montpellier, France, Mémoire et travaux de l'IRAT, 212 p.

SILVESTRE P., ARRAUDEAU M., 1983. Le manioc. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 264 p.

Résumé

La production mécanisée du manioc a fait l'objet de mises au point dans les années 1960-1990. L'auteur présente les équipements agricoles qui

ont été conçus ou utilisés pour les différentes opérations culturales : travail du sol, plantation, entretien et récolte.
