

Réflexions sur les cultures oléagineuses énergétiques

II. — Le Pourghère (*Jatropha curcas* L.) : un carburant possible ⁽¹⁾

G. MARTIN (2), A. MAYEUX (3)

Résumé. — La production d'énergie à partir de sources non traditionnelles fait appel à un large éventail de systèmes. Parmi eux, l'emploi d'huiles végétales non alimentaires comme carburants de substitution constitue un moyen intéressant. *Jatropha curcas* (pourghère) dont l'huile se comporte bien dans les moteurs diesel est une de ces plantes dont l'étude et le développement devraient être envisagés. Elle présente les avantages : d'être largement répandue dans toutes les régions tropicales du monde, de s'insérer aisément dans les systèmes agraires et de servir comme brise-vent, barrière anti-érosive et bois de feu.

INTRODUCTION

Le monde aborde une ère où l'énergie tient une place de plus en plus grande. Malheureusement, peu de pays en développement ont pu ajuster à temps leur consommation en énergie et leur production. Ce défaut d'ajustement est responsable de la stagnation de certaines évolutions et, notamment, du développement de l'agriculture. La baisse du prix du pétrole n'a d'ailleurs pas eu l'effet escompté sur les termes de l'échange qui ont continué à se détériorer. Par conséquent, les pays en développement demeurent de plus en plus lourdement tributaires de l'énergie qu'ils importent, leur économie étant menacée de ruine dans de nombreux cas.

La recherche de sources d'énergies nouvelles et renouvelables revêt donc une urgence accrue. L'emploi des huiles végétales comme carburant de substitution constitue un moyen intéressant, en particulier s'il s'agit d'une culture oléagineuse à caractère non alimentaire. *Jatropha curcas* (le pourghère ou pignon d'Inde) en est une.

I. — LE POURGHÈRE [9-11-12]

Son nom scientifique est *Jatropha curcas* L. Il appartient à la vaste famille des Euphorbiacées qui renferme plus de 3 500 espèces groupées en deux cent dix genres. On place le genre *Jatropha curcas* L. dans la sous-famille des Platylobées.

Originaire des régions sèches du Brésil (Caatingao de l'Etat de Ceara), introduit au XVI^e siècle aux îles du Cap Vert par les navigateurs portugais, on le trouve aujourd'hui à l'état subspontané dans toutes les régions inter-tropicales. Il fût l'une des principales richesses des îles du Cap Vert qui étaient les seules à alimenter le commerce d'exportation.

C'est un arbuste vivace de 2 à 6 m de hauteur. A Madagascar, aux Comores, il est utilisé comme tuteur de vanilliers. Les populations l'utilisent essentiellement pour établir des clôtures, et comme bois de cuisine. Par contre, les propriétés médicinales de la graine sont connues depuis longtemps, l'huile de pourghère est un purgatif puissant en raison de la présence de la curcine ou curéasine. Le feuillage émet un suc qui a des propriétés hémostatiques : il sert à panser les plaies. Localement, l'huile servait à la fabrication du savon, à l'éclairage ou la préparation de vernis. En Europe, jusqu'en 1939, l'utilisation de cette huile se limitait à la savonnerie et à la stéarinerie.

Pendant la 2^e guerre mondiale et peu après, des recherches ont été poursuivies, notamment par les laboratoires de l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.) ainsi que par le Centre d'Etudes des Combustibles Végétaux de Ségou (Mali). Elles ont permis de confirmer le bon comportement de l'huile de pourghère comme carburant dans les moteurs diesel.

1. — La plante (Fig. 1, 2) [9-11-12].

Le pourghère est une plante monoïque, c'est un arbuste vivace à tronc droit, à écorce grise ou roussâtre marquée par de larges taches blanches, qui fleurit 2 fois par an au Cap Vert. Cette plante peu exigeante s'adapte bien à des conditions très différentes de climat et de sol. Elle pousse aussi bien dans les pays tropicaux secs que dans des zones équatoriales humides. Elle peut traverser de longues périodes sèches sans trop en souffrir. Sur les escarpements arides, exposés au vent, elle prend un port buissonnant et ne dépasse pas 2 m de haut (1,5 m au Mali).

Le fruit est une capsule presque sphérique de 1,5 à 3 cm de diamètre, de couleur marron foncé ; formé d'un péricarpe ou coque, il contient 1, 2 ou 3 graines séparées. Ce fruit est constitué de 53 à 62 p. 100 de graines, de 38 à 47 p. 100 de péricarpe et pèse 1,53 à 2,85 g. Il est indéhiscent sur l'arbre.

Les graines sont ovales, allongées, de forme analogue à celles du ricin mais généralement plus grosses. Elles sont

(1) Tentative de synthèse. Deux traductions en langues anglaise et espagnole sont disponibles sur demande faite aux auteurs.

(2) Ingénieur I.A.N., I.R.H.O. (*).

(3) Ingénieur Département Oléagineux Annuels, I.R.H.O. (*).

(*) I.R.H.O., 11, square Pétrarque, 75116 Paris (France).

constituées par un tégument externe très dur, qui renferme une amande formée d'un albumen huileux blanchâtre. Le pourcentage amande/graine entière est de 61 à 68 p. 100, le rapport huile/amande est de 48 à 59 p. 100, celui de l'huile/graine de 30 à 37 p. 100. A Madagascar, les rendements sont de 4 à 5 kg de fruits/pied, soit environ 3 à 3,5 kg d'amandes, ou 1,5 à 2 kg d'huile/arbre.

Aux îles du Cap Vert, d'après J. C. Da Silveria, des rendements de 400 à 1 200 kg d'amandes/ha (650 à 2 000 t de graines) sont obtenus, soit : 200 à 600 kg d'huile. On cite des productions de 5 000 kg d'amandes/ha, soit : **2,5 t d'huile/ha.**

Le pourghère se multiplie par bouturage de sections de branches à la saison des pluies. Il se multiplie aussi par graines, d'où son développement dans des endroits très escarpés où il n'a certainement pas été planté.

Il commence à produire vers 4 à 5 mois et peut vivre jusqu'à 50 ans. Lorsqu'il est trop vieux, on le recèpe pour lui faire émettre de nouvelles pousses. La taille, qu'il supporte bien, favorise la fructification et facilite la récolte. **Les bois de taille servent comme bois de feu.**

2. — Le produit [6-7-8-9-10].

L'huile de pourghère est une huile non siccative, de couleur jaune qui vire au rougeâtre par chauffage ou exposition prolongée à l'air. Son odeur dépend du procédé d'extraction et de son âge, sa saveur est douceâtre. L'étalement moléculaire est comparable à celui des huiles de colza, la viscosité absolue, déterminée aux températures de 35° et 100°, est nettement supérieure à celle de l'huile d'olive. L'ensemble de ces deux propriétés indique des qualités lubrifiantes appréciables. Elle offre l'avantage de posséder une acidité très faible, pratiquement indépendante de la durée du stockage.

L'huile de pourghère paraît être, en majeure partie, constituée par des glycérides des acides stéarique, palmitique, myristique, oléique et linoléique (Tabl. I).

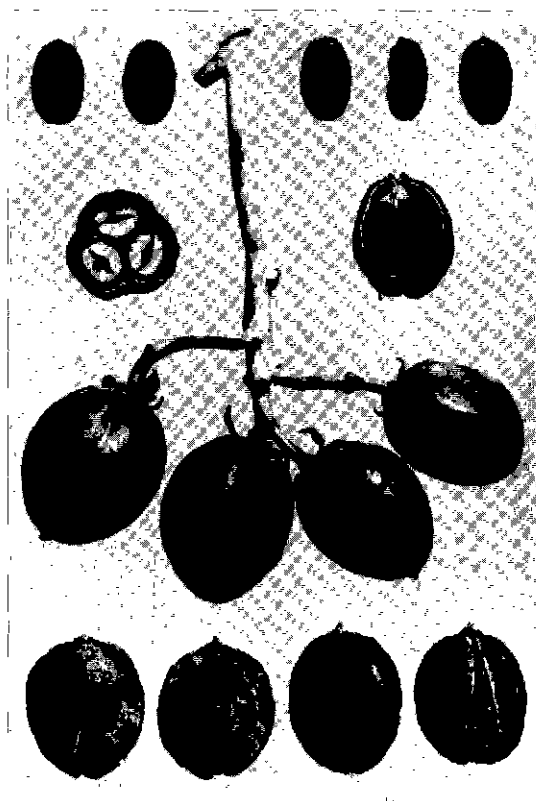
L'action ménagée de la chaleur ne modifie pas sensiblement les principaux caractères physiques et chimiques de l'huile.

L'huile de pourghère contient un principe toxique qui lui est propre : la curcasine. C'est donc une **huile non alimentaire.**

Les techniques d'extraction artisanales sont simples. Elles consistent à broyer les graines après torréfaction et à les faire bouillir dans l'eau pour recueillir l'huile surnageant. Elles ont bien entendu un faible rendement par rapport à une technologie plus élaborée de petites presses, et même à un niveau plus élevé à une extraction « continue » avec des expellers classiques, comme pour les arachides. En tout état de cause, le traitement des amandes ne pose pas de problèmes particuliers.

TABLEAU I. — Composition chimique de l'huile

Acides gras	Nombre de carbones	Nombre de doubles liaisons	Teneurs p. 100
myristique	C 14	—	traces
palmitique	C 16	—	15,8
stéarique	C 18	—	6,1
oléique	C 18 : 1	1	36,8
linoléique	C 18 : 2	2	39,5
Indice d'iode	95-110		
Indice de saponification	185-210		



3. — Son utilisation [1-2-3-4-10].

Jusqu'à nos jours, l'utilisation industrielle du pourghère a toujours été assez limitée. On peut tout de même citer :

- la pharmacie (purgatif puissant, traitement de la gale et des affections dartreuses) ;
- les lubrifiants ;
- la savonnerie ;
- l'éclairage ;
- la fabrication de vernis après cuisson avec des oxydes de fer ;
- la fabrication de textiles.

Les services techniques de l'I.R.H.O. ont étudié [5] les possibilités d'utilisation de l'huile de pourghère comme **combustible diesel.**

Tableau comparatif des propriétés physiques de l'huile de pourghère et du gazole [6]

	Pourghère	Gazole
Viscosité 37,8°	75,7 à 20 °C	2,0-4,3
Point éclair	340 °C	51,7
Indice Conradson	0,46 °C	0,35
P.C.I. kg cal/kg	9 300 °C	10 300
Point de congélation	5 °C	

Le programme de ces essais a été le suivant :

a) relevé des courbes de puissance et de consommation spécifique à pleine charge et à divers régimes du moteur alimenté avec du gazole ;

b) relevé des courbes de puissance et de consommation spécifique à pleine charge, 3/4, 1/2, 1/4 de charge et à

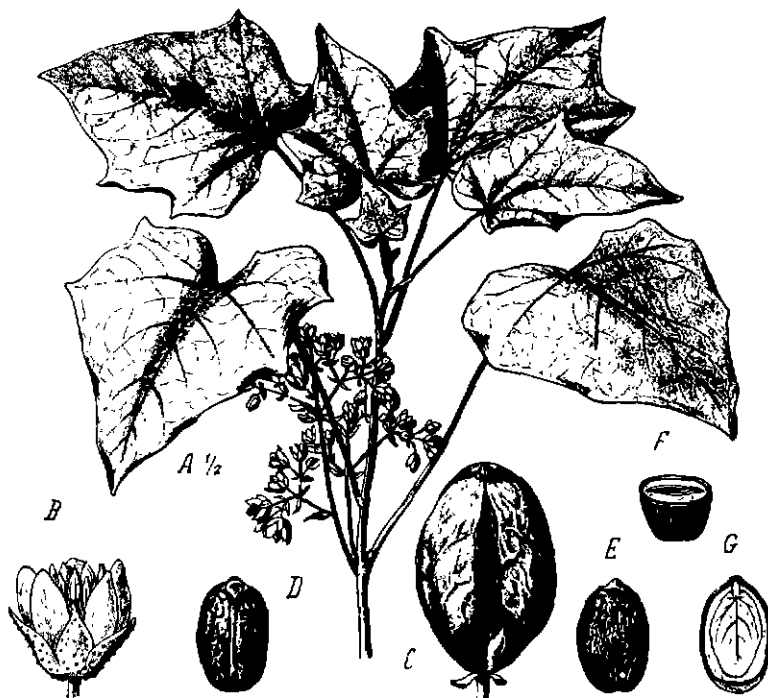
◀ FIG. 1. — Fruits de pourghère, *Jatropha curcas* L.

FIG. 2. ▶

- A Inflorescence et feuilles
- B : Fleur
- C : Fruit
- D-E : Graines
- F-G : Coupes de graine.

divers régimes du moteur alimenté avec de l'huile de pourghère ;

c) essai d'endurance de 100 h au régime de 1 440 t/min, et à la puissance de 53,6 CV ;

d) relevé des courbes de puissance et de consommation spécifique à pleine charge et à divers régimes du moteur, après essai d'endurance, alimenté avec de l'huile de pourghère.

Cette étude a montré que l'huile de pourghère se comportait bien sans traitement préalable particulier. Les puissances obtenues sont sensiblement égales à celles obtenues avec les gazoles, mais les consommations spécifiques sont évidemment plus fortes avec l'huile de pourghère, en raison de la légère différence de pouvoir calorifique.

4. — Les sous-produits.

Le suc des feuilles a des propriétés hémostatiques, il sert à panser les plaies.

La curcine, non soluble dans l'huile, demeure dans le tourteau et lui communique sa toxicité. **Le tourteau est donc particulièrement dangereux et impropre à la consommation.** Il peut être toutefois utilisé comme engrais.

II. — L'INTÉRÊT FINANCIER DE LA CULTURE DU POURGHÈRE ET SES PERSPECTIVES D'AVENIR

Cette plante n'a jamais fait l'objet de cultures industrielles, si ce n'est vers les années 1930 où la production était de l'ordre de 1 500 à 3 000 t de graines des colonies portugaises (îles du Cap Vert), et françaises (Madagascar et ses dépendances, Bénin ex-Dahomey), d'où l'huile extraite était en totalité utilisée pour la stéarinerie et la savonnerie.

Les périodes de guerre ont favorisé la production d'huile sur place pour la fabrication du savon.

Si cette culture est *a priori* peu rémunératrice en exploitation intensive, elle peut entrer avantageusement dans les systèmes de production, notamment plantée en haies, en brise-vent, en barrières antiérosives, **en réserve de bois de feu (taille annuelle)**. A ce titre, ce serait une culture peu coûteuse en investissement et en entretien et dont les graines récoltées selon les besoins pourraient être traitées artisanalement à l'échelon « village » ou « petite communauté » par une méthode technologique simple.

Seuls les travaux de récolte et de décortilage manuels peuvent constituer une **charge importante** au niveau de l'unité de production agricole (familiale en particulier), bien que la cueillette puisse s'échelonner sur de nombreux mois (4 à 5). Les temps de travaux sont rarement indiqués dans la littérature, mais on peut estimer qu'ils sont voisins, pour certains, de ceux enregistrés pour la culture du ricin (récolte, entretien), c'est-à-dire d'environ 30 j/ha pour une récolte de 1 t de graines. Il n'y a pratiquement pas d'informations en matière de décortilage, qui peut d'ailleurs se limiter à la simple séparation des graines et du péricarpe si la **déhiscence se fait spontanément** une fois le fruit tombé.

En adoptant pour l'ensemble des opérations d'entretien, de récolte, de décortilage et de traitement artisanal un total de 60 journées/ha à 2 \$ US/jour, le prix de revient de l'huile obtenu à ce niveau pourrait être de l'ordre de 400 \$ US/t m, qui se compare favorablement dans les pays enclavés au prix d'achat du gazole sur place (de 500 à 550 \$ US/t m) ou à 450 \$ US dans les pays importateurs d'énergie fossile du littoral.

III. — OÙ CULTIVER LE POURGHÈRE ?

1. — Eco-géographie.

Le pourghère est une plante très tolérante en ce qui concerne les conditions de climat et de sol. **On le signale dans toutes les régions tropicales.** Il est particulièrement vivace

dans les régions de moyenne altitude et dans les zones plus humides. Cette souplesse d'adaptation est un atout très important pour le développement de cet oléagineux qui peut être ainsi implanté dans tous les pays les moins avancés d'Afrique, d'Amérique Centrale, d'Asie.

2. — Les sols.

Le pourghère croît dans des sols de qualité moyenne, parfois arides et pierreux. Il se contente de très peu d'eau, bien qu'une bonne pluviométrie engendre des productions différentes suivant son intensité.

La plasticité de cette plante permet de prévoir sa culture depuis le climat tropical aride jusqu'au tropical humide et à tous les climats insulaires de la ceinture intertropicale du monde.

IV. — COMMENT LE CULTIVER ?

En règle générale, les méthodes de la culture du ricin peuvent s'appliquer au pourghère. Sa multiplication est toutefois plus rapide car il se reproduit par graines et par boutures. Selon les études poursuivies par l'I.R.H.O., on sait que la germination des graines demande plus d'un mois, que la reproduction par bouturage fait gagner plusieurs mois, mais qu'il peut y avoir à vérifier une relation entre le mode de reproduction et le rendement (par graine = vigueur accrue). Quoi qu'il en soit, le bouturage se pratique à la saison des pluies, en enfonçant dans le sol des portions de tiges assez fortes, de 0,4 à 1 m. Ce système de reproduction rend possible une sélection plus rapide :

- les arbustes commencent à produire dès 4-5 mois, pour atteindre leur pleine productivité vers 3 ans,
- les fleurs femelles sont 4 à 5 fois plus nombreuses que les fleurs mâles,
- les fruits sont mûrs 4 mois après la floraison.

V. — L'ÉBAUCHE D'UNE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DU POURGHÈRE

Cette plante des régions semi-arides, de savane tropicale et insulaire aux multiples avantages, se trouve soit à l'état spontané, soit à l'état de cultures villageoises, sur pratiquement tous les continents et dans les principales îles de l'Océan Indien. Les populations connaissent bien cette plante.

Son développement, s'appuyant sur les recherches antérieures, ne devrait pas poser de problèmes fondamentaux.

L'utilisation du pourghère en tant que culture énergétique n'est pas à écarter si l'on fait un choix judicieux de la forme de son exploitation.

Par exemple, si dans certaines situations insulaires (Seychelles, Comores, Madagascar, Vanuatu, etc.), la taille des

îles qui composent l'archipel et, bien entendu, leur densité d'occupation justifient la mise en place de petites unités extractives, il pourrait être possible de disposer de carburant renouvelable à un coût raisonnable.

Dans d'autres cas (Mali, Bangladesh, Bénin, Thaïlande, etc.), il pourrait être intéressant d'insérer cette plante oléagineuse non alimentaire dans les systèmes agraires (sous la forme de haies de protection).

VI. — LES RECHERCHES À ENTREPRENDRE

Le pourghère pourrait probablement, s'il était bien sélectionné, devenir intéressant.

Le travail devrait d'abord consister à inventorier et à observer la végétation et la production des variétés existantes, puis à étudier le problème de la taille, des écartements et du mode d'entretien convenant à cette culture.

Il devrait se poursuivre par des **essais de comportement dans différents secteurs écologiques** (Haute-Volta, Nord Côte d'Ivoire, Océan Indien, Sud-Est Pacifique), par des **essais d'insertion dans les systèmes agraires** et par l'étude de certains problèmes phytosanitaires (*Phytophthora*).

Parallèlement, devraient être menés des essais de procédés simples d'extraction artisanaux et de moteurs.

CONCLUSION

La production d'énergie à partir de sources non traditionnelles fait appel à un très large éventail de systèmes. En matière de carburant de substitution, on s'est jusqu'à présent préoccupé de la solution « alcool » à partir de céréales, de canne à sucre, etc. qui ne présente pas toujours un bilan satisfaisant, alors que la solution « huile végétale » est positive en permettant une obtention aisée de carburant pour une faible dépense énergétique. Comme combustible dans les moteurs diesel, il a été constaté que l'huile de pourghère se comporte bien sans traitement particulier préalable (les puissances obtenues sont sensiblement égales à celles obtenues avec le gazole). Les consommations spécifiques sont évidemment plus fortes avec l'huile de pourghère, en raison de la différence des pouvoirs calorifiques.

Par le pourghère, plante vivace, très rustique, poussant à peu près partout sans soin, les exploitations agricoles peuvent trouver en elles-mêmes la force motrice nécessaire aux travaux agricoles, aux transports, à la micro-hydraulique mue par des moteurs diesel.

Cette plante a fait l'objet de recherches il y a près de 30 à 40 ans en particulier lors de la dernière guerre. Celles-ci ont été abandonnées car la situation internationale avait évolué. Ce serait peut-être le moment de mettre en place un petit programme de recherches à son sujet, en associant un pays en développement, un institut de recherches agronomiques et un organisme spécialisé en mécanique.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] GAYDOU A. M., MENET L., RAVELAJAONA G., GENESTE P. (1982). — Ressources énergétiques d'origine végétale à Madagascar : alcool éthylique et huiles de graines oléagineuses. *Oléagineux*, 37, N° 3, p. 135-141
- [2] CHERRY M. (1979). — Castor and physic grown at Kumast for soap making. *World Crops*, 31, N° 2, p. 75.
- [3] Anonyme (1980). — Vegetables oil as diesel-fuel? *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 57, N° 11, p. 805 A-811 A, 815 A-819 A
- [4] SCHULTZ, jr., E. R., MORGAN R. P., DRAPPER H. M. (1980). — Oil seeds for energy in rural areas of developing countries. In : *Symposium of I.A.A. Technology*.
- [5] I.R.H.O. (1981). — Les huiles végétales et leurs dérivés — carburants de substitution. Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux. *Rapport interne*.
- [6] NARAYANA C. et al. (1969). — Processing of wild castor (*Jatropha curcas* Lin.) seed and oil. *Indian Oil and Soap J.*, 34, N° 10, p. 203-207.
- [7] RIQUE T. et al. (1963). — Una nueva fuente potencial de producción de aceite vegetal « sacha higuera » *Jatropha macrocarpa* Griseb. *Rev. Argent. Grasas y Aceites*, 5, N° 1, p. 31-35.
- [8] ESTEVES BATAO A. (1960). — Ante projecto de uma instalação de extração de oleo de purgueira em Cabo Verde. *Missao de Est. Agron. Ultramar*, N° 6, 45 p.
- [9] ADAM J. (1953). — *Les plantes à matières grasses. IV. — Le Ricin, le pourghère*, Soc. Ed. Geogr. Marit. Col., Paris, 127 p.
- [10] MENSIER P. H., LOURY M. (1950). — Les utilisations de l'huile de pourghère. *Oléagineux*, 5, N° 3, p. 167-170.
- [11] LAROCHAS L. (1948). — Les huiles siccatives de l'industrie française : le pourghère *Oléagineux*, 3, N° 6-7, p. 321-328.
- [12] CUNHA da SILVEIRA J. (1934). — Contribution à l'étude du pourghère aux îles du Cap Vert. *Anais Inst. Sup. Agron.* (Lisbonne), 6, N° 1, p. 5-15.
- [13] DROIT S. (1932). — Recherches sur la graine et l'huile de pourghère ou pignon d'Inde. *Bull. Matière grasses*, 10, N° 9, p. 270-273.

SUMMARY

Reflections on oil crops as sources of energy. II. — *Curcas* oil (*Jatropha curcas* L.) : A possible fuel.

G. MARTIN, A. MAYEUX, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 5, p. 283-287.

Energy production from inhabitual sources calls upon a wide range of systems. Amongst them, the use of non-food vegetable oils as substitute fuels is a very interesting departure. The oil of *Jatropha curcas* performs well in Diesel engines, and it is one of the plants whose study and development should be contemplated. It has the advantage of being widely distributed throughout the tropical regions, fitting easily into agrarian systems and serving as a wind-break, erosion barrier and firewood.

RESUMEN

Reflexiones sobre los cultivos oleaginosos energéticos. II. — Piñón de Indias (*Jatropha curcas* L.) : un carburante posible.

G. MARTIN, A. MAYEUX, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 5, p. 283-287.

La producción de energía a partir de fuentes no tradicionales utiliza una gama amplia de sistemas, entre los cuales tenemos un medio interesante, que es el uso de oleaginosas vegetales no alimenticias como carburante de sustitución. *Jatropha curcas* (o piñón de Indias) es una de estas plantas que deberían estudiarse y promoverse ; el aceite que da tiene un buen comportamiento en los motores Diesel, y las ventajas de la misma son : su difusión amplia en todas las regiones tropicales del mundo, su fácil inserción en los sistemas agrarios, su uso como cortina cortavientos, barrera contra la erosión, y como leña.

Stages et Formation

Le Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes (C.N.E.A.R.C.) organise, dans le cadre de la formation « Machinisme Agricole en Régions Chaudes » de l'Ecole Supérieure d'Agronomie Tropicale (E.S.A.T.) une session sur : l'étude, le choix et la mise en œuvre du matériel agricole dans les zones arides et intertropicales.

Cette formation se déroulera du 20 septembre au 7 décembre 1984 et comportera 6 modules :

- I - Moyens de traction (1 semaine),
- II - Matériels en relation avec le sol (2 semaines),
- III - Matériels d'épandage et d'entretien des cultures (2 semaines),
- IV - Matériels de récolte et de post-récolte (2 semaines),

- V - Matériels d'irrigation et production d'énergie (2 semaines),
- VI - Choix et gestion du matériel (2 semaines).

Pour les étudiants étrangers, les demandes de bourse sont à adresser soit à l'Ambassade de France ou à la Mission Française de Coopération du pays du candidat, soit à tout autre organisme susceptible d'assurer le financement d'une formation en France. Le coût (déplacement, hébergement et repas non compris) est de 11 000 FF

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser au : C.N.E.A.R.C. - Lavalette. Département Formation continue. B. P. 5098 — 34033 Montpellier Cedex (France). Téléc : 490459 F — Tél. (67) 54.55.33.