



Photo Delwaulle.

N'Dounga (Niger) 18 juillet 1974 — Mise en place d'un plant.

PLANTATIONS FORESTIÈRES EN AFRIQUE TROPICALE SÈCHE

Techniques et Espèces à utiliser

par J.-C. DELWAULLE

*Ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
Chargé de Mission au Centre Technique Forestier Tropical*

SUMMARY

FOREST PLANTATIONS IN DRY REGIONS OF TROPICAL AFRICA

Certain soils carry very considerable risks of erosion (for example, on river banks), and must not be chosen for plantations. The use of Dieldrin or substitute products is necessary to prevent any risk of attack by termites.

The date of plantation must be carefully chosen : calculation of the percentage probability of rain within at least three days has made it possible to define the most likely favourable periods. They vary from one station to another, and in many cases lie between the end of the first fortnight of July and the beginning of the second fortnight.

Plantation in pots is the most commonly employed method. The technique and the cost are examined at the conclusion of the article.

RESUMEN

PLANTACIONES TROPICALES EN AFRICA TROPICAL SECA

Ciertos suelos presentan riesgos de erosión sumamente importantes (ejemplo, en las márgenes de los ríos) y no pueden así ser utilizados para las plantaciones.

La utilización de Dieldrine o de productos de sustitución habrá de ser necesaria para precaverse contra cualquier riesgo de ataque por las termitas.

La fecha de plantación deberá ser elegida con sumo esmero : el cálculo del porcentaje de posibilidades de que se produzca la lluvia durante, por lo menos, tres días, ha permitido delimitar los períodos que parecen más favorables. Estos períodos varían según las estaciones y, en muchos casos, se escalonan entre el final de la primera quincena de Julio y el comienzo de la segunda.

La plantación en recipientes constituye el método más empleado. La técnica y el costo son objeto de estudio al final del artículo.

VII. — DISPOSITIFS ANTIÉROSIFS

Les risques d'érosion sur de nombreux sols d'Afrique tropicale sèche sont réels. Cette érosion se produit généralement en nappe et elle ne laisse qu'assez peu de traces sur le terrain proprement dit aussi l'observateur non averti a-t-il tendance à la négliger alors que des mesures répétées dans le temps et dans l'espace (Allokoto, Aviation et Tara au Niger ; Gonsé, Linoghin, Bané, etc... en Haute-Volta) montrent bien son ampleur.

Par ailleurs, s'il est considéré à juste titre que la forêt constitue l'une des meilleures protections des sols contre l'érosion, il n'en va pas de même des plantations réalisées en zone sahélo-soudanaise, notamment au cours des premières années, période durant laquelle le recouvrement arboré est faible et où le sol, entretenu, est nu au moment des premières tornades.

C'est pourquoi il faut exclure de tout reboisement et de tout défrichement intempestif certaines zones particulièrement sensibles à l'érosion : fortes pentes assez rares en Afrique tropicale sèche et surtout bords de cours d'eau.

C'est aussi pourquoi, dans toute l'Afrique tropicale sèche, nous estimons que les reboisements importants ne doivent pas être réalisés sur de vastes surfaces uniformes mais doivent être limités par des bandes d'arrêt non déforestées.

De même, certaines techniques antiérosives simples, comme la technique des arêtes de poisson, facilement réalisables sur les boisements de faible ampleur (bois de villages) ont l'intérêt de stopper l'érosion et de concentrer l'infiltration des pluies au niveau des plants.

7.1. — LA MISE EN DÉFENS DES TERRES SITUÉES PRÈS DES COURS D'EAU

Nous avons déjà indiqué, dans le paragraphe relatif au choix des terrains, que les terres situées près des cours d'eau doivent être mises en défens. En effet, si ces sols sont généralement riches, ils

sont, par contre, très sensibles à l'érosion et les défrichements qui pourront y être effectués aboutiront, s'ils ne sont pas accompagnés de sérieux dispositifs anti-érosifs, à une érosion intense des

sols et à leur destruction rapide. C'est pourquoi nous estimons que la mise en défens est la politique la plus sage à préconiser.

Dans certains cas on pourra penser à enrichir ces formations par des compléments réalisés avec des espèces résistant à la submersion et notamment

avec *Acacia nilotica* var. *tomentosa* et *Acacia nilotica* var. *nilotica*. Aucun défrichement ou travail du sol ne sera effectué et les plants, de préférence des plants en pots, seront simplement mis en place dans les vides tout au début de la saison des pluies.

7.2. — LES BANDES D'ARRÊT

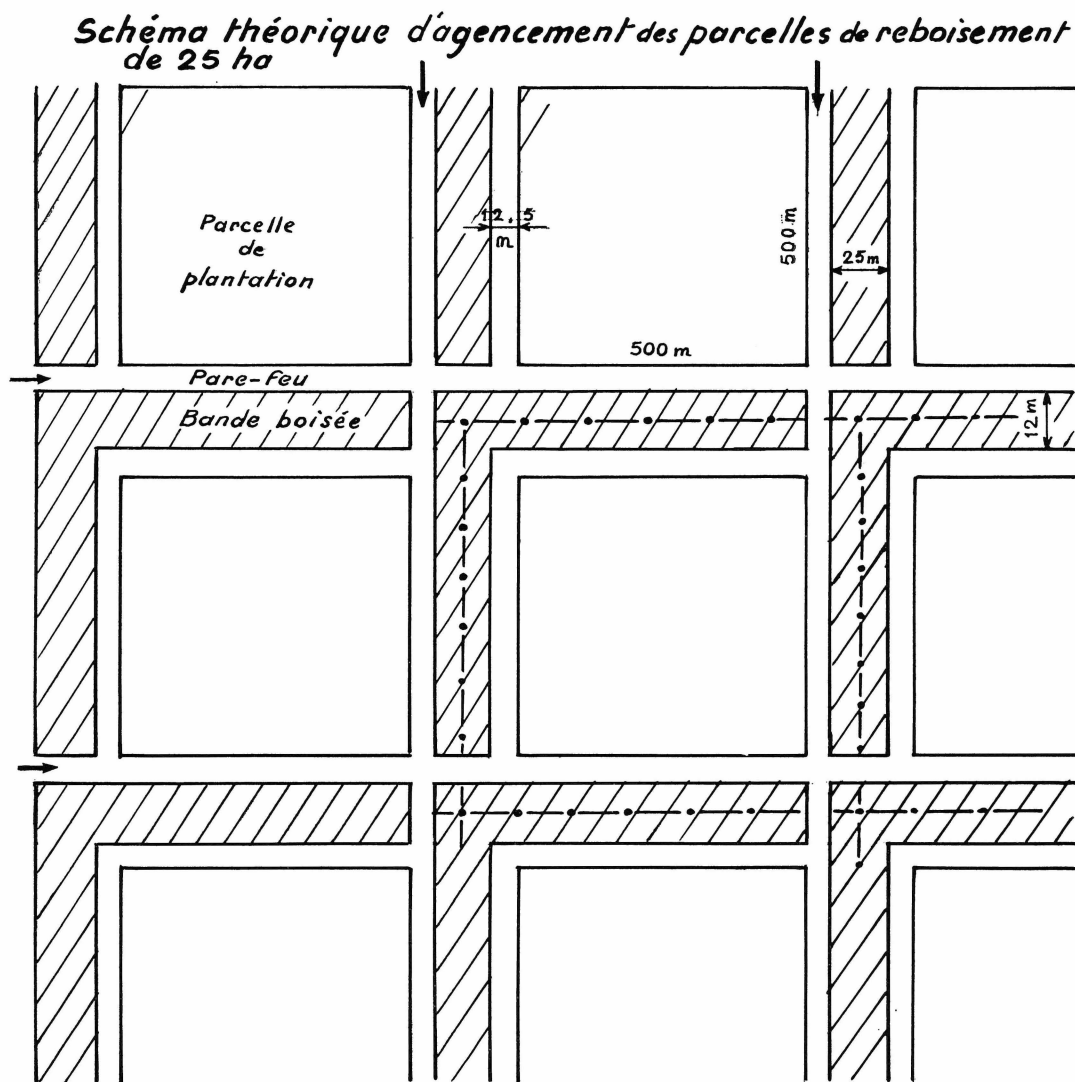
Il n'est pas possible de définir un schéma fixe pour l'implantation de ces bandes, on pourra cependant s'inspirer de ce que nous avons proposé pour un projet de reboisement dans les environs de Ouagadougou (Haute-Volta) :

— Parcelles de 25 ha ($500\text{ m} \times 500\text{ m}$), cette disposition en carré pouvant être modifiée en fonction du terrain.

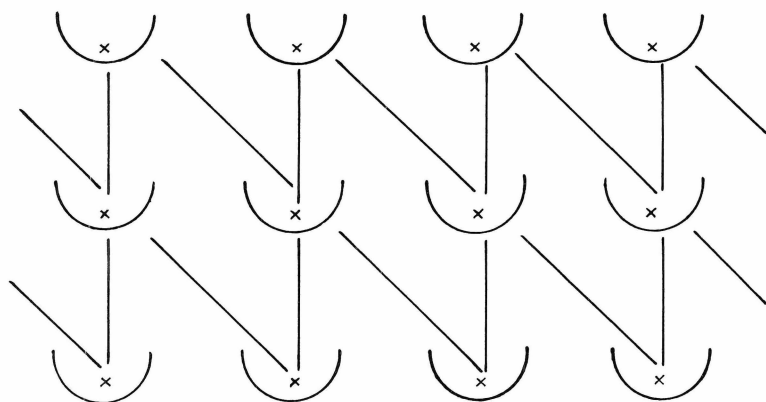
— Pare-feu autour de chaque parcelle de 12,50 m de large.

— Bande d'arrêt en végétation naturelle de 25 m de large.

L'implantation de 25 ha de boisement proprement dit nécessitera donc 30,25 ha de terrain ($550\text{ m} \times 550\text{ m}$).



7.3. — LES ARÊTES DE POISSON



Au cours de la première année de plantation les pluies vont tomber sur un sol totalement nu et il en résultera une érosion plus ou moins intense par ruissellement, érosion dépendant bien sûr de la

nature des sols, de la pente et de la nature du travail préalable du sol.

Sans vouloir entrer dans la description des dispositifs classiques de lutte contre l'érosion (terrasses, banquettes, gradins, etc.) qui ne s'imposent que dans les cas bien particuliers, nous voudrions insister sur une technique simple antiérosive qui a reçu le nom de dispositif en « arêtes de poisson ».

Ce dispositif consiste à réaliser, en aval des emplacements de plantation, un léger bourrelet de terre de 10 cm de haut, en forme de demi-lune (diamètre 1 m environ) ce qui réalise au niveau de chaque plant une cuvette

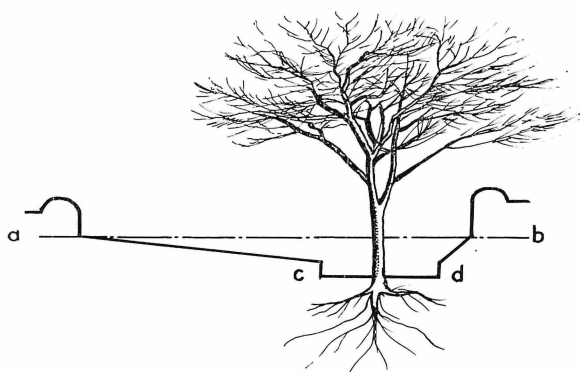
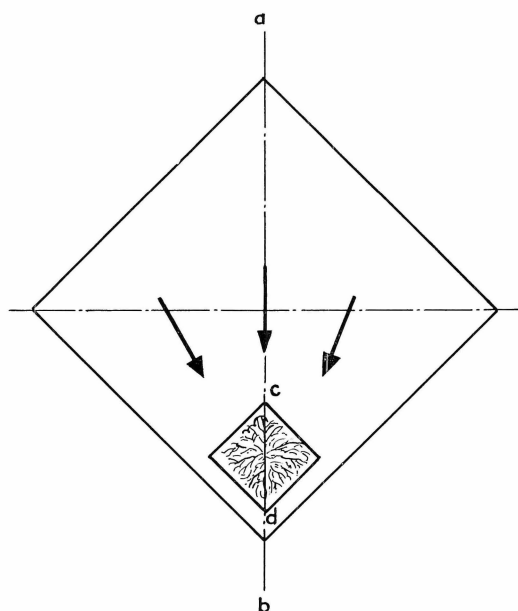
de retenue d'eau. Deux rigoles relient chaque cuvette aux deux cuvettes situées immédiatement en amont. Dans le cas d'une plantation en carré, on obtient le dispositif ci-dessus :

Ce dispositif s'est révélé parfaitement efficace et il ne doit pas y avoir d'érosion sur les parcelles où la pente ne serait pas par trop forte.

De plus, il a, comme autre avantage, particulièrement sensible au cours des saisons peu pluvieuses, de concentrer l'infiltration de l'eau au niveau du plant. Des mesures d'humidité faites six mois après la plantation montrent encore une humidité plus forte au niveau du plant que dans les intervalles.

La réalisation de cette opération est purement manuelle et revient sensiblement à 0,66 CE/J/ha et 18 H/J/ha pour des plantations réalisées à 3 m × 3 m sur sol assez léger.

Pour des sols plus difficiles mais avec des écartements de 4 m × 4 m on peut adopter les chiffres de : 0,6 CE/J/ha et 18 H/J/ha.



7.4. — AUTRE DISPOSITIF

Dans les zones particulièrement sèches on pourra faire appel à une technique de création artificielle de micro-bassins versants utilisée dans certaines zones sèches tropicales (Venezuela) et décrites par FEYIS DAPPO (cf. bibliographie).

Sur un terrain en pente, même légère, on plante un damier limité par des levées de terre ; au cours d'une pluie, du fait de la pente, l'eau se concentre au coin aval de chaque case de ce damier et c'est à cet emplacement que sera mis en place ce plant.

Un tel dispositif ne se conçoit que dans des zones particulièrement sèches et les micro-bassins versants auront des dimensions comprises entre 7 m × 7 m et 10 m × 10 m.

VIII. — TRAITEMENT ANTITERMITE

8.1. — INTRODUCTION

L'influence des termites sur les plantations est assez variable selon les régions. Il est par exemple exclu de réaliser une plantation dans de nombreux secteurs de la zone tropicale humide sans traitement anti termites et cela demeure dangereux en Afrique tropicale sèche surtout dans les secteurs où la saison des pluies est assez longue.

Il faut cependant dire qu'il existe une tendance certaine à mettre sur le compte des termites des échecs de plantation dus à d'autres causes (travail du sol, date ou mode de plantation, saison des pluies insuffisante, mauvais entretien, etc...), les arbres dépérissants ou morts étant alors l'objet d'attaques de termites qui ne sont nullement la cause première de l'échec.

Dans les zones les plus sèches (moins de 600 mm) les attaques généralisées de termites sur plantations saines sont en fait relativement rares, on peut éventuellement avoir affaire à des attaques localisées

qu'il est assez aisé de stopper si la surveillance de la plantation est bien faite.

Sous l'isohyète 800 mm il en va pratiquement de même mais on assiste cependant assez souvent, en fin de saison des pluies, à des attaques sournoises juste au-dessous du collet, attaques entraînant la mortalité des arbres annelés, mais attaques qui ne sont pourtant pas généralisées.

Comme nous l'avons déjà dit, ces attaques risquent d'être beaucoup plus dangereuses sous des pluviométries plus importantes.

Quoi qu'il en soit le traitement antitermite fait partie des techniques à mettre en œuvre pour assurer la réussite d'une plantation et ce serait courir un risque trop important que de vouloir s'en passer. Jusqu'à ces dernières années le problème de la protection était résolu grâce à l'emploi de la dieldrine, cela risque cependant de ne plus être le cas dans les années qui viennent si le produit vient à disparaître.

8.2. — LE TRAITEMENT DIELDRINE

Dans le cas du travail manuel du sol, ce traitement est effectué dans les trous avant rebouchage ; lorsque le travail est mécanique, le traitement a lieu en surface après piquetage. Un traitement de rappel doit, en outre, être effectué dès la fin de la saison des pluies.

Nous donnons le mode d'emploi de deux types de conditionnement de la dieldrine, il en existe d'autres.

— Dieldrine liquide.

- PRODUIT UTILISÉ : dieldrine concentrée 20 %.
- SOLUTION : 10 l de produit CE20 (1) pour 200 l d'eau, soit 1 % de matière active.
- QUANTITÉ : 10 à 15 s de pulvérisation au pulvérisateur à pression entretenue, soit environ 125 ml de solution par emplacement.

- PRIX : pour 25 ha, il faut compter :

- main-d'œuvre : 4 jours de chef d'équipe et 50 H/J.
- produit : 4 bidons de 25 l de CE 20.

— Dieldrine poudre.

- PRODUIT UTILISÉ : dieldrine poudre 75 %.
- SOLUTION : mélange dans les proportions 1/10 avec de la poudre de carrière ; pour être homogène, le mélange doit être effectué par petites quantités. Nous avons utilisé pour ce faire 1/2 fût de 200 l.
- UTILISATION : une cuillère à café de mélange par emplacement de plantation correspondant sensiblement à 0,75 g de dieldrine 75 % par emplacement, soit 0,5 kg par ha de plantation.

8.3. — PROBLÈME DU REMPLACEMENT DE LA DIELDRINE

L'intérêt essentiel de la dieldrine est qu'il s'agit d'un insecticide antitermites très rémanent. Or, du fait même de cette rémanence, pour des raisons liées à « l'environnement », ce produit est mainte-

nant interdit dans la plupart des pays européens et aux Etats-Unis.

Il est à craindre que les pays d'Afrique tropicale sèche suivent cette législation ou, plus vraisemblablement, que la Maison SHELL arrête la fabrication de ce produit. Nous avons déjà eu beaucoup de difficultés à en obtenir ces dernières années.

C'est pourquoi un essai a été mis en place en 1976

(1) CE20 : Concentré émulsifiable 20 % de matière active.

pour tester des produits de remplacement. Cet essai a été installé pour partie à Gonsé (Haute-Volta) pour deux répétitions, à Dagouma (Haute-Volta) pour deux autres répétitions.

Un certain nombre de produits furent testés à trois doses différentes, mais il n'a pu être tiré

aucune conclusion pratique de cet essai du fait pour Dagouma des conditions précaires d'installation ayant occasionné une forte mortalité indépendante des termites ; du fait d'autre part qu'il n'y eut pas d'attaque de termites à Gonsé en 1976.

Ces produits sont les suivants :

Nom commercial	Fabricant	Type d'insecticide	Matière active	% M. A.	Dose 1 (*)	Dose 2 (*)	Dose 3 (*)	Remanence	Conditionnement
Dursban 56.....	Quinoléine	Organo-phosphoré	Chlorpyrifos	5	0,25	0,5	0,75	3 mois	Granulé
Dotan	Pepro	Organo-phosphoré	Chlormefos	5	1,50	3	4,50		Granulé
Primicid granulé..	Sopra	Organo-phosphoré	Pirimifos	10	2	4	6		Granulé
Curater	Bayer Phytochim	Carbamate	Carbofuran	5	0,50	1	1,50	1 à 2 mois	Granulé
Sevin poudrage...	La Littorale	Carbamate	Carbaryl	7,5	5	10	15	1 mois	Poudre
Actellic	I. C. I.	Organo-phosphaté	Pirimifos méthyle	5	1	2	3		Granulé
Zolone	Pepro	Organo-phosphaté	Phosalone	4	0,50	1	1,50		Poudre
Dieldrine poudre..	Shell				0,75			4 ans	Poudre

(*) Doses exprimées en grammes de produit par plant.

Le problème du remplacement de la dieldrine n'est donc pas résolu et il y aura lieu de reprendre

de nouveaux essais, ce qui a été réalisé à Bandia (Sénégal) en 1977.

IX. — DATE DE PLANTATION

On constate trop fréquemment dans les régions sèches d'Afrique que les plantations sont réalisées trop tard, parfois pour des raisons d'organisation, mais souvent aussi par peur du risque qu'il y a à planter tôt.

Les premières de ces raisons : travail du sol non terminé, piquetage non réalisé, impossibilité d'alimenter le chantier en plants, sont des raisons réelles mais qui n'en demeurent pas moins non valables. Il est, en effet, inadmissible de se lancer dans une plantation onéreuse si les moyens ne sont pas suffisants, si l'organisation du chantier est déficiente, ce qui aboutit à une plantation réalisée à la va-vite en fin de saison des pluies, plantation destinée à péricliter rapidement dans les mois à venir.

La seconde catégorie de raisons avancées repose sur la pluviométrie et les exigences retenues sont loin d'être entièrement compatibles :

— Il faut planter lorsque la saison des pluies est bien implantée.

— Il est nécessaire que les plants reçoivent le maximum d'eau après plantation pour assurer la reprise.

— Il faut éviter de planter avant un trou de sécheresse.

— Il ne faut planter que lorsque la pluviométrie cumulée est d'au moins 100 mm.

Nous allons examiner ces raisons sur un exemple.

9.1. — A QUELLE DATE FALLAIT-IL PLANTER A KAOLACK (SÉNÉGAL) EN 1973

La pluviométrie de l'année 1973 à Kaolack (Sénégal) est indiquée dans le tableau de la page ci-contre.

— *Quand la saison des pluies est-elle bien implantée ?*

En examinant *a posteriori* le tableau de la pluvio-

métrie, on s'aperçoit que la saison des pluies ne s'est vraiment installée cette année-là que le 28 juillet, mais il était évidemment impossible de le savoir ce jour-là et ce n'est qu'après la première semaine d'août qu'on pouvait en être assuré.

C'est certainement cette considération qui a

KAOLACK — PLUVIOMÉTRIE EN 1973

	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1					
2		30,6	16,9		
3		14,1	4,6	6,3	12,0
4		6,9		0,3	
5			22,6		
6			3,7		
7	0,3	3,2			0,2
8			13,0	1,1	
9		35,8	9,6	25,1	
10				1,7	
11			2,2	3,0	
12				6,9	
13		24,6	3,7		
14			43,5	3,3	
15		2,6		0,4	
16			20,0		
17			9,5		
18			2,6		
19				30,2	
20				1,9	
21			0,4		
22			5,8		
23			16,4		
24		6,1			
25					
26					
27	0,8	10,9			
28					
29		3,8			
30		27,0	6,6		
31					

guidé le planteur puisque la plantation fut effectuée le 7 août.

— *Il est nécessaire que les plants reçoivent le maximum d'eau après plantation pour assurer la reprise.*

Avec la plantation réalisée le 7 août, le total de la pluie reçue fut de 225,7 mm après plantation ce qui est assez faible ; ceci est dû bien sûr à la faible pluviométrie de l'année 1973 mais est dû aussi à une date de plantation qui est quand même tardive.

La date de plantation correspondant au maximum d'eau après plantation serait ici le 3 juillet immédiatement après la première pluie importante de 30,6 mm, le total de pluies après plantation

s'élevant à 408,5 mm. C'est très certainement, *a posteriori*, la meilleure date de plantation, celle qu'il aurait fallu choisir. Je doute cependant qu'on puisse décider de planter aussitôt en saison, uniquement après la première pluie digne de ce nom ; il est certain que je ne l'aurais pas fait.

— *Il faut éviter de planter avant un trou de sécheresse.*

Cette péripiétie est impossible à prévoir et durant la période « normale » des pluies, c'est-à-dire de juillet à septembre, il ne faut pas en tenir compte. Ce serait par contre une erreur de planter fin mai ou début juin sous prétexte d'un bon démarrage de la saison car le risque est alors grand d'avoir une longue période de sécheresse.

Dans le cas examiné il est probable qu'au vu du démarrage de la saison des pluies j'aurais personnellement choisi de planter le 9 juillet, à défaut le 14, certainement pas après : j'aurais alors eu immédiatement après la plantation un trou de sécheresse de neuf jours du 17 au 25 juillet, nous verrons plus loin que les plants n'auraient probablement que peu souffert de cette sécheresse et qu'ils auraient bénéficié de 323,9 mm de pluie minimum après plantation.

— *Il ne faut planter que lorsque la pluviométrie cumulée est d'au moins 100 mm.*

Cette considération nous amène à planter le 14 juillet dans le cas particulier et c'est certainement une bonne date de plantation. Ceci est cependant loin d'être toujours réalisé : ces 100 mm peuvent être atteints dès la mi-juin et ce serait alors assez téméraire que de planter car on risque ainsi un trou de sécheresse de 20 ou 30 jours ; ils peuvent par contre être longs à arriver lorsque la saison des pluies est tardive ; il ne faut alors pas hésiter à planter dès les premières pluies : si dans le tableau Kaolack 1973, on imagine d'éliminer toutes les pluies tombées avant le 25 juillet, il ne faut absolument pas hésiter à planter dès le 31 alors que la pluviométrie cumulée ne serait que de 47,8 mm.

9.2. — UNE MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE LA MEILLEURE DATE DE PLANTATION

9.2.1. — Introduction.

La pluviométrie de l'année n'étant pas connue à l'avance, il semble logique de faire appel aux relevés pluviométriques des années antérieures afin de déterminer, en fonction du vécu, ce qui a des chances raisonnables de se reproduire.

C'est ce que nous avons tenté de déterminer à Niamey en 1971 en nous demandant « A partir de quelle date avons-nous, après une pluie, 75 % de chances d'avoir une autre pluie dans les trois jours ». La réponse à cette question suppose :

— que la saison des pluies est déjà assez bien installée sinon nous n'aurions pas ces 75 chances sur 100,

— que nous souhaitons éviter un trou de sécheresse,

— que nous souhaitons planter le plus tôt possible puisque notre intérêt porte sur la date « à partir de » laquelle on peut planter.

Une bonne part de subjectif subsistait puisque, tant les 75 % que les trois jours avaient été décidés *a priori*.

9.2.2. — Méthode utilisée.

a) POURCENTAGE DE CHANCES D'AVOIR UNE PLUIE LE JOUR x .

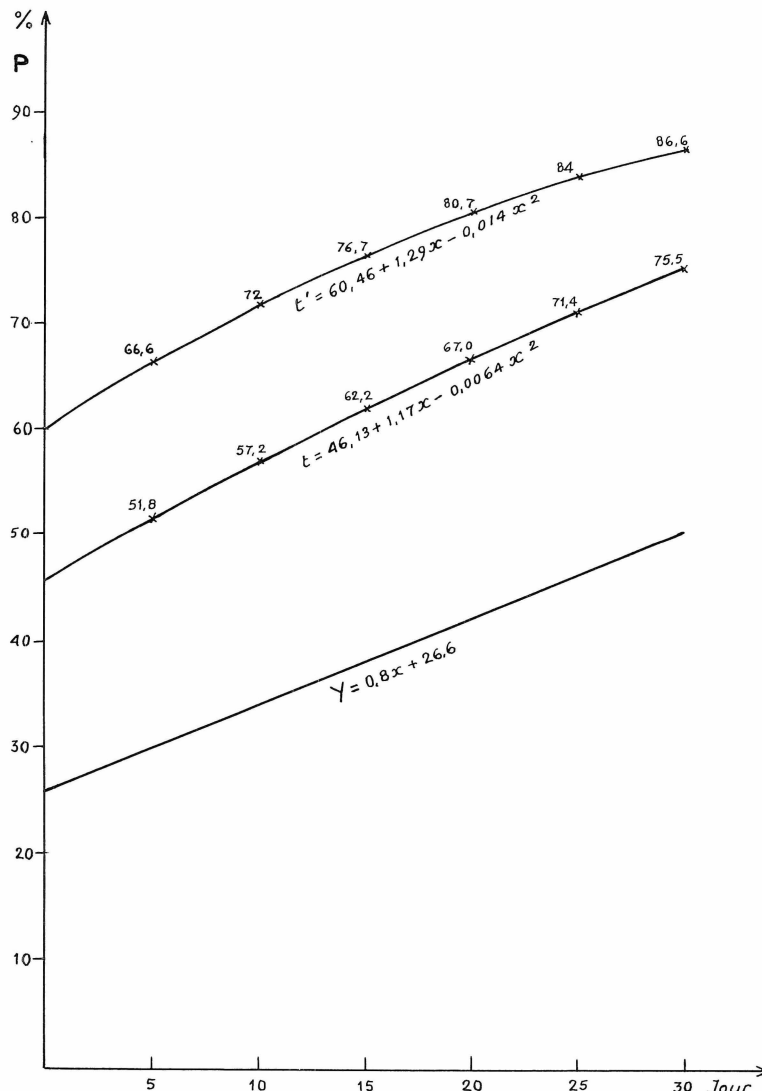
Nous avons en premier lieu dressé le tableau du nombre de pluies tombées jour par jour en juillet de 1943 à 1970 à Niamey.

La période de 28 ans nous paraissant assez faible, nous avons considéré que durant toute cette période la pluie était tombée le jour « x » un nombre de fois N tel que

$$Nx = \frac{Nx - 1 + Nx + Nx + 1}{3}$$

où $Nx - 1$, Nx , $Nx + 1$ représentent le nombre de fois où il a plu pendant cette période aux jours $x - 1$, x et $x + 1$.

Le pourcentage Y de chances d'avoir une pluie le jour x est donc égal à : $\frac{Nx \times 100}{28}$.



Il nous est alors possible de calculer la droite de régression donnant le pourcentage Y de chances d'avoir une pluie le jour x :

$$Y = 0,8x + 26,6.$$

b) POURCENTAGE DE CHANCES D'AVOIR UNE PLUIE AU MOINS DURANT UNE PÉRIODE DE DEUX JOURS.

Le pourcentage Y d'avoir une pluie le jour x étant : $Y = 0,8x + 26,6$, le pourcentage Z de ne pas en avoir est donc :

$$Z = 100 - Y = 73,4 - 0,8x.$$

Le pourcentage K de ne pas avoir de pluies durant deux jours de suite est donc :

$$\frac{K}{100} = \left(\frac{Z}{100}\right)^2 \quad \text{d'où} \quad K = \frac{(73,4 - 0,8x)^2}{100}$$

(en assimilant x à $x + 1$)

et le pourcentage t d'avoir au moins une pluie durant une période de deux jours est égal à :

$$t = 100 - K = 46,13 + 1,17x - 0,0064x^2.$$

c) POURCENTAGE DE CHANCES D'AVOIR UNE PLUIE AU MOINS DURANT UNE PÉRIODE DE TROIS JOURS.

Le même raisonnement donne les valeurs de t' pourcentage d'avoir une pluie au moins durant une période de trois jours :

$$t' = 100 - \left(\frac{Z}{100}\right)^3.$$

Ceci aboutit à une équation du troisième degré dans laquelle le terme en x^3 est très faible même pour $x = 30$, ce qui nous amène à l'éliminer et on obtient l'équation :

$$t' = 60,46 + 1,29x - 0,014x^2.$$

Les trois courbes correspondantes sont figurées sur un graphique.

On constate sur la courbe des t' que c'est approximativement le 13 juillet que nous avons 75 chances sur 100 d'avoir au moins une pluie entre le 12 et le 14 et la conclusion pratique est que :

Nous pouvons donc planter après la première pluie survenant à partir du 11 juillet.

Niamey — Pourcentage de chances d'avoir une pluie le jour x (courbe y) ; pourcentage de chances d'avoir au moins une pluie durant une période de deux jours (courbe t) ; durant une période de trois jours (courbe t').

d) REMARQUE.

Ce qui précède est valable si nous supposons que les pluies sont indépendantes les unes des autres ; autrement dit qu'il n'y a pas plus de chance d'avoir une pluie après un jour de pluie qu'après un jour sans pluie.

En fait, cette condition est pratiquement réalisée. Pour le montrer, nous avons établi le tableau suivant : il concerne les trente premiers jours de juillet :

	Suivi d'un jour avec pluie		Suivi d'un jour sans pluie		Total
Jour avec pluie...	131	39,6 %	200	60,4 %	331 100
Jour sans pluie....	203	39,9 %	306	60,1 %	509 100
Total					840

e) APPLICATION PRATIQUE.

Notre conclusion a donc été qu'on pouvait planter avec des chances sérieuses de succès après la première pluie relativement importante (environ 10 mm) survenant à partir du 11 juillet.

Nous avons appliqué cette règle en 1971, 1972, 1973 et 1974 et cela nous a permis de planter chaque année entre le 14 et le 20 juillet avec, chaque année, une bonne réussite des plantations.

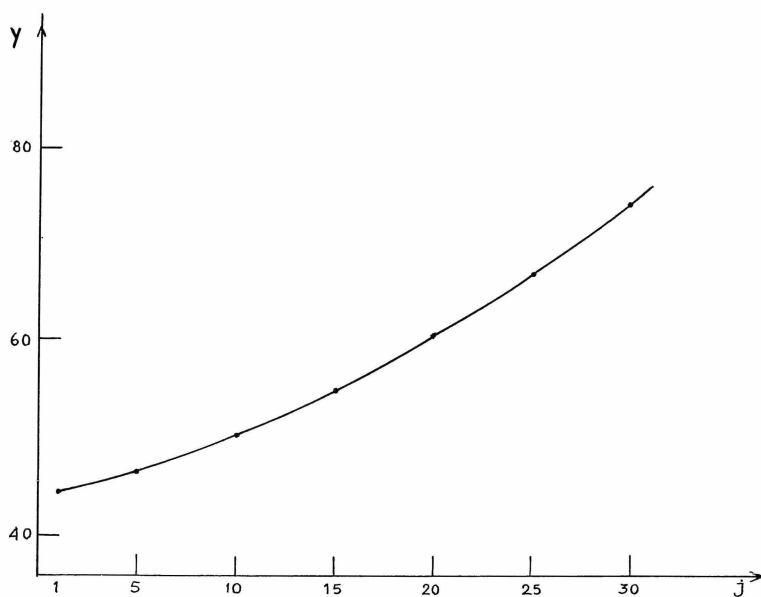
En procédant de cette manière en 1972, il nous a fallu attendre 16 jours pour que nos plantations reçoivent une pluie appréciable (entre le 17 juillet et le 3 août, les deux seules pluies tombées totalisèrent 3,4 mm). Or les Eucalyptus mis en place résistèrent remarquablement et nous nous sommes alors posé la question de savoir si nous n'aurions pas intérêt à planter plus tôt, le risque de période sans pluie étant compensé par la résistance des Eucalyptus sélectionnés. Cela fit l'objet d'essais date de plantation que nous examinerons un peu plus loin.

9.2.3. — Application de la méthode à Bambey, Kaolack, Ziguinchor.

a) BAMBEY.

Nous avons appliqué à Bambey (Sénégal) la méthode mise au point à Niamey et nous avons obtenu les valeurs suivantes pour Y (% de chance d'avoir une pluie le jour x)

Bambey (Sénégal) — Pourcentage Y de chances qu'il pleuve au moins une fois durant une période de trois jours centrée sur le jour « J » (mois de juillet).



et t' (% de chance d'avoir au moins une pluie au cours des jours $x-1$, x et $x+1$) :

$$Y = 0,7438x + 12,71$$

$$t' = 33,5 + 1,7x - 0,014x^2 + 0,00004x^3.$$

La droite des 75 % coupe la courbe t' entre le 1^{er} et le 2 août et la conclusion à donner est que sous le climat de Bambey on peut planter avec de bonnes chances de succès après la première pluie survenant à partir du 31 juillet.

Les calculs que nous avons faits pour Niamey et pour Bambey supposent que les pluies sont totalement indépendantes les unes des autres, ce qui n'est pas certain.

Pour éliminer ce biais il est possible de faire coller à un nuage de points donnant jour après jour le pourcentage de pluies observé pour les jours $j-1$, j et $j+1$, une courbe de la forme :

$$Y = a + bj + cj^2 + dj^3$$

comme nous l'avons vu pour Niamey et Bambey. Le terme d étant très faible nous avons préféré chercher les coefficients a , b et c relatifs à une équation de la forme :

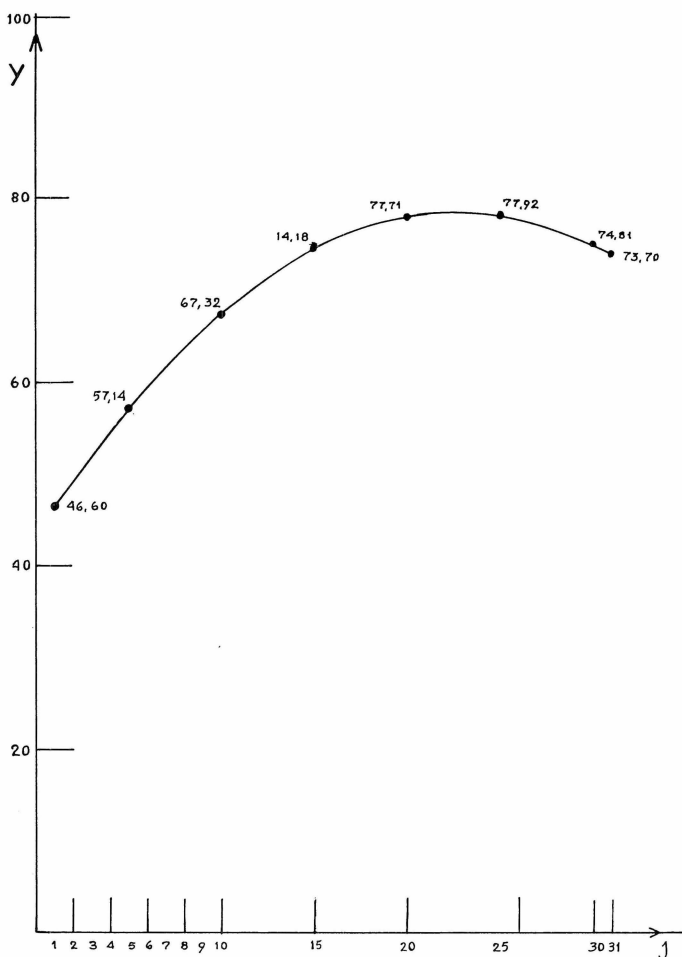
$$Y = a + bj + cj^2$$

en utilisant la méthode des moindres carrés pondérés.

Les calculs sont assez longs et aboutissent pour Bambey à l'équation :

$$Y = 44,0369 + 0,4522j + 0,019j^2.$$

Cette courbe, utilisant la méthode de la régression pondérée, coupe la droite des 75 % entre le 30 et le 31 juillet et nous obtenons donc un résultat identique à la 1^{re} méthode ce qui est assez satisfaisant



Kaolack (Sénégal) — Pourcentage Y de chances pour qu'il pleuve au moins une fois durant une période de trois jours centrée sur le jour « J » (mois de juillet).

La courbe représentative est une parabole représentée sur un graphique.

Le seuil de 75 % est atteint le 16 juillet et il continue à croître jusqu'au 22. Après cette date, le pourcentage de chances diminue et retombe au niveau 75 % le 29 juillet.

A notre sens il y a donc lieu de planter à partir du 16 juillet et de ne pas attendre trop longtemps alors pour le faire.

Il serait bon cependant de tracer la courbe globale pour juillet-août, la courbure de la parabole étant probablement moins brusque en réalité que ne le laisse apparaître celle résultant des calculs effectués sur juillet seulement.

Nous remarquerons qu'en appliquant cette règle nous aurions planté en 1973 à Kaolack ; soit le 14 juillet, en faisant une légère entorse à la règle ou, en l'appliquant strictement : le 28 juillet : Ces dates étaient certainement meilleures que celle qui a été adoptée en l'occurrence (7 août) puisqu'on a perdu ainsi le bénéfice de plus de 75 mm de pluie et une période minimale de dix jours permettant le démarrage de l'enracinement.

pour l'esprit encore que les deux courbes d'équation t' et Y soient loin d'être identiques.

b) KAOLACK (Sénégal).

Nous avons utilisé pour Kaolack la méthode de la régression pondérée que nous avons appliquée pour Juillet (nous possédions pour Kaolack non les chiffres exacts mais X = pluie, T = traces, nous n'avons pas tenu compte des traces).

Nous ne donnons pas le détail des calculs mais seulement le résultat :

$$Yj = 0,43636 + 0,030338 j - 0,00066485 j^2 .$$

c) ZIGUINCHOR.

Nous avons calculé le rapport Yj pour chacun des jours du mois de juillet. On s'aperçoit que le rapport Yj est supérieur à 75 % pour chacun des jours de ce mois. Notre hypothèse de base est donc vérifiée avant le 1^{er} juillet et il faudrait reprendre les calculs sur juin.

Il y a cependant lieu de remarquer qu'en ce qui concerne Ziguinchor, la quantité d'eau tombant annuellement et la durée de la saison des pluies sont suffisamment importantes pour que notre hypothèse de base n'ait plus qu'un faible intérêt dans le choix de la date de plantation.

9.3. — ESSAIS DATE DE PLANTATION

Comme nous l'avons indiqué au chapitre précédent, le fait de constater que des Eucalyptus avaient très bien résisté à un trou de sécheresse prolongé (période de 17 jours suivant la plantation avec seulement 3,4 mm de pluie) nous a conduit à repenser le problème de la date de plantation en nous demandant s'il n'y avait pas lieu de planter

plus tôt que nous ne le pensions en prenant le risque d'un trou de sécheresse après plantation.

Ceci amenait à réaliser des essais date de plantation. Trois essais furent ainsi mis en place : Station de l'Aviation (Niger) en 1973 (dispositif mono-arbre), Station de N'Dounga (Niger) en 1973 (blocs complets), Gonsé (Haute Volta) en 1976 : essai date

de plantation racines nues. Nous ne donnerons ici que les caractéristiques et les résultats de l'essai monoarbre Aviation 1973.

Traitements.

Vingt deux, correspondant aux dates de plantation du 27 juin au 13 août 1973.

Dispositif.

Monoarbre complètement randomisé, 45 répétitions sauf pour la date du 26 juillet où 225 plants furent mis en place (la raison en est que nous avions prévu de débiter l'expérimentation dès le début de juin ; l'absence de précipitations nous contraignit à retarder et les emplacements prévus pour être plantés avant le 27 juin furent mis en place le 26 juillet).

Espèce test.

Eucalyptus camaldulensis 8298.

Pluviométrie de l'année 1973 sur la station.

Pluviométrie totale 388,9 mm en 32 jours.

Résultats : Lors des mensurations d'octobre 1973, les résultats de cet essai en fonction des dates de plantation furent ceux indiqués dans le tableau de la page suivante.

Conclusions.

— Les plantations effectuées du 16 au 26 juillet ont donné les résultats les meilleurs.

— Les plantations effectuées du 27 juillet au 13 août accusent un retard de croissance mais pas de mortalité.

— Les plantations effectuées du 27 juin au 13 juillet sont les moins bonnes, du fait d'une certaine mortalité, mais il y a lieu de souligner le trou de pluviométrie de 14 jours qui est assez exceptionnel même sous le climat de Niamey (1^{er} au 15 juillet).

Ces résultats furent confirmés par les mensurations de novembre 1974.

Le second essai, implanté à N'Dounga en 1973, en blocs complets, portant sur les dates suivantes : 27 juin, 3 juillet, 9 juillet, 16 juillet, 19 juillet, 22 juillet, donne des résultats comparables à ceux de l'essai précédent.

	Avril	Mai	Juin				
Jour	19	22	11	18	24	27	30
P mm.....	1,2	3,8	4,0	0,5	17,7	0,5	8,2

	Juillet							
Jour	1	15	18	22	24	27	28	31
P mm.....	5,9	33,7	24,6	3,4	17,1	16,4	29,8	17,5

	Août						
Jour	2	3	9	10	13	17	21
P mm.....	20,6	13,3	1,0	44,3	2,9	1,4	37,7

	Septembre								Octobre	
Jour	1	3	10	11	13	15	17	27	3	9
P mm.....	0,5	11,7	1,0	3,1	5,9	20,9	19,8	9,4	3,6	8,4

Date de plantation	% reprise	Hauteur moyenne	Σ Hauteurs (1)	Classement selon le Σ des hauteurs
27 juin.....	93,3	115,5	4.855	18
29 juin.....	97,7	117,1	5.155	13
2 juillet.....	95,5	114,1	4.910	15
4 juillet.....	95,5	107,2	4.610	22
6 juillet.....	81,1	116,4	4.775	21
9 juillet.....	97,7	110,0	4.840	19
11 juillet.....	100	109,0	4.905	17
13 juillet.....	100	115,6	5.205	12
16 juillet.....	100	128,5	5.785	3
18 juillet.....	100	131,4	5.915	1
20 juillet.....	97,7	127,0	5.590	4
23 juillet.....	100	129,1	5.810	2
25 juillet.....	100	121,7	5.480	6
26 juillet.....	100	122,4	5.485	5
27 juillet.....	100	116,4	5.240	9
30 juillet.....	100	117,8	5.305	8
1 août.....	100	116,0	5.220	10
3 août.....	100	116,0	5.220	10
6 août.....	100	109,1	4.910	15
8 août.....	100	118,1	5.315	7
10 août.....	100	107,4	4.835	20
13 août.....	100	113,0	5.085	14

(1) La somme des hauteurs (Σh) intègre la reprise et la croissance, c'est une bonne valeur du point de vue expérimental.

9.4. — CONDITIONS CLIMATIQUES LORS DE LA PLANTATION

Il ne doit pas être indifférent de planter sous des conditions climatiques aussi variables que celles qui se présentent au cours de la saison des pluies :

— plantation sous la pluie ou immédiatement après,

— plantation par temps couvert relativement frais,

— plantation par temps clair aux heures fraîches de la journée,

— plantation par temps clair aux heures chaudes de la journée etc.

Or lorsque la date de plantation a été décidée la plantation se réalise des environs de 7 h du matin à 6 h du soir sans interruption, jour après jour, et seule une longue période sans pluie peut l'interrompre.

On est en droit de se demander s'il ne faudrait pas également arrêter de planter aux heures chaudes, quitte peut être à planter au cours de la nuit qui constitue vraisemblablement un bon moment de plantation.

Aucun essai n'a été jusqu'à présent mis en place pour étudier ce problème ; il serait le bienvenu.

9.5. — CONCLUSIONS

Les résultats des essais « date de plantation » n'ont pas profondément modifié notre point de vue sur le problème de la date de plantation :

— Il y a lieu de planter relativement tôt en prenant même éventuellement quelques risques sans cependant s'aventurer à planter trop tôt. Il est par exemple exclu, en zone continentale, sous l'isohyète 700 mm, de planter en mai ou début juin.

— Sous l'isohyète 600 mm, la meilleure date de plantation semble se situer aux alentours du 10-15 juillet et il y a peu de risques à planter derrière une pluie survenant au cours de cette période. On peut raisonnablement prendre le risque de planter dès le début juillet s'il semble que la saison des pluies est installée.

— Sous l'isohyète 800 mm, la meilleure date de plantation semble se situer début juillet mais on peut raisonnablement prendre le risque de planter au cours de la seconde quinzaine de juin s'il semble que la saison des pluies est installée.

A titre d'exemples, signalons que le C. T. F. T. Haute Volta a parfois planté dès le mois de juin : à Bazoulé, une plantation effectuée le 14 juin 1972 (*E. camaldulensis* 8298) eut une reprise de 98,17 %, une autre plantation effectuée le 24 juin 1972 (*E. camaldulensis* 8038) eut une reprise de 99,8 %. A Linoghin, une plantation effectuée les 17 et 18 juin 1973 (essai provenance *E. camaldulensis*) a eu une reprise de 97,46 % et la mortalité était, en fait, due à une attaque de termites.

— Sous l'isohyète 1.000 mm, la plantation peut se faire sans risque sérieux au cours de la seconde quinzaine de juin mais on peut le cas échéant, prendre le risque, de planter dès la première quinzaine.

— Ce qui vient d'être dit est valable pour l'Afrique continentale sèche. Ce n'est plus tout à fait le cas pour le Sénégal où l'arrivée des pluies est un peu plus tardive, la remontée du F. I. T. (Front Inter Tropical) étant plus lente du fait de la présence de l'anticyclone des Açores. Aussi les dates que nous avons indiquées sont-elles à retarder d'environ quinze jours dans le cas du Sénégal.

— Lorsqu'il s'agit de plantations étalées dans le temps, ce qui se produit pour les grandes superficies, nous pensons qu'il faut essayer au maximum de concentrer la période de plantation et il est nécessaire de savoir prendre quelques risques réfléchis. Pour une plantation de caractère industriel effectuée sous l'isohyète 800 mm par exemple, nous pensons que la moitié des plantations doit être effective le 15 juillet et que la totalité doit être en place dès le 31 juillet.

— Ces conclusions, de même que celles tirées au

chapitre traitant de l'écartement, nous amènent à dire ici quelques mots sur le remplacement des manquants, nous évitant ainsi un chapitre particulier : il n'y a pas lieu, en zone tropicale sèche de procéder à des remplacements, ni au cours de la saison d'implantation, ni au cours des saisons suivantes :

- Il ne faut pas remplacer au cours de la première saison des pluies car on ne peut déterminer les plants à remplacer qu'environ un mois après la plantation. La période de pluie à courir est alors trop courte pour que ces remplaçants aient de grandes chances de survie.

- Il ne faut pas remplacer au cours des saisons suivantes car la concurrence entre plants est telle au cours de la période sèche que les remplaçants auront toujours une croissance très retardée par rapport à leurs « anciens ».

Une plantation sera donc réussie ou ratée mais un demi échec ne se rattrapera pas.

— Enfin il peut sembler opportun d'étudier l'influence des conditions climatiques lors de la plantation (ensoleillement, hygrométrie, température).

X. — MODE DE PLANTATION

10.1. — INTRODUCTION

Le mode de plantation est loin d'être sans influence sur la réussite d'une plantation. Si la réalisation de boisements par semis direct est abandonnée depuis longtemps en zone sèche sauf dans des cas tout à fait particuliers (gommiers, anacardiés), il n'en demeure pas moins que des plantations effectuées en stumps (notamment avec *Cassia siamea*) ou racines nues (notamment avec *Azadirachta indica*) sont parfois réussies dans des zones où la pluviométrie moyenne annuelle est faible, du fait de conditions climatiques particulièrement favorables, ce qui rend plus difficile l'adoption presque généralisée de la plantation en pots que nous préconisons pour ces régions.

Nous allons tenter de démontrer cette prééminence de la plantation en pot, notamment dans les

zones les plus sèches (moins de 700 mm). Pour les zones plus humides où la plantation en stumps ou la plantation racines nues peuvent se justifier (notamment en ce qui concerne le *Gmelina* et le Teck), nous nous pencherons surtout sur le cas de l'*Eucalyptus camaldulensis*, en nous demandant s'il est possible de réaliser des plantations racines nues avec cette espèce ; nous verrons également ce qu'il y a lieu de penser de la plantation avec section au collet.

Nous aborderons aussi certains cas où la technique du semis direct est envisageable et nous terminerons en détaillant la technique de réalisation d'une plantation en pots, technique la plus utilisée, en donnant quelques indications sur les coûts.

10.2. — L'ESSAI « TECHNIQUE D'AFFORESTATION EN ZONE SUBARIDE AU CAMEROUN »

Cet essai a été mis en place en 1956 à Mayo Ibbe près de Maroua (Cameroun) par R. LETOUZEY qui l'a décrit dans un article paru dans « Bois et

Forêts des Tropiques » (cf. Bibliographie). R. LETOUZEY a le mérite d'avoir été le premier à étudier d'une manière correcte les problèmes de date et de

mode de plantation en zone sèche et il nous semble donc important de retracer ici rapidement cet essai.

Traitements.

Trois modes de mise en place : semis direct, stumps, plants en pots.

Dix huit dates de plantation : les 1^{er}, 10 et 20 de chaque mois de mai à octobre.

Deux espèces test : *Cassia siamea* et *Albizia lebbek*.

Dispositif.

Monoarbre complètement randomisé.

Quarante répétitions par traitement soit, $3 \times 18 \times 2 \times 40 = 4.320$ emplacements de plantation.

C'est donc un essai particulièrement lourd.

Pluviométrie.

La pluviométrie moyenne de Maroua est de 804 mm, mais la pluviométrie 1956 fut particulièrement abondante : 1.119 mm, dont nous donnons la répartition pour les mois de juin à septembre (en mm), ci-contre :

Juin			Juillet		
1 ^{re} décade	2 ^e décade	3 ^e décade	1 ^{re} décade	2 ^e décade	3 ^e décade
86,0	72,4	58,5	18,8	70,6	221,5

Août			Septembre		
1 ^{re} décade	2 ^e décade	3 ^e décade	1 ^{re} décade	2 ^e décade	3 ^e décade
22,7	152,7	133,3	78,9	58,1	36,6

Résultats.

Comme le précise M. LETOUZEY dans son article : « Les contrôles furent effectués aux dates prévues mais les termites dévorèrent ultérieurement le carnet de contrôle, seule opération que le minutieux protocole d'expérimentation n'avait pas prévu ! »

Nous donnons ci-après les résultats pour *Cassia siamea* :

	Semis direct /40	Stumps /40	Plants en pots /40	Total /120
1 ^{er} mai.....	0	0	0	0
10 mai.....	0	0	0	0
20 mai.....	0	0	0	0
1 ^{er} juin.....	6	0	5	11
10 juin.....	0	4	27	31
20 juin.....	1	5	34	40
1 ^{er} juillet.....	1	7	38	46
10 juillet.....	7	5	34	46
20 juillet.....	5	23	34	62
1 ^{er} août.....	4	10	10	24
10 août.....	6	17	36	59
20 août.....	2	1	28	31
1 ^{er} septembre.....	2	12	32	46
10 septembre.....	4	23	34	61
20 septembre.....	0	13	13	26
1 ^{er} octobre.....	0	2	18	20
10 octobre.....	0	1	4	5
20 octobre.....	0	0	1	1
	38/720	123/720	348/720	509/2.160
Totaux		509/2.160		

Résultats.

Outre que cet essai corrobore, même en année très pluvieuse (il a encore plu plus de 50 mm en octobre) ce que nous avons exposé sur la date de plantation, il montre bien quelles différences importantes on obtient selon le mode de plantation et il est certain que la plantation en pot donne des résultats bien supérieurs à la plantation en stumps

sans parler du semis direct qui donne pratiquement toujours des résultats quasiment nuls.

Nous noterons que le pourcentage de reprise des plants en pot même durant la meilleure période de plantation (20 juin-20 juillet) n'est cependant pas excellent (87,5 %), nous pensons que ceci est le résultat d'un travail du sol un peu trop léger (labour simple).

10.3. — ESSAI « COMPARAISON PLANTATION EN POTS, PLANTATION RACINES NUES », N'DOUNGA (NIGER) 1972

Trois essais comparant plantation en pots, plantation racines nues ont été mis en place à la station de N'Dounga (Niger) en 1972. Ces essais portaient sur le Neem (*Azadirachta indica*), *Cassia siamea* et *Dalbergia sissoo*. Nous citons ici celui relatif au Neem.

Traitements.

Deux groupes de traitements, l'un plantation racines nues, l'autre plantation en pots (un second objet de l'expérimentation porte sur l'âge des plants à la plantation).

Dispositif.

Blocs complets, quatre répétitions, 25 plants par plateau, 12 plateaux par bloc.

Espèce test.

Azadirachta indica.

Plantation.

Juillet 1972.

Remarque importante.

La pluviométrie cumulée de l'année a été de 281 mm sur la station.

Résultats.

Traitement	Date de semis	Pourcentage de reprise
Racines nues.....	5/10/71	20
Racines nues.....	5/11/71	17
Racines nues.....	16/11/71	29
Racines nues.....	4/12/71	37
Racines nues.....	5/01/72	31
Pots	4/10/71	81
Pots	5/11/71	88
Pots	4/12/71	80
Pots	5/01/72	77
Pots	19/02/72	34
Issus de semis naturels repiqués en planche, 9/71.....	Inconnue	28
Issus de semis naturels repiqués en pots, 9/71.....	Inconnue	88

Conclusions.

Si on examine ces résultats globalement on constate un pourcentage moyen de reprise de 27 % pour les racines nues et de 74,7 % pour les pots.

Ces pourcentages de reprise sont faibles d'autant qu'ils ont été obtenus en station alors que toutes les conditions de réussite liées à la technique étaient réunies. Ces pourcentages médiocres sont dus à la très faible pluviométrie de l'année 1972 : 281 mm, pluviométrie insuffisante pour réussir toute plantation.

C'est probablement cette faible pluviométrie qui a accentué les écarts entre la reprise des plants mis racines nues et des plants mis en pots démontrant ainsi la forte supériorité des pots sur les racines nues sous ces climats.

Nous noterons d'ailleurs que l'essai tentait également de déterminer la meilleure date de semis pour le Neem et que celle-ci se situe dans le dernier trimestre de l'année précédant la plantation : Une plantation de Neem réalisée en 1972 avec des plants en pots issus de semis de novembre, aboutit à un pourcentage de reprise de 88 %, pourcentage très satisfaisant pour une plantation réalisée une année aussi sèche.

Une fois de plus nous constatons combien le respect des techniques peut être important pour la réussite d'une plantation : mêmes techniques, même sol, même climat et d'un côté on obtient 30 % en racines nues, 88 % en pots, d'un côté un échec, de l'autre une réussite !

Signalons que les essais analogues effectués sur *Cassia* et *Dalbergia* ont donné des résultats identiques qui ne font que confirmer la supériorité du pot sur la racine nue :

% de reprise	Pots	Racines nues
<i>Cassia siamea</i>	92,9	28,7
<i>Dalbergia sissoo</i>	77,5	50,3

Ce que nous venons de dire sur l'avantage des plantations en pots est valable pour les zones les plus sèches : isohyète 700 mm et en dessous. Cette conclusion doit être plus nuancée dès que la pluviométrie augmente et il n'est pas rare de voir des boisements réussis, notamment en Neem mais aussi en *Khaya senegalensis*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Cassia siamea*, etc..., boisements effectués à partir de stumps ou de racines nues.

10.4. — EST-IL POSSIBLE DE PLANTER L'EUCALYPTUS RACINES NUES ?

Il est cependant certain que, même sous une pluviométrie assez forte, la plantation en pots se révèle techniquement meilleure que les autres

modes de plantation. Il est symptomatique, à cet égard, de constater que pour la réalisation de vastes plantations de *Gmelina arborea*, bien que

traditionnellement effectuées avec un certain succès à partir de racines nues, le Mali a pourtant opté pour la plantation en sac de polyéthylène et MORY KEITA (cf. Bibliographie) énumère les raisons de ce choix :

- meilleure reprise à la plantation,
- résistance aux jours sans pluie,
- meilleure forme,
- production en pépinière beaucoup plus économique.

Des considérations autres que techniques peuvent cependant amener à préférer un mode différent de plantation car la technique de plantation en pot présente un certain nombre de désavantages qui deviennent des contraintes énormes sur les grands chantiers de reboisement :

- exportation importante de terre de la pépinière ;
- poids et encombrement des plants occasionnant de gros problèmes d'approvisionnement du chantier, d'autant que la plantation doit être réalisée en un court laps de temps. Ceci suppose pour de grands reboisements un nombre important de camions et une excellente organisation. C'est certainement le reproche le plus sérieux qui puisse être fait à la plantation en pot ;
- difficultés de distribution de plants sur le chantier, difficultés liées également au poids et à l'encombrement des pots : avec un poids de 1,8 kg/plant il est difficile de porter plus de 10 à 12 plants (environ 20 kg) et les distances entre lieu de dépôts des plants et lieu de plantation peuvent parfois atteindre plus de 500 m aller-retour. On conçoit donc combien la distribution est un facteur contraignant dans l'organisation du chantier.

C'est pourquoi, *Eucalyptus camaldulensis* semblant être l'une des meilleures essences de reboisement à partir de l'isohyète 800 mm, l'étude de la possibilité de planter cette essence racines nues a-t-elle été effectuée en Haute-Volta depuis 1971 et continue-t-elle à faire partie des préoccupations de la recherche.

10.4.1. — L'ESSAI RACINES NUES, GONSÉ (HAUTE-VOLTA) 1971.

En 1971 a été implanté à Gonsé (Haute-Volta) un premier essai racines nues. Le but de cet essai était de tester l'emploi d'un produit d'enrobage des racines (l'alginate) qui doit les protéger du dessèchement.

Traitements.

- P : Plant élevé en pots, recépé 10 cm avant transport, plantation normale le 16/7.
- T 1 : Plant élevé en pots, recépé 10 cm avant transport, mis racines nues, trempage dans l'alginate 15 h le 15/7, stockage en sac polyéthylène, plantation le 16/7.

T 2 : *Idem* T 1, plantation le 19/7, sacs mis en jauge entre temps.

T 3 : *Idem* T 1, plantation le 22/7, sacs mis en jauge entre temps.

Dispositif.

Blocs complets, trois répétitions, 25 plants par plateau.

Espèce test.

Eucalyptus camaldulensis 8411.

Résultats.

Comptage du 21/10/71.

Traitement	Hauteur moyenne en m	Taux de reprise	Nombre total de morts
P	1,05	98,7	1
T1	0,95	98,7	1
T2	0,92	98,7	1
T3	0,86	96,0	3

Les premiers résultats de cet essai montrent que la plantation racines nues, avec alginate, a abouti à un pourcentage de reprise équivalant à celui d'une plantation en pots mais accuse un retard en croissance.

10.4.2. — L'ESSAI RACINES NUES, DAGOUMA (HAUTE-VOLTA) 1975.

Les résultats de cet essai et d'un essai parallèle mené également à Gonsé en 1971 laissent à penser que la plantation racines nues de l'*Eucalyptus camaldulensis* est possible, et c'est pourquoi un essai a été mis en place à Dagouma (Haute Volta) en 1975.

Traitements.

- 1) Plants élevés en pots, mis racines nues, traitement alginate le 14/7, plantation haute tige 15/7.
- 2) Plants élevés en pots, mis racines nues le 14/7, groupés en sac plastique, plantation haute tige 15/7.
- 3) Plants élevés en pots, recépés à 15-20 cm, mis racines nues, traitement alginate, plantation 15/7.
- 4) Plants élevés en pots, recépés à 15-20 cm, mis racines nues, groupés en sac plastique, plantation 15/7.
- 5) Plantation en pots le 15/7 (témoin).
- 6) Plantation en pots, plants recépés à 15-20 cm.
- 7) Plants élevés en planches, cernage à 10-15 cm de profondeur un mois avant la plantation, recépés à 15-20 cm, plantation le 15/7.

- 8) *Idem* n° 7, cernage 15 jours avant la plantation, recépés, plantation le 15/7.
- 9) Plants élevés en planches, non cernés, stumps moyens (20 cm de tige, 20 cm de racines), plantation le 15/7.
- 10) Plants élevés en planches, non cernés, on laisse 20 cm de racines, plantation haute tige le 15/7.

Dispositif.

Blocs complets, six répétitions, placeaux de 4 × 4 plants, à 4 m × 4 m. Un rang de bordure constitué de plants ayant subi le même traitement que celui appliqué sur le plateau contigu.

Espèce test.

Eucalyptus camaldulensis.

Plantation.

15 juillet 1975.

Résultats.

Comptage du 10 décembre 1975.

Traitement	10/12/75		
	ΣH (1)	H_m	%
1 RN HT A.....	131	1,39	97,9
2 RN HT pl.....	135	1,44	97,9
3 RN rc A.....	112	1,17	98,9
4 RN rc pl.....	113	1,20	97,9
5 P HT.....	149	1,58	97,9
6 P rc.....	133	1,39	100
7 Pl C30 rc pl.....	108	1,18	94,8
8 Pl C15 rc pl.....	114	1,20	98,9
9 Pl rc 20 cm de racines pl.....	92	1,01	94,8
10 Pl HT 20 cm de racines pl.....	84	1,05	82,3

(1) ΣH : somme des hauteurs exprimée en m, expression intégrant hauteur moyenne et % de reprise.
 Abréviations :
 RN : Racines nues issues de pots.
 Pl : Racines nues issues de planches.
 HT : Haute tige.
 rc : recépé à 15, 20 cm au-dessus du collet.
 A : Traitement alginaté.
 C : Cernage des plants 15 ou 30 j avant la plantation.
 P : Plants en pots.
 Pl : Plants entreposés en sac plastique.

Conclusions.

Les pourcentages de reprise sont très bons pour la quasi totalité des traitements sauf pour les 7 et 9 et surtout le 10 (plant issu de planche, racines nues, 20 cm de racines mis en place en haute tige), ce traitement est à éliminer.

Les plants en pots donnent les meilleurs résultats mais certains traitement racines nues sont très proches et en particulier le traitement 8 : plant issu de planche, cerné quinze jours avant plantation, recépé, entreposé en sac plastique, est très encourageant car les traitements 1 à 4 sont difficiles à vulgariser, puisqu'il s'agit de plants produits en pots et mis en place racines nues, il y a tout intérêt à ce que les plants puissent être produits directement racines nues.

Le traitement 8, s'il se confirme valable dans l'avenir, pourrait être vulgarisé ce qui présenterait de nombreux avantages :

— Semis directs en planches éliminant la formalité du repiquage, les pertes au moment du repiquage, les crosses de repiquage.

— Suppression des transports et déplacements de plants en pépinière, économie de temps et de main-d'œuvre.

— Possibilité éventuelle de faire des semis plus tardifs du fait de l'absence de crise de repiquage.

— Facilité de préparation et de transport : 12.000 plants dans une 404 au lieu de 400 ; quel que soit le moyen de transport utilisé, 30 fois moins de rotation de véhicules.

— Pas ou peu de pertes en terre en pépinière : 625.000 plants utilisés pour une plantation en pots de 1.000 ha correspondent à une exportation de 1.125 t de terre qu'il faut compenser par un apport extérieur et par des transports correspondants.

— Possibilité d'éliminer les mauvais enracinements.

— Pas de risque de destruction de feuillage pendant le transport en cas de récépage.

Nous croyons suffisamment à la rusticité des *Eucalyptus camaldulensis* actuellement sélectionnés pour penser que ces résultats seront confirmés. La méthode n'est cependant pas encore bien au point puisque d'une part, nous l'avons vu dans la partie « Techniques de pépinières », les techniques de production d'*Eucalyptus* en planche ne sont pas encore parfaitement maîtrisées ; d'autre part et surtout, il faut que de nouveaux essais soient mis en place, respectant, scrupuleusement les techniques déjà acquises (travail du sol, écartement, entretien, etc...) et les impératifs de l'expérimentation statistique, essais destinés à confirmer les espérances actuelles.

Différences significatives au seuil 0,95 pour la ΣH :

5 2 6 1 8 4 3 7 9 10

10.5. — LA SECTION AU COLLET

Il est parfois recommandé, dans certaines zones sèches, de sectionner le plant un peu au-dessus du

collet au moment de la plantation. Cette technique permettrait une meilleure reprise en limitant

l'évapotranspiration du plant au moment de sa transplantation.

En Afrique tropicale sèche la plantation s'effectue au cours de la saison des pluies, à une période où le climat a des caractéristiques de climat tropical humide : pluviométrie relativement abondante, forte hygrométrie de l'air, nébulosité, températures assez modérées. On est donc en droit de se demander si la technique de la coupe au collet est bien appropriée.

Dans cet esprit un essai coupe au collet a été mis en place à la station de N'Dounga (Niger) en 1971 :

Traitements.

T 1 : Plants normaux, plantés en pots, non sectionnés.

T 2 : *Idem* mais plants sectionnés immédiatement après plantation à 5 cm au-dessus du collet.

Dispositif.

Monoarbre, 133 répétitions.

Espèce test.

Eucalyptus camaldulensis 8298.

Plantation.

17 juillet 1971.

10.6. — LE SEMIS DIRECT

Lors de l'examen de l'essai mis en place au Nord Cameroun par M. LETOUZEY, nous avons vu combien le semis direct aboutissait à des résultats mauvais. Cette technique peut cependant être utilisée :

— dans le cas de la régénération des peuplements arbustifs du Sahel, en association avec un travail superficiel du sol et avec la mise en défens, il s'agit alors d'un problème distinct de la réalisation d'un boisement et nous ne le traiterons donc pas ici,

— dans certaines zones climatiques et pour certaines espèces, il est cependant possible de réussir des boisements à partir de semis direct. Nous citerons le cas des gomméraires dans le Sahel, le cas de l'Anacardier en zone soudanienne, le cas du *Gmelina* sur la façade atlantique en Gambie.

10.6.1. — Gomméraires réalisées par semis direct.

Il est aisé de réaliser et de réussir une plantation de gommiers (*Acacia senegal*) à partir de plants de 2 à 3 mois produits en pépinière. Cela coûte cher et cela n'est certainement pas rentable. On

Résultats en décembre 1971.

	H_m	%
Plants sectionnés.....	0,74	98,15
Plants non sectionnés.....	1,15	99,25

Conclusions.

La section au collet n'occasionne pas une meilleure reprise et entraîne par contre un retard de la croissance. D'autres inconvénients de cette méthode existent pour certaines espèces d'Eucalyptus : formation d'une baïonnette à la base du tronc dépréciant le produit et porte ouverte probable aux parasites.

Ces résultats ont été confirmés par l'essai racines nues réalisé à Dagouma (Haute-Volta) en 1971, essai que nous avons déjà examiné (cf. § 10.4.2 ci-dessus) et dont nous tirons les résultats suivants :

	H_m	%
Plants en pots sectionnés.....	1,39	100
Plants en pots non sectionnés.....	1,58	97,9
Plants racines nues sectionnés.....	1,20	97,9
Plants racines nues non sectionnés.....	1,44	97,9

Pour une plantation en pots il n'y a donc aucune raison de procéder à la section au collet. Ceci est à préciser en ce qui concerne la plantation racines nues réalisée avec des plants issus de planches.

peut donc être tenté d'avoir recours au semis direct pour la réalisation de gomméraires.

C'est une technique bien connue du paysan soudanais mais c'est probablement une technique dont l'emploi requiert des conditions particulières pour être utilisée sur une large échelle :

10.6.1.1. — L'ASSOCIATION AGRICULTURE-GOMMERAIE AU SOUDAN.

C'est la technique du semis utilisée dans le Kordofan et le Darfur soudanais qui fait que le Soudan est le premier producteur mondial de gomme arabique avec 70 à 80 % de la production mondiale.

La gomméraire remplace dans ce cas la jachère forestière et elle est incluse volontairement dans la rotation agricole du type 5 ans de mil, 15 ans de gommiers ou 5 ans de mil, 20 ans de gommiers.

Les terres étant appropriées, le paysan sème les gommiers lors de sa dernière année de mil, gommiers qui sont entretenus et protégés dans leur jeune âge. La gomméraire lui appartenant, le paysan

pratique la saignée et les rendements sont optimaux. Lorsque la production de gomme vient à décroître, entre la 15^e et la 20^e année, les gommiers sont abattus et le terrain est remis en culture.

C'est certainement la meilleure technique pour le développement de la gommieraie artificielle, car elle est menée par la population paysanne qui est propriétaire et qui perçoit effectivement un revenu important, ce qui la conduit à protéger et à bien exploiter ses gommieraies.

10.6.1.2. — CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR RÉUSSIR UNE GOMMERAIE PAR SEMIS.

L'*Acacia senegal* est une espèce qui développe extrêmement vite son système racinaire, ce qui fait qu'un jeune plant, ayant eu deux mois de saison des pluies, peut aisément passer la saison sèche s'il n'est pas la proie du bétail ou du feu.

Nous avons vu, près de N'Djamena au Tchad, des jeunes gommiers semés très tardivement le 20 août 1975. A la mi-novembre, leur racine avait plus d'un mètre de long et ils avaient toutes les chances de survivre.

L'enrichissement de sols propices au gommier est donc une opération possible et des premiers essais ont été faits dans ce sens au Tchad dès 1964 (11 parcelles d'expérience à Abéché). D'autres essais ont eu lieu par la suite mais nous devons constater avec regret qu'aucun de ces essais n'a jamais été suivi suffisamment longtemps pour en tirer tous les enseignements.

De nouveaux essais ont été entrepris au Tchad en 1973 et 1974 dans le cadre d'un projet « gomme » financé par le Fonds Européen de Développement. Ces essais montrent que la réussite en première année est tout à fait possible, ce que nous savions d'ailleurs déjà, mais selon les conclusions de l'expert M. ROQUE, le travail préalable du sol (labour au tracteur) doit avoir lieu après l'apparition du tapis herbacé et alors qu'il reste au moins 250 mm de pluie potentielle à tomber. Cela lui permet de déterminer, pour un certain nombre de stations, le nombre de jours durant lesquels le travail du sol et le semis sont possibles :

Ces intervalles sont extrêmement courts surtout lorsqu'on considère que l'optimum écologique du gommier se situe aux alentours des isohyètes 300-350 mm.

Nous pensions personnellement, mais nous n'en avons pas l'expérience effective, qu'il était possible d'effectuer labour et semis de janvier à juin, ce qui permettrait de faire de grandes surfaces, d'utiliser au mieux le matériel qui servirait d'octobre à décembre à effectuer les pare-feu et ainsi d'asseoir un projet rentable. Nous regrettons que le projet F. E. D. n'ait pas entrepris des essais dans ce sens, ce qui aurait permis d'estimer le risque calculé d'une telle opération (pourcentage de surfaces réussies par rapport aux surfaces ensemencées).

10.6.1.3. — CONCLUSIONS.

Si travail du sol et semis doivent avoir lieu durant une période brève, il est exclu de pouvoir penser à une utilisation sur une vaste échelle de ce procédé et celui-ci ne pourra être étendu que s'il est réalisé manuellement par des paysans : selon les chiffres de M. ROQUE, un tracteur fait 12 ha par jour s'il ne fait que parcourir quelques bandes et 4 ha par jour s'il parcourt tout le terrain ; si sa période d'utilisation est de 20 jours, un tracteur ne réalisera donc que 240 ha par an.

Par contre la vulgarisation de ce procédé auprès de la population est théoriquement possible et c'est d'ailleurs ce qui se pratique, nous l'avons vu au Soudan. Elle ne peut cependant se faire qu'en milieu paysan et non en milieu éleveur ce qui devrait en limiter la diffusion, les zones propices au gommier n'étant pas, sauf exception, des zones où l'agriculture est pratiquée.

10.6.2. — Les plantations d'Anacardier.

L'Anacardier (*Anacardium occidentale*) est une espèce introduite en Afrique tropicale sèche où elle donne des résultats satisfaisants à partir de l'isohyète 800 mm et plus.

Elle est essentiellement plantée pour la production de la noix de cajou ou de la pomme cajou,

Stations	Moyenne pluviométrique en mm	Date à laquelle une hauteur de pluie de 50 mm est atteinte	Date à partir de laquelle on a encore 250 mm de pluie	Intervalle jours
Guereda	496	4/7	7/8	34
Triba	307	10/7	12/7	2
Biltine	310	6/7	8/7	2
Abéché	465	25/6	4/8	40
Oum Hadjer	462	28/6	7/8	40
Ati	424	1/7	1/8	31
Djedaa	432	21/6	31/7	40
Mao	321	7/7	13/7	6
Bol	328	12/7	23/7	11
Ngouri	352	2/7	18/7	16
Moussoro	361	2/7	22/7	20
Massakory	473	20/6	7/8	48
Massaguet	449	19/6	1/8	43
Bokoro	579	7/6	11/8	65

mais on peut aussi l'utiliser pour la réalisation de brise vent et même pour la production de bois de chauffage.

Les plantations réalisées avec cette espèce sont souvent effectuées par semis direct, trois graines par poquet, avec élimination des plants surnuméraires là où plusieurs graines ont germé.

Cependant, au moins entre les isohyète 800 et 1.000 mm (et même en dessous où l'espèce est parfois utilisée), la plantation en pot donne de meilleurs résultats ce qui ne prouve pas qu'on doive systématiquement abandonner la technique du semis direct, moins onéreuse et plus facilement vulgarisable auprès des populations.

L'essai suivant montre les différences entre plantation en pots et semis direct. Il s'agit d'un essai effectué à Dinderesso (Haute-Volta) en 1970.

Traitements.

P : Plantation en pots.

PE : *Idem* + engrais.

S : Semis direct.

SE : *Idem* + engrais.

L'engrais a consisté en un épandage d'engrais « coton » : 19 — 35 — 0 + 7 S.

Dispositif.

Carré latin, placeaux de $6 \times 6 = 36$ plants.

Résultats.

	Décembre 1970		Juillet 1971	
	H_m	%	H_m	%
PE	0,59	94,4	1,18	94,4
P	0,52	91,0	1,01	91,0
SE	0,44	75,7	0,81	75,7
S	0,39	78,5	0,75	77,1

Différences significatives au seuil 0,95 en ce qui concerne la hauteur moyenne :

Décembre 1970 :	PE	P	SE	S
Juillet 1971 :	PE	P	SE	S

Conclusions.

Les différences sont significatives entre Pots et Semis, en faveur des pots, si on considère les couples PE — SE ou P — S pour les deux comptages.

Les pourcentages de reprise sont bien meilleurs pour les pots que pour le semis direct.

Malgré une croissance légèrement retardée et un pourcentage plus faible, les parcelles effectuées par semis direct sont cependant encore correctes et présentent l'avantage de coûter bien moins cher

et de limiter au maximum les problèmes de transport et de distribution.

C'est pourquoi le service forestier voltaïque (Inspection Forestière de Bobo Dioulasso) a utilisé la technique du semis direct avec engrais lors de la réalisation, en 1972, d'un boisement d'environ 500 ha.

10.6.3. — Le semis direct de *Gmelina*.

Sous le climat guinéen Basse Casamance, considéré par AUBREVILLE comme un sous climat maritime du climat sahélo-soudanais, la Gambie a adopté la technique du semis direct pour la réalisation de boisements de *Gmelina arborea* (pluviométrie Yundum 1.205 mm, indice des saisons pluviométriques 5-0-7, ETP Penman 1.422 mm).

M. Mc EWAN a exposé cette technique. Elle est certainement utilisable en Casamance (Sénégal) et en Guinée Bissau mais sûrement non diffusable aux climats continentaux.

RÉCOLTE DES GRAINES :

Elle est effectuée dans des peuplements de *Gmelina* de plus de 5 ans ; les fruits sont ramassés sur le sol par les femmes et les graines sont extraites par pression entre deux pièces de bois. Ces graines sont vendues au service forestier à un prix correspondant au salaire de 4 H/J/kg. Ces graines sont utilisées environ 1 mois après la récolte.

PRÉPARATION DU SOL :

Le défrichement du terrain est exécuté sous contrat. Ensuite charbonniers et marchands de bois viennent retirer le bois, les grumes étant dirigées vers une scierie d'Etat. Le terrain est alors brûlé et on prépare des bandes de plantation espacées de 3 m.

SEMIS :

L'ensemencement se pratique fin juin début juillet quand le sol est humide. Chaque bande est ensemencée à raison de trois graines par mètre. La germination se produit environ 10 jours plus tard.

TAUNGYA :

Les terres destinées au boisement sont cultivées au cours de la première année. Le paysan s'engage à ne pas endommager les plants de *Gmelina* pendant le sarclage et la récolte d'arachide et de supprimer les plantes grimpantes éventuelles.

SARCLAGE :

Mis à part les sarclages effectués par les paysans dans leur culture d'arachide, un sarclage supplémentaire est effectué à la fin de la saison des pluies.

DÉPRESSAGE :

La plantation ainsi réalisée est à 1 m × 3 m. Elle est ramenée à 2 m × 3 m au cours de la seconde année par dépressage et regarnis éventuels.

PROTECTION :

Le *Gmelina arborea* étant très apprécié des grands ruminants, une clôture de cinq rangées de fils barbelés est mise en place autour de toutes les plantations.

10.7. — PLANTATION EN POTS, TECHNIQUES A UTILISER ET COÛTS

La plantation en pots étant de loin celle qui doit être la plus employée, nous pensons qu'il est bon de détailler le processus de plantation afin d'éviter des erreurs commises dans le passé.

Une plantation à partir de plants en pots est effectuée avec trois équipes :

— une équipe de distribution qui dépose un plant au pied de chaque piquet ;

— une équipe de trouaison qui creuse le trou de plantation à l'emplacement du piquet ;

— une équipe de plantation qui prend le pot, coupe le fond de celui-ci à 1,5 cm, fend d'un coup de couteau le sac plastique, place celui-ci dans le trou de plantation, **retire le sac plastique**, rebouche avec la terre précédemment retirée, tasse légèrement le plant à l'aide des pieds.

Il était nécessaire de redonner cette explication car il nous est arrivé de voir des plants mis en place avec le sac, ce qui entraîne la mort du plant à plus ou moins brève échéance.

Le fait de couper le fond de pot est destiné à couper la crosse formée par les racines au contact du fond du pot. Avec beaucoup d'espèces, notamment avec les Eucalyptus, les plants mis en place avec cette crosse vont voir leur système racinaire s'étrangler littéralement lorsque les racines vont grossir.

Cette technique de coupe de fond de pot n'est cependant pas à utiliser avec des espèces très sensibles à la coupe des racines ; c'est le cas de nombreux Acacias et du *Parkinsonia aculeata* ; on s'efforcera

pour ces espèces de produire en pépinière des plants dont le système racinaire n'atteindra pas ou à peine le fond du pot et on évitera la section de ce fond lors de la plantation.

L'équipe de plantation met en place de 40 à 50 plants par homme et par heure, soit 2 H/J/ha pour une plantation à 4 m × 4 m.

Mais dans ce cas, la distribution est particulièrement longue, du fait du transport des pots, en raison de leur poids, ce qui nécessite de nombreux aller-retour. Il faut alors compter, pour l'ensemble des trois équipes, un minimum de 8 H/J/ha, à condition que le dépôt des plants par les camions puisse être effectué régulièrement sur le périmètre à planter.

Pour 1.000 ha, il faudrait donc prévoir un minimum de 8.000 H/J à répartir sur une durée moyenne de 20 jours, soit une équipe de 400 hommes qu'il faudra encadrer durant cette période par le maximum de chefs d'équipe et d'autre personnel.

A notre sens, seul le chef de pépinière doit rester à sa pépinière du fait du chargement des plants, le reste du personnel qualifié, y compris le Directeur de la plantation, pour une partie de son temps, doit être présent sur le terrain durant la plantation.

Les planteurs seront, en particulier, à surveiller de près afin d'éliminer de l'équipe de plantation ceux qui n'acquièrent pas rapidement la technique requise. On ne doit pas voir, comme cela est déjà arrivé, une équipe chargée de déterrer les plants mis en place pour les replacer d'une manière (théoriquement) plus correcte !

(A suivre)