

F00000 82

TT 85 0038  
K112  
TAM/CNRF

"Exploitation et production d'un essai biomasse densité  
mené avec Eucalyptus Camaldusensis 8298 à la station du CNRF ISRA de **Nianga**"

Ab. TAMBA - J.M. HARMAND

Novembre 1985

## P L A N

Introduction

I - But de l'essai

II - Principe du dispositif

III - Irrigation et quantités d'eau apportées

IV - Mensurations et évolution de la surface terrière

1 - Structure des peuplements

2 - Evolution de la surface terrière

V - Exploitation et production

1 - Prise de mesure

2 - Echantillonnage réalisé

3 - Production ligneuse obtenue

VI - Confection de tarif de cubage

• VII - Evaluation technico-économique du prix de revient du bois d'Eucalyptus produit en irrigué

Conclusion

Introduction :

La consommation de bois sur la vallée est de l'ordre de 180 000 tonnes/an et les exportations vers les régions voisines, surtout celle de Dakar, tournent autour de 200 000 tonnes/an. L'essentiel du potentiel de production ligneuse est constitué par les peuplements naturels de gonakiers.

Sous les effets conjugués du déficit pluviométrique, de la modification du régime des crues du fleuve et de l'exploitation abusive, ces formations se sont considérablement dégradées, si bien qu'aujourd'hui les peuplements survivants ne représentent que 10 à 20 % des 35 000 ha occupées il y a une vingtaine d'années.

Pour éviter une éventuelle situation de pénurie en bois de feu et bois de service, des solutions d'urgence devront être trouvées. Dans ce cadre, un programme de recherche sur financement FAC a été initié pour évaluer les possibilités de production de bois en plantation irriguée.

Deux objectifs ont été fixés au départ :

- forte production
- exploitation à court terme.

Ces expérimentations sont menées sur une parcelle de 25 ha au sein du périmètre rizicole de Nianga/Podor.

La situation pédoclimatique de la station de Podor est caractérisée par :

- une pluviométrie faible (moins de 200 mm sur les quinze dernières années)
- une forte évaporation (3 600 mm/an)
- des sols limono-argileux à argileux (faux-holaldés) très compacts et peu perméables.

.../...

Essai biomasse sur Eucalyptus à très haute densité  
irrigué gravitairement à la raie ou en submersion

- Plantation : Août 1982
- Exploitation (1ère rotation) : Mai 1985 à l'âge de 32 mois

I - But de l'essai

Il s'agit de :

- déterminer les densités permettant d'atteindre une forte productivité dans un bref délai ;
- fixer une densité maximale à ne pas dépasser ;
- situer le domaine des densités optimales qui devra être étudié dans les expérimentations ultérieures.

II - Principe du dispositif (plan : Annexe n° 1)

Seize parcelles d'environ 350 m<sup>2</sup> chacune ont été plantées en Eucalyptus Camaldusensis 8298 selon quatre écartements (4 placeaux par écartement).

Tableau n° 1 :

| Numéros des placeaux | Ecartement (traitement) | Densité   | Principe d'irrigation |
|----------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|
| B11, B12, B13, B14   | 2 m X 2 m               | 2 500/ha  | à la raie             |
| B21, B22, B23, B24   | 1,5 m X 1,5 m           | 4 444/ha  | à la raie             |
| B31, B32, B33, B34   | 1 m X 1 m               | 10 000/ha | en submersion         |
| B41, B42, B43, B44   | 0,75 m X 0,75 m         | 17 777/ha | en submersion         |

.../...

### III - Irrigation et quantités d'eau apportées

Les placeaux B11, B12, B14, B21, B22, B24, irrigués à la raie, sont alimentés par des syphons en polyéthylène (longueur 3,80 m ; diamètre 20 mm) à raison de un syphon par raie.

Les placeaux B23 et B13, irrigués à la raie ainsi que les placeaux irrigués en submersion, sont alimentés par des syphons courts en PVC de diamètre 34 mm (quatre à six par placeau).

Les quantités d'eau apportées peuvent être évaluées approximativement grâce à l'estimation des débits dans les différents syphons.

En utilisant les lois de perte de charge dans les tubes en plastique, une formule approchée du débit a été établie pour différents types de syphons :  $Q = a h^k$ , et une table donne alors pour chaque type de syphon le débit  $Q$  en fonction de la charge d'eau dans le canal  $h$  (hauteur d'eau géométrique au-dessus de la gueule du syphon).

On utilise pour évaluer les débits une valeur moyenne que l'on établit à

- syphon (PVC 34 mm) 3 000 l/h
- syphon (PE 20 mm - 3,80 m) 1 200 l/h

D'après les relevés d'irrigation mentionnant le nombre de syphons, leur type et leur temps de pose, on peut évaluer approximativement les apports d'eau ; ainsi, les résultats enregistrés de janvier 1984 à avril 1985, considérant une période d'irrigation annuelle de 43 semaines sur 52, permettent d'obtenir le tableau suivant :

Tableau n° 2

| N° Placeau | Irrigation (mm/semaine) | Irrigation (mm/an) |
|------------|-------------------------|--------------------|
| B11        | 47,8                    | 2 055 )            |
| B12        | 53,6                    | 2 300 )            |
| B13        | 42,8                    | 1 840 ) (1 920)    |
| B14        | 34,25                   | 1 470 )            |
| B21        | 54,3                    | 2 335 )            |
| B22        | 54,7                    | 2 350 )            |
| B23        | 64,8                    | 2 780 ) (2 500)    |
| B24        | 59,5                    | 2 560 )            |
| B31        | 1 425                   | 6 120 )            |
| B32        | 173                     | 7 440 )            |
| B33        | 175                     | 7 525 ) (7 035)    |
| B34        | 164,3                   | 7 060 )            |
| B41        | 1 425                   | 6 120 )            |
| B42        | 170                     | 7 310 )            |
| B43        | 135                     | 5 800 ) (6 800)    |
| B44        | 186                     | 8 000 )            |

Ces valeurs ont été obtenues à partir des temps de pose des syphons durant une période de quinze semaines sous contrôle du débit du cours de l'irrigation. Seulement le débit des syphons est très influencé par la hauteur d'eau dans le canal rarement maintenue à son maximum durant l'irrigation ; c'est pourquoi les valeurs précédentes, certainement surestimées, ont été complétées par des mesures de débit dans les syphons.

D'une manière très empirique, le débit de chaque syphon a été contrôlé en plaçant un seau (contenance 15 l) enfoncé dans le sol au niveau de la gueule du syphon. Les résultats par placeau sont les suivants :

Tableau n° 3

| Numéros de placeaux | Débits dans les syphons (l/heure) |
|---------------------|-----------------------------------|
| B11                 | 1 240                             |
| B12                 | 1 200                             |
| B14                 | 1 340                             |
| B21                 | 900                               |
| B22                 | 1 270                             |
| B24                 | 730                               |
|                     | Débits dans les PVC (l/heure)     |
| B23 B13             | 3 860                             |
| B34 B41 B42 B33 B32 | 2 600                             |
| B44                 | 3 500                             |

Les valeurs ainsi recueillies (tableau n° 3) sont en général peu différentes des valeurs théoriques moyennes :

PE (20 mm - 3,80 m) : 1 200 l/h  
PVC 34 mm : 3 000 l/h

Cependant, l'irrigation mesurée ensuite (tableau n° 4) à partir du temps de pose des syphons avec contrôle et maintien du débit durant la mise en eau a donné un résultat ponctuel, correspondant à une réduction de 20 % des estimations faites (tableau n° 2) sous contrôle de débit. Cette nouvelle estimation semble une référence plus juste à retenir.

Conclusion sur les apports d'eau :

Tableau n° 4 (cf page suivante)

| N° des placeaux | Densité   | Principe d'irrigation | Quantités d'eau annuelle à $\pm$ 20 % |                    |
|-----------------|-----------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|
|                 |           |                       | mm                                    | m <sup>3</sup> /ha |
| B11 B12 B13 B14 | 2 500/ha  | à la raie             | 1 500                                 | 15 000             |
| B21 B22 B23 B24 | 4 444/ha  | à la raie             | 2 000                                 | 20 000             |
| B31 B32 B33 B34 | 10 000/ha | en submersion         | 3 500                                 | 35 000             |
| B41 B42 B43 B44 | 17 777/ha | en submersion         | 6 000                                 | 60 000             |

Placeaux irrigués à la raie :

Les apports d'eau sont respectivement de 1 500 mm/an et 2 000 mm/an pour les densités 2 500/ha et 4 444/ha.

Pour les raies de contenance 45 l/mètre linéaire, la quantité d'eau apportée est de l'ordre de 70 l/mètre linéaire ; cette différence s'explique par le fait que la percolation dans la raie n'est pas négligeable.

Placeaux irrigués en submersion :

Les quantités d'eau apportées à l'unité de surface sont manifestement plus fortes que dans les placeaux précédents (3 500 à 6 000 mm/an).

La consigne d'irrigation consistait à arrêter dès que l'eau recouvrait entièrement la parcelle ; le caractère intermittent de l'irrigation suppose une consommation d'eau importante car le colmatage des argiles en profondeur doit se refaire au moment de chaque apport.

Etant donné la contiguïté des placeaux irrigués à la raie et en submersion, les débordements ainsi que les transferts d'eau d'un placeau à l'autre par écoulement latéral en profondeur rendent les approximations encore plus incertaines.

D'autre part, le dispositif en place ne permet pas d'établir une corrélation entre les quantités d'eau apportées et les productions ligneuses enregistrées. Nous pouvons seulement supposer que chaque arbre a reçu la quantité d'eau nécessaire à son développement optimal.

L'irrigation pratiquée dans les placeaux en submersion est manifestement en excès. L'optimum des apports à rechercher serait certainement entre 1 200 mm et 2 800 mm par an (ETP annuelle).

IV - Mensurations et évolution de la surface terrière

1) Structure des peuplements (annexe n° 2)

La répartition des circonférences au moment de l'exploitation met en évidence :

- les effets de la concurrence dans les plus fortes densités où les effectifs sont groupés autour des classes 15-20 et 21-25 ;

- des circonférences plus grandes dans les plus faibles densités (effectifs groupés autour de la classe 25-30 pour la densité 2 500 plts/ha).

2) Evolution de la surface terrière

Tableau n° 5

| Mensurations                 | Mai 1983            | Octobre 1983     | Octobre 1984     | Mars 1985        |
|------------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| (Densités                    |                     |                  |                  |                  |
| 17 777/ha<br>(0,75 x 0,75 m) | * 6,56<br>** (6,27) | (11,60)          | (20,89)          | (20,91)          |
| 10 000/ha<br>(1 m x 1 m)     | 7,84<br>(5,03)      | 10,80<br>(96,00) | 14,69<br>(18,85) | 15,35<br>(21,61) |
| 4 444/ha<br>(1,5 m x 1,5 m)  | 8,84<br>(2,83)      | 13,85<br>(6,95)  | 22,20<br>(14,63) | 21,37<br>(19,15) |
| 2 500/ha<br>(2 m x 2 m)      | 9,82<br>(1,98)      | 14,92<br>(4,50)  | 23,54<br>(11,72) | 26,09<br>(13,94) |

\* Circonférence moyenne en cm  
 \*\* ( ) Surface terrière moyenne en m<sup>2</sup>/ha

Le tableau n° 5 ainsi que le graphique correspondant représenté en annexe n° 3 fait ressortir que :

- l'avance acquise par la plus forte densité (17 777 plants/ha) s'estompe au bout de 25 mois de végétation au profit de la densité 10 000 plants/ha ;

- la densité 10 000 plants/ha garde approximativement en valeur relative la même avance qu'auparavant par rapport aux densités 4 444/ha et 2 500/ha.

.../...

Accroissement courant et moyen en surface terrière : d'après les mensurations précédentes

Tableau n° 6

| Densités  | Mai 1983<br>(8 mois) | Octobre 1983<br>(12 mois) | Octobre 1984<br>(25 mois) | Mars 1985<br>(30 mois) |
|-----------|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| 17 777/ha | * 0,78<br>** (0,78)  | 1,33<br>(0,966)           | 0,71<br>(0,83)            | 0<br>(0,69)            |
| 10 000/ha | 0,625<br>(0,625)     | 1,14<br>(0,896)           | 0,71<br>(0,754)           | 0,552<br>(0,72)        |
| 4 444/ha  | 0,354<br>(0,354)     | 1,03<br>(0,58)            | 0,59<br>(0,585)           | 0,504<br>(0,57)        |
| 2 500/ha  | 0,247<br>(0,247)     | 0,63<br>(0,375)           | 0,555<br>(0,469)          | 0,444<br>(0,464)       |

\* Accroissement courant en m<sup>2</sup>/ha/mois  
 \*\* ( ) Accroissement moyen en m<sup>2</sup>/ha/mois

Le graphique correspondant au tableau n° 6 représenté en annexe n° 4 montre que :

- pour les fortes densités, l'accroissement moyen atteint son maximum très tôt vers 15 mois et décroît très vite à partir de l'âge de 20 mois ;
- pour les densités 4 444/ha et 2 500/ha, l'accroissement moyen atteint son maximum respectivement à 20 et 25 mois ; il semble se maintenir, ensuite, à ce palier pendant les 8 mois suivants.

Remarques relatives à l'exploitation qui a lieu après 32 mois de végétation :

- Pour les fortes densités, cette date est manifestement trop tardive ; l'exploitation aurait été souhaitable à l'âge de 20 mois.
- Pour les faibles densités, à 32 mois de végétation, l'accroissement moyen maximum est atteint ; son maintien probable ensuite, en particulier pour la densité 2 500/ha, devrait permettre de retarder la date d'exploitation de 6 mois. Cette solution est à envisager pour la deuxième rotation.

.../...

## V - Exploitation et production

### 1) Prises de mesures

Après 32 mois de végétation, l'exploitation a été réalisée. Les résultats de production ont été obtenus grâce aux mesures suivantes :

- circonférence à 1,30 m
- hauteur de l'arbre fin boût
- mesures sur l'arbre des circonférences (ci) tous les mètres (de 0,50 m du sol au fin boût) au cm près
- poids de l'arbre entier
- poids de l'arbre sans branches
- poids de la perche séchée à l'air libre.

Le volume de la perche, alors assimilée à une succession de cylindres de 1 m de longueur et de circonférence (ci) est donné par la relation :

$$V = \frac{\sum ci^2}{4 \pi}$$

### 2) Echantillonnage réalisé

#### a - Cas des placeaux à faible densité B11, B12, B13, B14 à 2 500/ha

Chacun des arbres du placeau (y compris les deux lignes de bordure : lignes neutres n'entrant pas dans l'analyse) a été mesuré.

#### b - Cas des placeaux à densité moyenne : B21, B22, B23, B24 à 4 444/ha

La moitié des arbres des deux lignes de bordure et chacun des arbres de "l'intérieur" ont été mesurés systématiquement.

#### c - Cas des placeaux à forte densité B31, B32, B33, B34 à 10 000/ha

L'échantillon correspondant à 26 % de l'effectif est constitué de trois placettes de 25 arbres (5 X 5) de surface 25 m<sup>2</sup> réparties au hasard au sein du placeau (les deux lignes de bordure étant éliminées dans l'analyse).

Les effets de bordure ont été évalués grâce à deux placettes carrées de 25 arbres choisies en bordure du placeau.

#### d - Cas des placeaux à forte densité B41, B42, B43, B44 à 17 777/ha

Quatre placettes de 25 arbres (5 X 5) de surface 14 m<sup>2</sup> (3,75 m X 3,75 m) réparties de manière aléatoire au sein du placeau (soit 18,5 % de l'effectif, les deux lignes de bordure étant éliminées) ont servi d'échantillon pour l'évaluation de la production.

Les effets de bordure ont été évalués grâce à deux placettes carrées de 25 arbres. Etant donné l'hétérogénéité du peuplement, la taille des placettes est certainement trop faible pour être représentative absolument de la structure du peuplement. Les effets de la concurrence du voisinage peuvent se faire sentir sur l'ensemble de la placette.

3) Production ligneuse obtenue

a - Production obtenue avec élimination des lignes de bordure

| Accroissement moyen en m <sup>3</sup> /ha/an |     | Traitement : densité de plantation |                  |                   |                   | Moyenne des blocs |
|--|-----|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  |     | B1 j<br>2 500/ha                   | B2 j<br>4 444/ha | B3 j<br>10 000/ha | B4 j<br>17 777/ha |                   |
| B<br>L<br>O<br>C<br>S                        | Bi1 | 29,3                               | 38,5             | 42,3              | 37,3              | 36,17             |
|  | Bi2 | 31,1                               | 30,5             | 38,9              | 34,0              | 33,62             |
|  | Bi3 | 20,9                               | 31,2             | 42,6              | 40,6              | 33,82             |
|  | Bi4 | 26,5                               | 44,2             | 36,0              | 42,0              | 37,17             |
| Moyenne des traitements                      |     | 26,95                              | 35,42            | 39,95             | 38,47             | 35,20             |

Les tests d'analyse de la variance (annexe 5-1 et 5-2) ont montré que seul le traitement B1 (densité 2 500/ha) est significativement différent des autres (inférieur à tous les autres), c'est-à-dire que les productions après deux ans et demi de végétation sont comparables pour des densités de plantation allant de 4 444/ha à 17 777/ha.

La densité 4 444/ha apparaît comme la densité à ne pas dépasser pour les raisons suivantes :

- production comparable dans un bref délai à une densité supérieure avec des coûts de plantation moindres ;
- produits obtenus plus gros, plus homogènes, utilisables comme bois de service.

La densité 2 500/ha semble trop faible pour atteindre une forte productivité dans un bref délai. Le domaine des densités optimales qui devront être étudiées dans les expérimentations ultérieures serait compris entre 3 000 et 5 000 plants/ha ; ceci est une évolution considérable par rapport à la densité de 1 666/ha préconisée au départ.

VII - Evaluation technico-économique du prix de revient du bois d'Eucalyptus produit produit en irrigué

En s'appuyant sur les éléments recueillis à la station du CNRF de Nianga et auprès de certains aménagistes de la SAED et de la CSS, nous nous placerons dans les conditions optimales devant permettre la rentabilité d'une production ligneuse intensive en irrigué.

Le coût prévisionnel de production : ne peut avoir qu'une valeur indicative ; les hypothèses choisies sont les suivantes :

- aménagement hydroagricole simple (type petit périmètre villageois 25 ha) au coût réduit ;
- irrigation gravitaire à la raie ;
- essence ligneuse : "à croissance rapide" Eucalyptus Camaldulensis 8298 ;
- références de production : résultats obtenus à la station du CNRF de Nianga en l'occurrence dans l'essai biomasse Eucalyptus' écartement.

Coût de l'aménagement :

On considère que l'aménagement réalisé devra avoir une durée de vie correspondant à la révolution d'une plantation d'Eucalyptus, soit (trois rotations de 2,5 ans = 7,5 8 ans) :

|   |              |
|---|--------------|
| - <u>dessouchage</u> (avec ripage éventuellement)<br>2 500 000 F pour 25 ha   | 100 000 F/ha |
| - <u>confection des canaux</u><br>passage d'un scrapper et d'un gradder<br>soit 5 000 F/mètre pour 1,5 km de canal<br>7 500 000 F pour 25 ha                              | 300 000 F/ha |
| - <u>réalisation des raies</u><br>(équidistance 2 mètres contenance 50l/mètre)<br>à l'aide d'un tracteur et d'une charrue<br>rigoleuse (coût d'utilisation 5 000 F/heure) | 12 500 F/ha  |
| - <u>génie civil</u> (petits ouvrages)<br>2 000 000 F/25 ha   | 80 000 F/ha  |
| - <u>clôture</u> (2 000 000 F)  | 80 000 F/ha  |
| - <u>bâtiments + matériel</u> (1 000 000 F)   | 40 000 F/ha  |
| <hr/>   |              |
| TOTAL :   | 612 000 F/ha |

Avec une durée de vie de 8 ans :

76 500 F/ha/an

Coût de la plantation : 130 F/plant

densité : 5 000/ha

le coût devra être supporté par trois rotations

650 000/ha : 3 = 216 000 F/rotation

si exploitation à 2,5 ans

86 700 F/ha/an

Coût de l'eau : irrigation 1 fois/semaine

groupe motopompe (300 m<sup>3</sup>/heure)

: 7 000 000 F

170 000 F/ha/an

+ aménagement pompage

irrigation : 15 000 m<sup>3</sup>/ha/an à 8 F/m<sup>3</sup>

Coût de suivi de la plantation :

(main d'oeuvre pour l'irrigation et le desherbage)

. desherbage 50 000 F/ha à raison de 3 passages,  
soit 150 000 F/plantation : 60 000 F/ha/an

. irrigation : 5 personnes/25 ha soit 90 000 F/ha/an

150 000 F/ha/an

Coût total de la plantation : 433 200 F/ha/an

Prix de revient de la plantation à 2,5 ans : 1 083 000 F/ha

Coût d'exploitation : 500 000 F/ha

100 F/perche

Prix de revient des produits bord de route : 1 583 000 F/ha

soit

317 F/perche

volume moyen de la perche : 0,0175 m<sup>3</sup>

Prix de revient à l'unité de volume :

référence de production : 35 m<sup>3</sup>/ha/an obtenu dans l'essai biomasse  
écartement (densité 4 444/ha) après 2,5 ans de végétation

18 100 F/m<sup>3</sup>

densité humide : 1,1

16 450 F/tonne humide

densité sèche : 0,6

30 170 F/tonne sèche

Dans les conditions actuelles de fonctionnement des périmètres hydroagricoles villageois (mauvaise maîtrise de l'eau, manque de suivi et d'entretien des spéculations en place), la transposition du système intensif de production ligneuse en milieu paysan suppose une production envisageable, minorée par rapport au résultat obtenu à la station expérimentale de Nianga.

.../...

Néanmoins, la marginalisation des coûts de production avec la prise en charge de certaines opérations par les paysans eux-mêmes, sans rétribution particulière, devra compenser le déficit des productions attendu.

Exemple : production : (60 % du résultat Nianga) 21 m<sup>3</sup>/ha/an  
 prise en charge des opérations de suivi : économie de  
 et exploitation à 65 % 115 F/perche  
 prix de revient/perche : 200 F 0,01 m<sup>3</sup>/perche  
 prix de revient/m<sup>3</sup> : 19 000 F (52 m<sup>3</sup>/ha à 2,5 ans)

Actuellement, la production de perches et poteaux semble tout à fait rentable dans la mesure où elle correspond à un marché potentiel.

Dans un premier temps, il s'agit d'un volet important à développer en milieu paysan, en ligniculture intensive, pour satisfaire les besoins en bois de service dans la région.

Conclusion :

L'exploitation de l'essai après 32 mois de végétation a donné les résultats suivants :

| Traitements<br>-densité- | Quantité d'eau distribuée<br>approximativement ( $\pm$ 20 % près)<br>(équivalent précipitation) | Productivité<br>moyenne<br>en m <sup>3</sup> /ha/an |
|--------------------------|---|---|
| 2 500/ha                 | 1 500 mm/an   | 26,95   |
| 4 444/ha                 | 2 000 mm/an   | 35,42   |
| 10 000/ha                | de 3 500 mm à 7 000 mm/an   | 39,95   |
| 17 777/ha                | de 3 500 mm à 7 000 mm/an   | 38,4738,47  |

Les résultats de production enregistrés ici, sur des sols à texture argilo-limoneuse (faux holaldés), restent à confirmer en conditions moins favorables : sols à texture plus argileuse (holaldés), à faciès salin plus marqué, à horizon asphyxiant superficiel (sols du Delta).

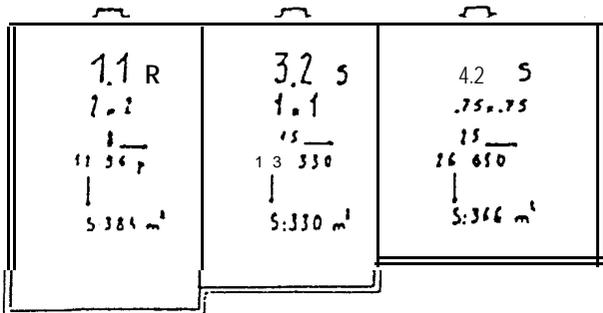
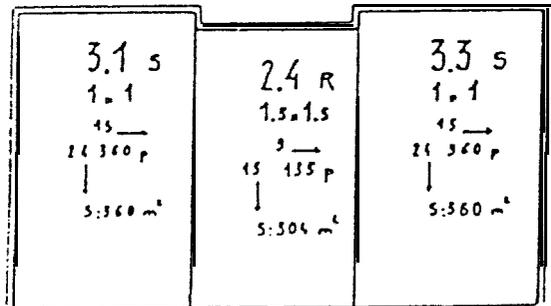
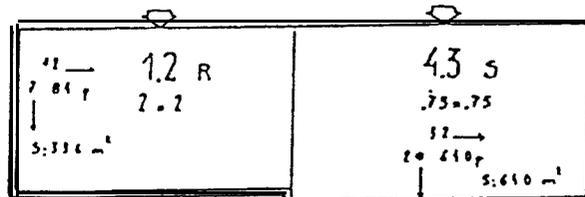
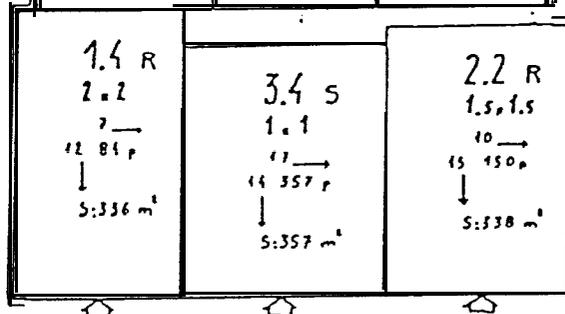
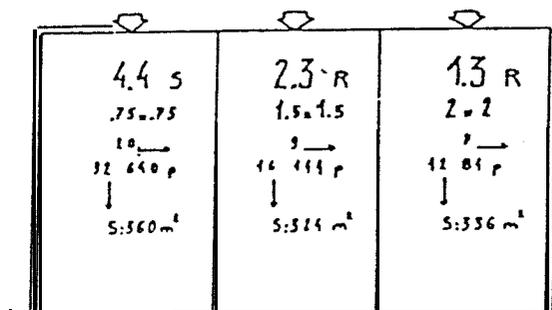
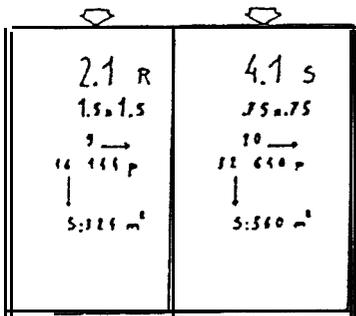
## A N N E X E S

-----

- 1 - Schéma du dispositif expérimental
- 2 - Répartition des circonférences en fonction des densités
- 3 - Evolution de la surface terrière en fonction des densités
- 4 - Accroissement de la surface terrière selon les densités
- 5 - Test d'analyse de la variance sur les productions

# ESSAI BIOMASSE

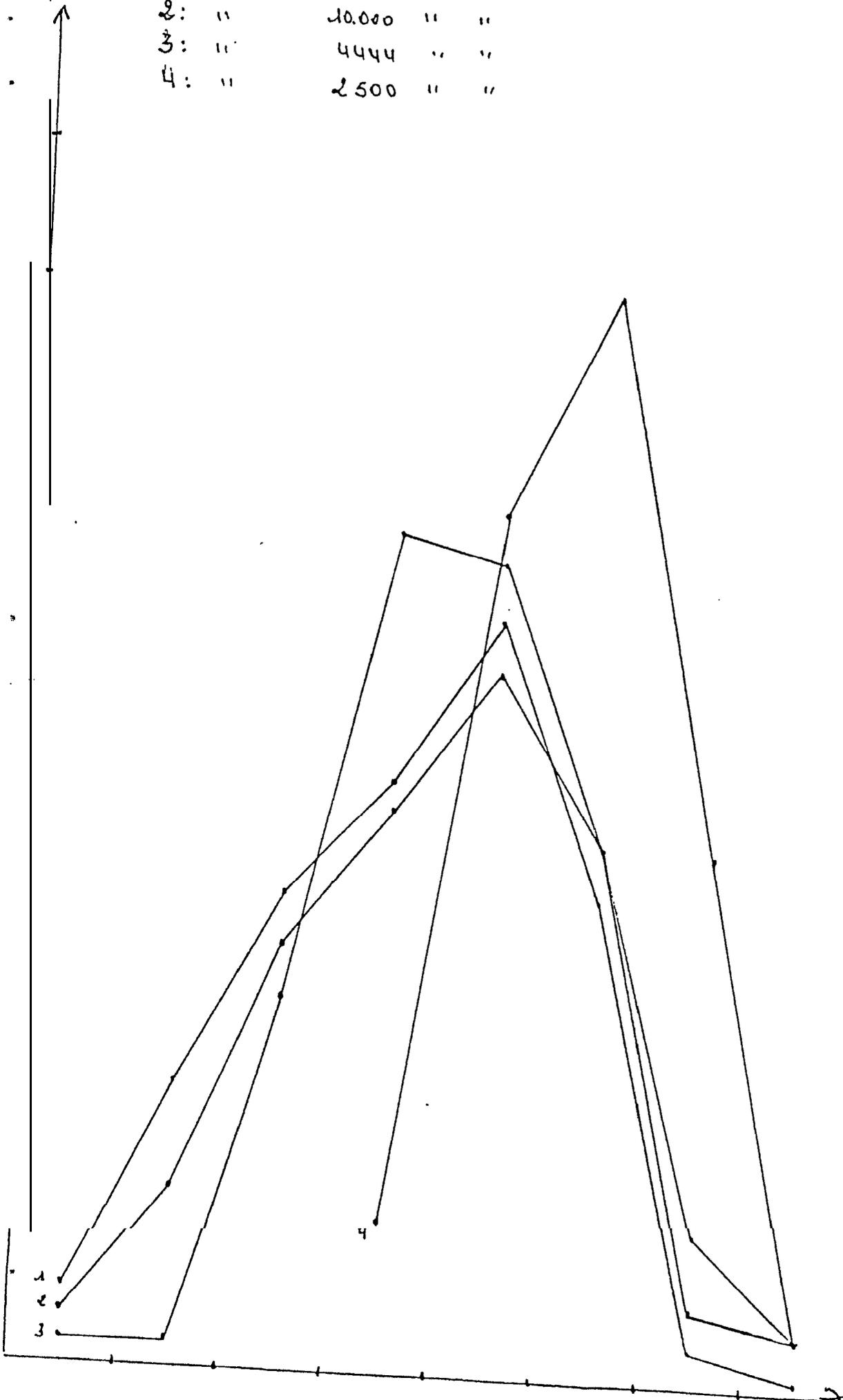
CNRF ISRA • Nianga (Podor) • Août 1982



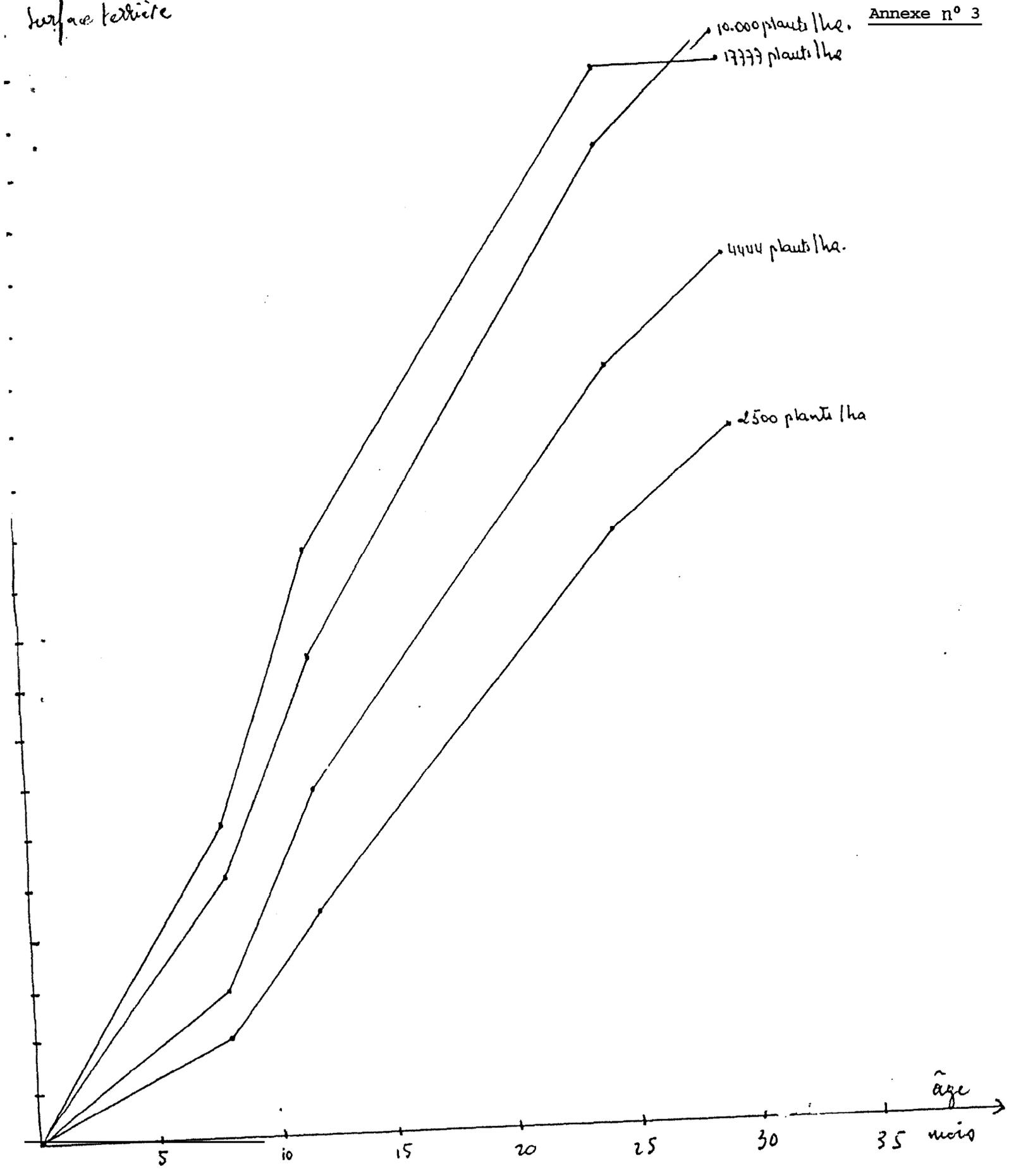
e: 1/500  
10 m

- == Ligne de bordure de **placeau** avec effet lisière
- Ligne de bordure sans effet lisière (arbres proches)
- x → Caractéristiques du **placeau** :
- y xy • X et y nombre de plants dans le sens indique
- xy nombre de plants dans le **placeau**
- S surface du **placeau**
- I, J N° du **placeau** | N° de traitement
- X, Y Ecartement en m² | N° de bloc
- ◊ Côté par où se fait l'irrigation
- R Irrigation à la raie
- S Irrigation en submersion
- ↑ m
- ↓ c

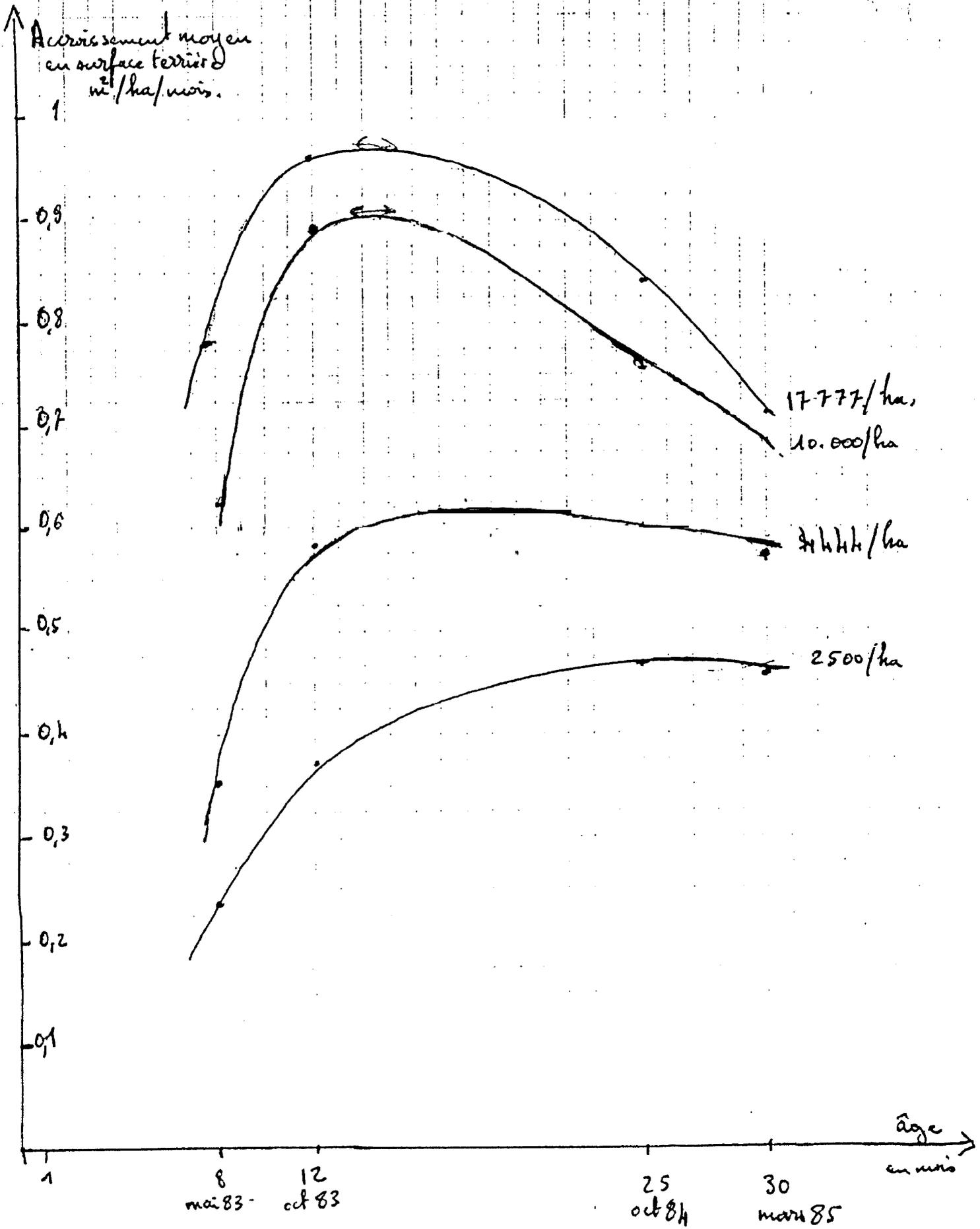
1. densité 17777 plants/ha  
2: " 10.000 " "  
3: " 4444 " "  
4: " 2500 " "



Surface terrière



Evolution de la surface terrière en fonction des densités



Accroissement de la surface terrière selon les densités

Test d'analyse de la variance sur les productions :

| Accroissement moyen en m <sup>3</sup> /ha/an |    | Traitement : densité de plantation |                  |                   |                   | Moyenne des blocs |
|--|----|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  |    | B1 j<br>2 500/ha                   | B2 j<br>4 444/ha | B3 j<br>10 000/ha | B4 j<br>17 777/ha |                   |
|  | B1 | 29,3                               | 38,5             | 42,3              | 37,3              | 36,17             |
|  | B2 | 31,1                               | 30,5             | 38,9              | 34,0              | 33,62             |
|  | B3 | 20,9                               | 31,2             | 42,6              | 40,6              | 33,82             |
|  | B4 | 26,5                               | 44,2             | 36,0              | 42,0              | 37,17             |
| Moyenne des traitements                      |    | 26,95                              | 35,42            | 39,95             | 38,47             | 35,20             |

Tableau d'analyse de la variance :

| Variation           | SCE   | ddl | Carré moyen<br>$\frac{SCE}{ddl}$ | F calculée | F table |
|---------------------|-------|-----|----------------------------------|------------|---------|
| dûe aux traitements | 405,6 | 3   | 135,2                            | 5,81       | 3,86    |
| dûe aux blocs       | 36,98 | 3   | 12,3                             | 0,53       | 3,86    |
| résiduelle          | 209,5 | 9   | 23,3                             |            |         |

Le rapport du carré moyen "traitement" au carré moyen de l'erreur  $\frac{135,2}{23,3} = 5,81$  dépasse la valeur donnée par la table de F au seuil 5 % :

$$3,86 \quad (k, = 3 \quad k^2 = 9).$$

On en déduit que l'ensemble des quatre moyennes n'est pas homogène. Les différences entre les moyennes seront testées ensuite par la méthode Tukey-Hartley.

En ce qui concerne l'effet bloc, le F calculé est inférieur au F table ; aucune différence significative n'existe sur les moyennes. Cela confirme le fait qu'aucun effet bloc n'avait été pressenti au moment de la mise en place du dispositif.

Test de Tukey-Hartlev concernant l'effet traitement

Tableau de l'étendue  $X_i - X_j = W$

| $X_i$    | Production<br>m <sup>3</sup> /ha/an | $X_i - X_1$   | $X_i - X_2$  | $X_i - X_4$  |
|----------|-------------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| X3<br>B3 | 40                                  | 13<br>(10,7)  | 4,6<br>(9,5) | 1,5<br>(7,7) |
| x4<br>B4 | 38,5                                | 11,5<br>(9,5) | 3,1<br>(7,7) |              |
| X2<br>B2 | 35,4                                | 8,4<br>(7,7)  |              |              |
| X1<br>B1 | 27                                  |               |              |              |

Chiffre entre parenthèses  
 $Q_{k, 9 \times D(X)} =$  tenue de comparaison

| K | $Q_{k, V = 9}$ | $Q_{k, 9 \times D(X)}$ |
|---|----------------|------------------------|
| 4 | 4,42           | 10,7                   |
| 3 | 3,95           | 9,5                    |
| 2 | 3,2            | 7,7                    |

Soit une estimation de la variance  $M D(X) = \frac{\text{Carré moyen des}}{n}$

$$O(X) = 23,3 = 2,41$$

Le tableau de Tukey-Hartley nous montre que l'étendue  $W$  est supérieure au terme de comparaison seulement dans les cas  $W = X_i - X_1$ .

Cela signifie que le groupe  $X_2, X_3, X_4$  est homogène ; seule  $X_1$  est significativement différente des autres.

Les productions obtenues après deux ans de végétation sont comparables pour des densités de plantation allant de 4 444/ha à 17 777/ha.

La densité 2 500/ha semble trop faible.