

**MISE EN EVIDENCE D'UN EFFET INHIBITEUR SPECIFIQUE DES
RACINES DE FRAMIRÉ (*Terminalia ivorensis*) SUR LA CROISSANCE
DE JEUNES PLANTS DE FRAMIRÉ ET DE FRAKÉ (*Terminalia superba*)**

**J. DIDIER DE SAINT AMAND
ORSTOM**

— **B. MALLET
CTFT**

Mars 1982

MISE EN EVIDENCE D'UN EFFET INHIBITEUR SPECIFIQUE
DES RACINES DE FRAMIRE (*TERMINALIA IVORENSIS*) SUR
LA CROISSANCE DE JEUNES PLANTS DE FRAMIRES
ET DE FRAKES (*TERMINALIA SUPERBA*)

par

J. DIDIER DE SAINT-AMAND^{*} et B. MALLET^{**}

^{*} O. R.S.T.O.M., B.P. V51, ABIDJAN, Côte d'Ivoire

^{**} C.T.F.T., 08, B.P. 33, ABIDJAN 08, Côte d'Ivoire

P L A N

| | Pages |
|--|-------|
| INTRODUCTION | 1 |
| I. PREMIERE EXPERIMENTATION 1980 : YAPO | 1 |
| 1. Dispositif expérimental | 1 |
| 2. Définition des traitements | 2 |
| 3. Mise en place et entretien | 3 |
| 4. Résultats essentiels | 3 |
| II. DEUXIEME EXPERIMENTATION 1980-81 : ADIOPODOUME | 5 |
| 1. Généralités | 5 |
| 1.1. Dispositif expérimental | 5 |
| 1.2. Choix des plants | 5 |
| 1.3. Aménagement des pots | 7 |
| 1.4. Traitements | 7 |
| 1.5. Chronologie | 8 |
| 1.6. Entretien | 8 |
| 1.7. Taux de mortalité à la reprise | 8 |
| 1.8. Attaques d'insectes | 10 |
| 1.9. Chancre sur le collet | 10 |
| 2. Etude de la croissance et de développement | 10 |
| 2.1. Croissance en hauteur | 10 |
| 2.2. Développement foliaire | 15 |
| 2.3. Longueur moyenne des quatre plus grandes feuilles | 16 |
| 3. Etude de la biomasse | 20 |
| . Généralités | |
| . Analyse de la variance | |
| FRAMIRE | |
| FRAKE | |
| 4. Composition minérale | 23 |
| 5. Minéralisation de l'Azote | 27 |
| 5.1. Estimation en cours d'essai | 27 |
| 5.2. Estimation en fin d'essai | 28 |
| 6. Essai complémentaire | 31 |
| III. CONCLUSIONS | 35 |
| METHODES ANALYTIQUES UTILISEES | 36 |
| BIBLIOGRAPHIE | 37 |

INTRODUCTION

Cette étude est destinée à compléter deux expérimentations réalisées précédemment dans le cadre de la connaissance du comportement de *Terminalia ivorensis* en peuplement pur, dans des plantations à forte densité réalisées pour la reforestation en basse Côte d'Ivoire, en tant qu'essence indigène. Dans certaines parcelles, répondant à ces critères, des phénomènes d'arrêt de croissance suivis de dépérissement des plants âgés de plus de vingt ans ont été observés. Les études pathologiques et entomologiques de ce problème n'ayant pas mis en évidence d'agent causal primaire, et les recherches sylvicoles ne pouvant donner de résultats qu'à plus long terme, une approche physiologique est apparue nécessaire.

Des travaux antérieurs (BERNHARD-REVERSAT, 1975) avaient suggéré une action perturbatrice de la litière de Framiré qui, en pouvant se combiner avec les composés argileux du sol, pourrait entraîner la formation de composés insolubles, immobilisant l'azote, dans le sol, et induire, de la sorte, en créant une carence nutritionnelle, une mauvaise alimentation azotée des arbres.

Cette hypothèse a paru intéressante pour servir de point de départ à un travail réalisé conjointement par le C.T.F.T. et l'O.R.S.T.O.M.

Deux expériences en pots, réalisées en 1978 et 1980 ont permis de mettre en évidence que la responsabilité de la perturbation de la nutrition azotée des plantes, incombait non pas à la litière, mais aux racines de Framirés dont les broyats, introduits dans les cultures en pots, faites de jeunes plants, entraînaient une forte réduction de croissance de ceux-ci ainsi que des perturbations de leur nutrition minérale. La litière broyée, additionnée au milieu de culture, entraîne, au contraire, une nette amélioration de la biomasse. A la suite de ces constatations, il restait à contrôler l'action de broyats racinaires d'espèces autres que le Framiré afin de préciser si l'effet inhibiteur de croissance observé, est spécifique ou non de *Terminalia ivorensis*. L'expérimentation a été menée en deux étapes :

- l'une à Yapo où seules, des observations de croissance ont pu être réalisées et où l'essai a tourné court, compte tenu de déprédations importantes, non prévues, opérées par des gazelles ;
- l'autre reprise en milieu mieux contrôlé, à Adiopodoumé, a pu être menée à terme et fournir l'ensemble des données de mesures et d'analyses prévues.

I. PREMIERE EXPERIMENTATION 1980 : YAPO

1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a été mis en place en forêt de Yapo sur une pépinière permanente de la station de recherche du

C.T.F.T. selon le schéma ci-dessous, de type monoarbre randomisé.
Il occupe 0,4 ha.

ETUDE DE L'ACTION DE BROYATS
RACINAIRES SUR LA CROISSANCE
DE Jeunes FRAMIRES

Dispositif experimental

Station C.T.F.T de YAPO

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| FK | T | FK | FM | FO | FK | T |
| FO | FM | T | FO | T | FO | FM |
| T | FK | FM | FK | FM | T | FO |
| FM | FO | FO | T | FK | FM | FK |
| FK | T | FK | FM | FO | FK | T |
| FO | FM | T | FO | T | FO | FM |
| T | FK | FM | FK | FM | T | FO |

Traitements

T : Témoin terre naturelle (TN)
 FM: TN + racines de FRAMIRE
 FK: TN + racines de FRAKE
 FO: TN + racines de FORET

Graphique 1

2. Définition des traitements

- Traitement Témoin (T) : 100% de terre naturelle prélevée en forêt de Yapo.
- Traitement Fraké (Fk) : 80% de la même terre, mélangée avec 20% (en masse) de racines de *Terminalia superba* prélevées sur de jeunes Frakés dans les plantations de la SODEFOR en forêt de l'Abbé, puis hachées au broyeur à paille avant d'être intimement mélangées à la terre.

- Traitement Forêt (FO) : 80% de terre naturelle avec 20% de racines d'un mélange d'espèces de la forêt naturelle de Yapo, ayant subi le même traitement que les racines de Fraké.
- Traitement Framiré (FM) : 80% de terre naturelle avec 20% de racines de *Terminalia ivorensis* prélevées dans les plantations de 1969 de la SODEFOR en forêt de l'Abbé, puis hâchées et mélangées à la terre.

3. Mise en place et entretien

Les divers mélanges sont mis dans des sacs de plastique d'une contenance de 140 litres (0,6 m de diamètre sur 0,5 de profondeur). Dans chaque sac a été planté mi-mai 1979 un jeune plant de Framiré. Les plants sont issus de graines d'un même arbre, et une sélection a été réalisée en pépinière de façon à ne garder que des individus homogènes.

Des mesures de croissance (hauteur et circonférence) et des cotations d'état sanitaire (chancres, chenilles mineuses des bourgeons, insectes défoliateurs...) ont été régulièrement effectuées.

Les plants ont été desherbés manuellement au cours de l'essai mais n'ont pas été arrosés. Des traitements insecticides ont été effectués lorsque l'intégrité des plants était menacée, à base de Diméthoate contre les galles foliaires provoquées par des Acariens et à base de Methidation contre des chenilles mineuses des pousses et des bourgeons.

4. Résultats essentiels

Les mesures de croissance des plants durant les cinq premiers mois font ressortir les points suivants :

- Après 20 jours de croissance, on n'observe pas de différence significative de taille entre les 4 traitements, après dépouillement par analyse de variance ($F_{\text{observé}} = 0,10 < F_{45}^3 5\% = 2,81$). L'analyse de covariance, prenant comme variable auxiliaire la taille des plants à la mise en place, quoique plus performante, ne rend pas les résultats significativement différents ($F_{\text{observé}} = 1,83 < F_{45}^3 5\% = 2,81$).

Les accroissements courants, s'ils ne montrent pas de différence statistique ($F_{\text{observé}} = 1,80 < F_{45}^3 5\% = 2,81$), font ressortir des valeurs plus fortes sur les plants poussant sur substrat "Témoin" et "Racines de Fraké", par rapport aux substrats "Racines de forêt" et "Racines de Framiré".

- Après 50 jours de croissance, les plants témoins sont nettement les plus grands (Analyse de variance : $F_{\text{observé}} = 15,4 > F_{33}^3 5\% = 2,90$), et les plants sur racines de Framiré les plus petits ; résultats confirmés par l'analyse de covariance prenant la hauteur après 20 jours comme variable auxiliaire : ($F_{\text{observé}} = 21,6 > F_{33}^3 5\% = 2,90$) (F théorique).

Test de Tukey Hartley : $\frac{T}{36,1} \quad \frac{FK}{24,2} \quad \frac{FO}{21,3} \quad \frac{FM}{18,6}$ cm

L'accroissement courant des plants poussant sur racines de Framirés (plants FM) ne représente que 20% de celui des plants Témoins (T), 48% de celui des plants Forêt (FO) : Analyse de variance : F observé = 17,9 > F_{33}^3 5% = 2,90 (F théorique).

Test de Tukey Hartley : $\frac{T}{0,69} \quad \frac{FK}{33,1} \quad \frac{FO}{0,23} \quad \frac{FM}{0,14}$ cm/j

- Après 80 jours de croissance, le classement reste stable pour la hauteur des plants. Analyse de variance : F observé = 9,16 > F_{32}^3 5% = 2,91 (F théorique).

Test de Tukey Hartley : $\frac{T}{44,4} \quad \frac{FK}{33,1} \quad \frac{FO}{31,1} \quad \frac{FM}{26,0}$ cm

Par contre l'accroissement courant devient le même pour les 4 traitements, homogénéisation observé dès le 65ème jour.

- A partir de 110 jours, les plants/témoins sont rattrapés par les plants/Fraké et les plants/Forêt, seuls les plants/Framiré étant encore statistiquement différents : Analyse de variance : F observé = 4,73 > F_{32}^3 = 2,91 (F théorique)

Test de Tukey Hartley : $\frac{T}{46,1} \quad \frac{FK}{39,2} \quad \frac{FO}{37,0} \quad \frac{FM}{34,7}$ cm

- Après 140 jours, les inventaires de hauteur et diamètre mettent en évidence la seule différence entre plants/témoins et plants/Framiré:

Hauteur : $\frac{T}{63,9} \quad \frac{FK}{54} \quad \frac{FO}{52,1} \quad \frac{FM}{46,7}$ cm

F observé = 5,11 > F_{28}^3 = 2,95 (F théorique)

Diamètre : $\frac{T}{1,43} \quad \frac{FK}{1,35} \quad \frac{FO}{1,22} \quad \frac{FM}{1,03}$ cm

F observé = 4,74 > F_{28}^3 = 2,95 (F théorique).

- Après 6 mois de croissance, l'essai a du être abandonné par suite de dégâts importants, causés par des gazelles venant la nuit, brouter les jeunes pousses, et par de fortes attaques de chenilles mineuses (*Tridesmodes raniculata*), qui ont considérablement perturbé la croissance des plants rendant illusoire une analyse statistique valable.

De cet essai sont ressortis les points suivants :

- . confirmation de l'action inhibitrice sur la croissance, d'un apport de racines en décomposition dans le sol ;
- . ralentissement de croissance apparemment plus fort pour les plants croissant sur racines de Framiré ;
- . fugacité de cet effet dépressif, les plants retrouvant un accroissement homogène après 3 mois de croissance sur le substrat.

Cet essai n'ayant répondu qu'incomplètement aux questions posées, un deuxième dispositif a été mis en place en juin 1980, afin d'affiner ces premières observations.

II. DEUXIEME EXPERIMENTATION 1980-81 : ADIOPODOUME

1. Généralités

1.1. Dispositif expérimental

Le deuxième essai a été mis en place sur un terrain expérimental du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé selon un dispositif randomisé comportant 4 traitements, et trois répétitions de chacun d'eux. Afin de comparer le comportement de deux espèces différentes sur les mêmes milieux nutritifs, l'essai a été conduit avec des plants de Framiré d'une part, et des plants de Fraké (*Terminalia superba*) d'autre part, ceci devant apporter un complément d'information à l'essai précédemment décrit.

1.2. Choix des plants

Les jeunes plants ont été sélectionnés de la façon la plus homogène possible sur un lot de germination de graines de même provenance. Les jeunes plantules ont été repiquées dans les pots à raison de 4 individus par pot.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL
Centre ORSTOM d'Adiopodoumé

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| T1 | FM2 | FO1 | FK4 |
| FM1 | FK1 | FM3 | FO2 |
| T2 | FM4 | T4 | FM5 |
| FK2 | T3 | FK3 | FK5 |
| FO3 | FO4 | T5 | FO5 |
| FK6 | FM6 | FO6 | T6 |

Traitements :

Blocs 1, 3, 5 : Frakés

Blocs 2, 4, 6 : Framirés

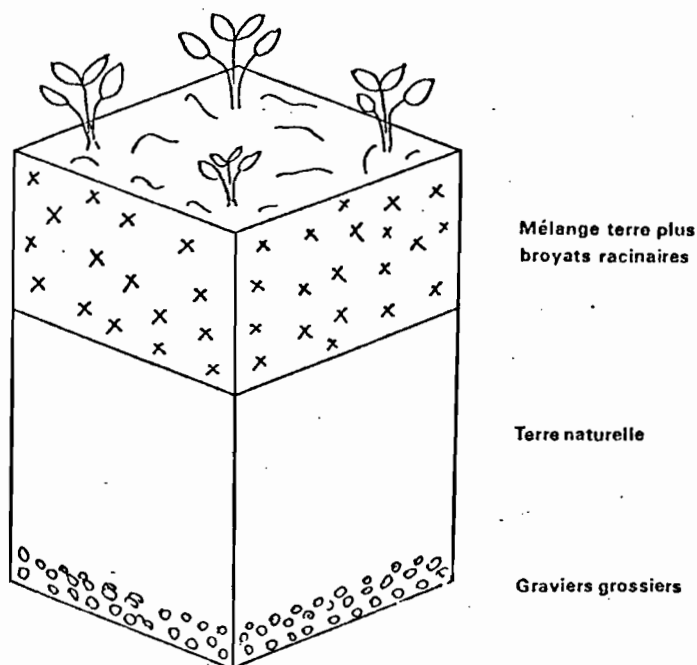
T - Traitement témoin (sol forestier)

FK - Sol + broyats racinaires de Fraké

FO - Sol + broyats racinaires de diverses espèces forestières

FM - Sol + broyats racinaires de Framiré

1.3. Aménagement des pots



Les pots utilisés sont en fer blanc galvanisé et de dimension 50 x 50 x 80 cm. Leur fond est rempli de graviers sur une hauteur de 10 cm environ pour assurer un bon drainage. Au-dessus des graviers on dispose de la terre de forêt sur 30 cm environ. Enfin le remplissage est complété par les mélanges Sol + Broyats racinaires. Le mélange sol-broyats correspond à environ 120 kg de sol et 8 kg des divers broyats racinaires.

Aménagement des pots

Graphique 2

1.4. Traitements

Blocs 1,3,5
(plants de Frakés)

Blocs 2,4,6
(plants de Framirés)

- T - Traitement Témoin sol
- FK - Mélange sol + broyats de racines de Frakés
- FO - Mélange sol + broyats de racines de diverses espèces forestières
- FM - Mélange sol + broyats de racines de Framirés

- T
- FK
- FO
- FM

Dispositif expérimental de l'essai d'Adiopodoumé

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| T1 | FM2 | F01 | FK4 |
| FM1 | FK1 | FM3 | F02 |
| T2 | FM4 | T4 | FM5 |
| FK2 | T3 | FK3 | FK5 |
| F03 | F04 | T5 | F05 |
| FK6 | FM6 | F06 | T6 |

Tableau 1

Le traitement FO compte les essences suivantes, en mélange :

Carapa procera
Bridelia aubrevillei
Tarrietia utilis
Nauclea diderrichii
Diospyros sanza-minika
Piptadeniastrum africanum
Hallea ciliata
Dacryodes klaineana
Eremospatha macrocarpa
Fagara macrophylla
Upaca sp.
Khaya ivorensis
Funtumia africana
Calpocalyx brevibracteatus

Chaque pot étant planté de 4 plantules on disposera de 12 individus par traitement pour chaque espèce étudiée.

1.5. Chronologie

L'essai a été mis en place le 17 juin 1980. Le 12 novembre un prélèvement est effectué dans l'horizon organique des pots, en vue d'analyses de l'azote minéralisable.

La récolte des plants est faite le 14 janvier 1981. A cette date de nouveaux prélèvements de substrats réalisés dans les mêmes conditions et les mêmes buts que les premiers.

La biomasse individuelle des plants est déterminée et un échantillon de racines est prélevé en vue d'analyses minérales.

1.6. Entretien

Au cours de l'expérience de légers arrosages quotidiens ont été effectués, sauf les jours pluvieux. Le desherbage des pots a été réalisé manuellement.

1.7. Taux de mortalité à la reprise

Les taux de mortalité à la reprise est de 22,6% dont 19% dans les 15 jours ayant suivi la transplantation.

Pour chaque espèce on note :

Framiré

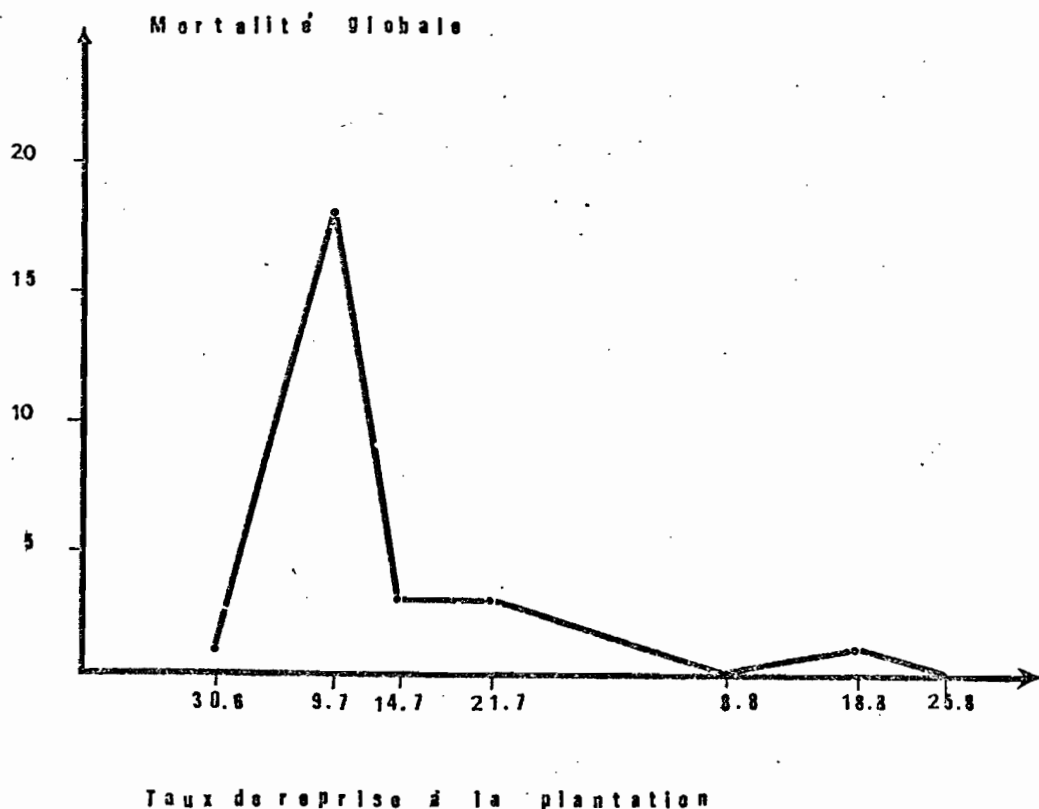
| | | | |
|----|---|-----|-----------|
| T | : | 20% | |
| FO | : | 31% | Mortalité |
| FK | : | 33% | |
| FM | : | 33% | |

Test de $\chi^2 = 0,875$

donc différences non significatives

Fraké

| | | | |
|----|---|-----|-----------|
| T | : | 8% | |
| FO | : | 14% | Mortalité |
| FK | : | 20% | |
| FM | : | 20% | |

Nombre de morts trop faible
d'où pas d'analyse statistique possible

Graphique 3

En conclusion, le taux de reprise est plus faible pour les Framirés (70,8%) que pour les Frakés (84,5%) et plus faible pour les traitements "Racines" que pour les Témoins.

Il s'agit essentiellement d'une crise de transplantation due à l'installation au soleil des jeunes plants et à un léger défaut d'arrosage des substrats entraînant une sécheresse plus marquée de ceux enrichis en racines, plus perméables.

1.8. Attaques d'insectes

Des attaques d'acariens ont provoqué des galles sur les feuilles de Framiré. Peu importantes, elles ont été traitées efficacement au diméthoate.

Des attaques de chenilles défoliatrices, surtout sur les feuilles de Framiré, ont pu être enrayerées par applications de parathion.

Des attaques de chenilles mineuses des pousses (*Tridodesmodes ramiculata*) contrôlées par des pulvérisations à base de Methidathion.

1.9. Chancre sur le collet

Des symptômes ont été observés en novembre 1980, uniquement sur les Framirés ; 20% des individus ont été touchés dont :

| | | |
|---|--------------------|----|
| 1 | pour le traitement | T |
| 1 | " | FO |
| 1 | " | FM |
| 6 | " | FK |

dont les plants présentaient alors le plus fort accroissement en hauteur. Les plants atteints ont été traités et complètement rétablis après curetage de la zone chancreuse par application d'une pâte fongicide à base d'oxyde mercurique.

2. Etude de la croissance et du développement

Pendant la durée de l'essai des observations hebdomadaires ont été réalisées sur :

- la hauteur des plants
- le nombre de feuilles par plant
- la longueur des 4 plus grandes feuilles.

Ceci représentant plus de 16.000 mesures.

2.1. Croissance en hauteur

Sur les Framirés

L'analyse de variance donne le classement suivant pour les traitements (différences significatives à 5%).

Framiré

| | | | | | | | | | | | |
|---------|----|--------------|----|------------|----|--------|----|--------|----|---------|----|
| T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| FO | FO | FO | FK | FK | FK | FK | FK | FK | FK | FK | FK |
| FM | FK | FK | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| FK | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM |
| 4 | 18 | 1 | 15 | 29 | 14 | 28 | 11 | 25 | 9 | 23 | 6 |
| août 80 | | septembre 80 | | octobre 80 | | nov.80 | | déc.80 | | janv.81 | |

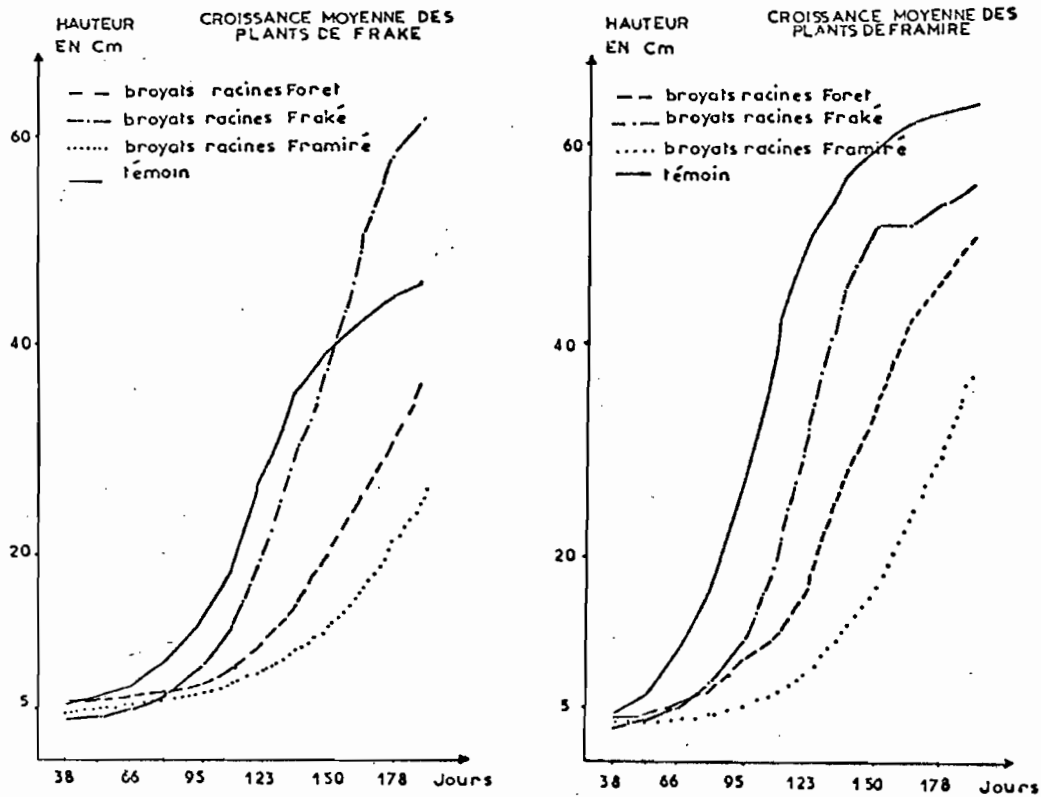
On voit que le traitement par broyats racinaires de Framiré entraîne tout au long des observations, une croissance des Framirés significativement inférieure à celle des plants soumis aux autres traitements.

Sur les Frakés

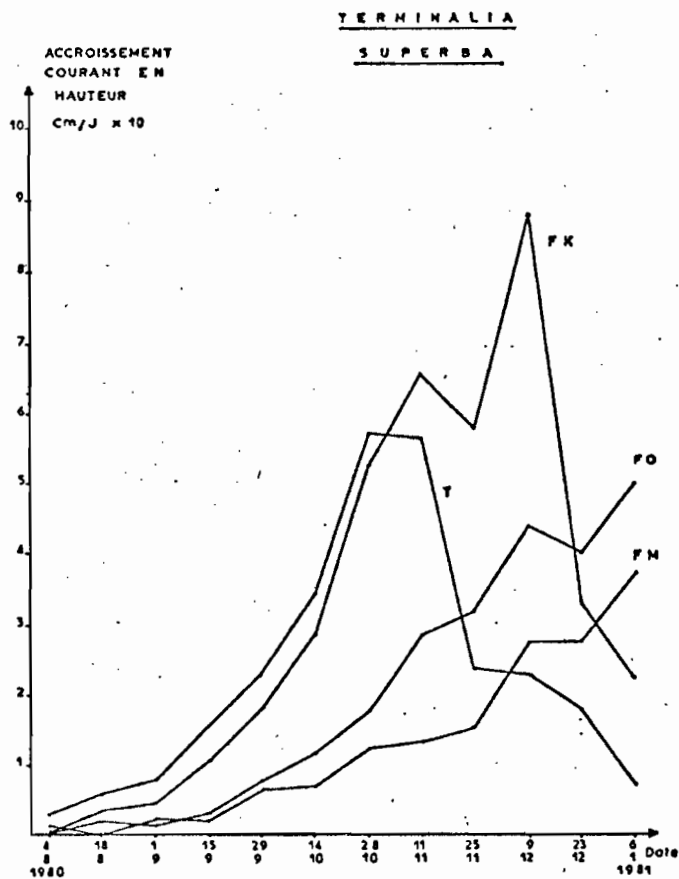
| | | | | | | | | | | | |
|---------|----|--------------|----|------------|----|--------|----|--------|----|---------|----|
| T | T | T | T | T | T | T | T | FK | FK | FK | FK |
| FO | FO | FO | FK | FK | FK | FK | FK | T | T | T | T |
| FM | FM | FM | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| FK | FK | FK | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM | FM |
| 4 | 18 | 1 | 15 | 29 | 14 | 28 | 11 | 25 | 9 | 25 | 6 |
| août 80 | | septembre 80 | | octobre 80 | | nov.80 | | déc.80 | | janv.80 | |

Sur le Fraké les traitements par broyats de racines de Framiré contribuent significativement à un retard de croissance. Les broyats racinaires de Fraké entraînent, eux, un développement des plants nettement supérieur à celui des témoins à partir de novembre 1980 et jusqu'à la fin de l'expérience.

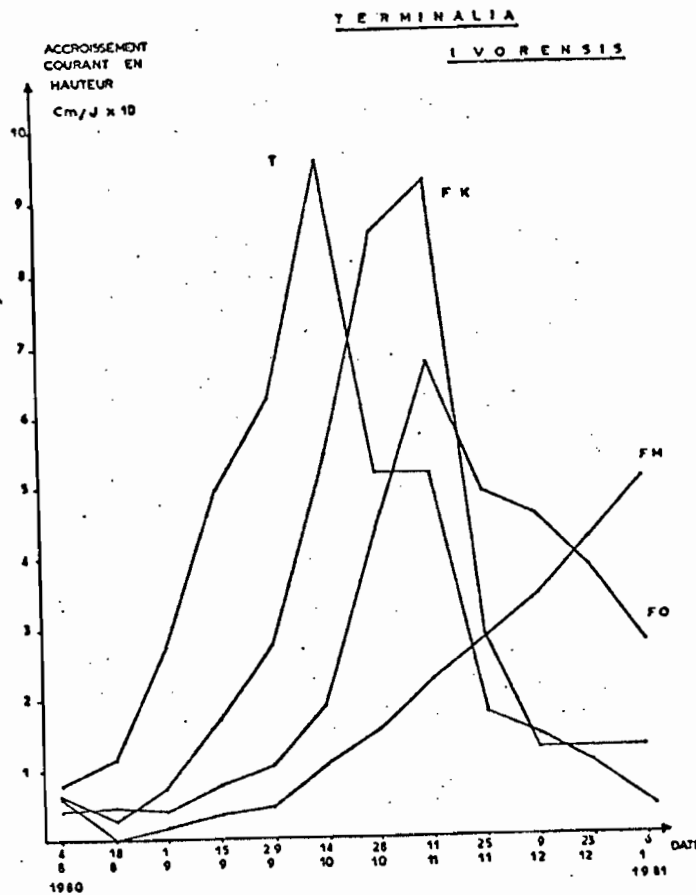
Le graphique suivant illustre ces résultats :



Graphique 4



Graphique 5



Graphique 6

MOYENNES DE LA HAUTEUR DES PLANTS (cm)

FRAKE

| Date des observations | T | FO | FK | FM |
|-----------------------|------|------|------|------|
| 09.07.80 | 5,5 | 5,8 | 5,2 | 5,5 |
| 14.07.80 | 4,6 | 5,0 | 3,5 | 4,3 |
| 21.07.80 | 4,9 | 5,3 | 3,9 | 4,3 |
| 28.07.80 | 5,1 | 5,4 | 3,9 | 4,4 |
| 04.08.80 | 5,3 | 5,3 | 3,8 | 4,5 |
| 11.08.80 | 5,7 | 5,4 | 4,2 | 4,5 |
| 18.08.80 | 6,1 | 4,5 | 4,0 | 4,5 |
| 25.08.80 | 6,6 | 5,7 | 4,7 | 4,6 |
| 01.09.80 | 7,2 | 5,7 | 4,9 | 4,9 |
| 08.09.80 | 8,2 | 5,9 | 5,5 | 5,1 |
| 15.09.80 | 9,6 | 6,2 | 6,3 | 5,3 |
| 22.09.80 | 11,5 | 6,7 | 7,7 | 5,7 |
| 29.09.80 | 13,6 | 7,3 | 8,8 | 7,0 |
| 07.10.80 | 15,3 | 8,0 | 10,2 | 6,3 |
| 14.10.80 | 18,4 | 9,2 | 12,7 | 7,3 |
| 21.10.80 | 23,0 | 10,5 | 16,5 | 8,3 |
| 28.10.80 | 27,0 | 11,6 | 20,0 | 8,9 |
| 04.11.80 | 31,8 | 13,5 | 24,8 | 9,9 |
| 11.11.80 | 35,4 | 15,3 | 28,6 | 10,8 |
| 18.11.80 | 37,5 | 17,8 | 32,4 | 12,0 |
| 25.11.80 | 38,9 | 19,4 | 34,1 | 13,2 |
| 02.12.80 | 40,4 | 22,3 | 43,6 | 15,4 |
| 09.12.80 | 42,4 | 25,4 | 50,5 | 17,2 |
| 16.12.80 | 44,0 | 27,7 | 53,6 | 19,5 |
| 22.12.80 | 45,0 | 30,7 | 55,9 | 21,5 |
| 30.12.80 | 45,5 | 34,2 | 58,2 | 24,5 |
| 06.01.81 | 46,0 | 37,3 | 60,1 | 27,0 |

FRAMIRE

| T | FO | FK | FM |
|------|------|------|------|
| 4,4 | 4,3 | 3,7 | 4,4 |
| 3,4 | 3,5 | 2,7 | 2,9 |
| 3,7 | 3,8 | 2,8 | 3,0 |
| 4,3 | 4,2 | 3,3 | 3,7 |
| 4,9 | 4,4 | 3,7 | 4,0 |
| 5,3 | 5,1 | 3,9 | 3,7 |
| 6,6 | 5,1 | 4,1 | 4,0 |
| 8,3 | 5,2 | 4,4 | 4,0 |
| 11,6 | 5,7 | 5,1 | 4,2 |
| 13,7 | 6,0 | 6,1 | 4,5 |
| 18,1 | 6,8 | 7,6 | 4,8 |
| 22,8 | 7,8 | 9,7 | 5,3 |
| 27,5 | 8,4 | 11,8 | 5,6 |
| 37,3 | 9,2 | 15,1 | 6,2 |
| 41,9 | 11,3 | 19,8 | 7,4 |
| 45,6 | 13,9 | 25,8 | 8,0 |
| 50,0 | 17,7 | 32,6 | 9,6 |
| 49,6 | | | |
| 54,4 | 22,7 | 40,2 | 10,9 |
| 57,3 | 27,9 | 45,5 | 13,4 |
| 58,6 | 31,6 | 50,4 | 15,3 |
| 60,0 | 35,2 | 52,7 | 18,1 |
| 61,3 | 38,5 | 51,4 | 21,1 |
| 62,1 | 42,0 | 52,2 | 23,9 |
| 63,2 | 45,0 | 53,4 | 27,3 |
| 63,7 | 47,8 | 54,1 | 30,6 |
| 64,1 | 49,5 | 54,9 | 35,0 |
| 64,5 | 52,0 | 56,0 | 38,0 |

Tableau 2

FRAKEFRAMIRE

| Date des observations | T | FO | FK | FM |
|-----------------------|------|------|-------|------|
| 09.07.80 | 1,6 | 2,1 | 1,5 | 2,0 |
| 14.07.80 | 4,5 | 3,3 | 3,2 | 4,1 |
| 21.07.80 | 3,9 | 3,7 | 3,0 | 3,4 |
| 28.07.80 | 3,7 | 3,6 | 3,0 | 3,8 |
| 04.08.80 | 4,2 | 2,9 | 3,3 | 4,2 |
| 11.08.80 | 4,5 | 3,2 | 3,6 | 4,2 |
| 18.08.80 | 5,9 | 3,7 | 3,6 | 4,7 |
| 25.08.80 | 6,6 | 4,0 | 4,4 | 4,8 |
| 01.09.80 | 7,4 | 4,7 | 5,1 | 5,5 |
| 08.09.80 | 8,1 | 5,6 | 6,2 | 5,2 |
| 15.09.80 | 9,5 | 5,2 | 7,0 | 5,8 |
| 22.09.80 | 12,8 | 6,4 | 8,8 | 5,9 |
| 29.09.80 | 15,4 | 7,7 | 11,5 | 6,8 |
| 07.10.80 | 19,4 | 8,4 | 12,7 | 7,0 |
| 14.10.80 | 23,6 | 9,5 | 15,0 | 8,1 |
| 21.10.80 | 26,8 | 10,9 | 16,9 | 8,4 |
| 28.10.80 | 30,0 | 11,4 | 18,9 | 9,2 |
| 04.11.80 | 32,4 | 12,5 | 23,9 | 9,6 |
| 11.11.80 | 39,3 | 13,3 | 32,6 | 10,6 |
| 18.11.80 | 47,6 | 14,6 | 37,5 | 11,9 |
| 25.11.80 | 48,8 | 18,0 | 49,0 | 14,3 |
| 02.12.80 | 50,0 | 21,2 | 62,8 | 13,8 |
| 09.12.80 | 48,0 | 23,1 | 65,0 | 14,0 |
| 16.12.80 | 53,6 | 29,4 | 70,2 | 18,8 |
| 22.12.80 | 68,0 | 40,0 | 79,7 | 29,3 |
| 30.12.80 | 84,7 | 47,1 | 108,8 | 35,0 |
| 06.01.81 | 64,9 | 49,0 | 128,0 | 33,7 |

| T | FO | FK | FM |
|-------|-------|-------|-------|
| 3,4 | 4,6 | 3,1 | 2,9 |
| 3,7 | 4,4 | 4,0 | 3,8 |
| 4,6 | 4,2 | 4,0 | 4,1 |
| 5,8 | 5,4 | 4,3 | 5,6 |
| 6,5 | 5,7 | 5,1 | 5,2 |
| 7,7 | 6,5 | 5,4 | 4,9 |
| 10,1 | 7,4 | 6,0 | 5,1 |
| 12,0 | 7,0 | 6,3 | 5,1 |
| 16,0 | 7,9 | 7,8 | 5,4 |
| 20,9 | 7,9 | 10,2 | 5,6 |
| 32,0 | 7,6 | 12,6 | 5,3 |
| 48,8 | 9,8 | 20,7 | 6,4 |
| 63,0 | 11,6 | 28,4 | 7,7 |
| 90,0 | 14,9 | 40,0 | 9,2 |
| 110,0 | 23,0 | 57,6 | 11,0 |
| 130,0 | 30,5 | 79,3 | 12,6 |
| 145,4 | 39,0 | 98,1 | 15,0 |
| 165,2 | 52,5 | 118,9 | 20,6 |
| 151,0 | 66,0 | 132,0 | 28,0 |
| 179,4 | 79,6 | 152,9 | 37,1 |
| 189,8 | 85,0 | 175,7 | 41,5 |
| 158,3 | 98,4 | 180,4 | 63,1 |
| 176,3 | 128,3 | 190,9 | 90,8 |
| 187,8 | 141,5 | 215,6 | 98,3 |
| 195,6 | 153,2 | 226,7 | 112,5 |
| 212,8 | 216,1 | 242,6 | 146,4 |
| 236,8 | 200,0 | 284,0 | 229,0 |

Tableau 3

2.2. Développement foliaire

Le nombre de feuilles par plant augmente très lentement au cours du premier mois, tant pour les Frakés que pour les Framirés. C'est la période de "reprise". Dès le deuxième mois les plants témoins se différencient par une nette accélération de la formation de feuilles, par rapport aux plants soumis aux divers traitements. A partir du troisième mois l'incidence des traitements sur l'élaboration de la masse foliaire est particulièrement marquante.

Pour les Framirés

Jusqu'au mois de novembre les traitements se classent ainsi par ordre décroissant :

Témoins - Traitement Fraké - Traitement mélange forestier - Traitement Framiré.

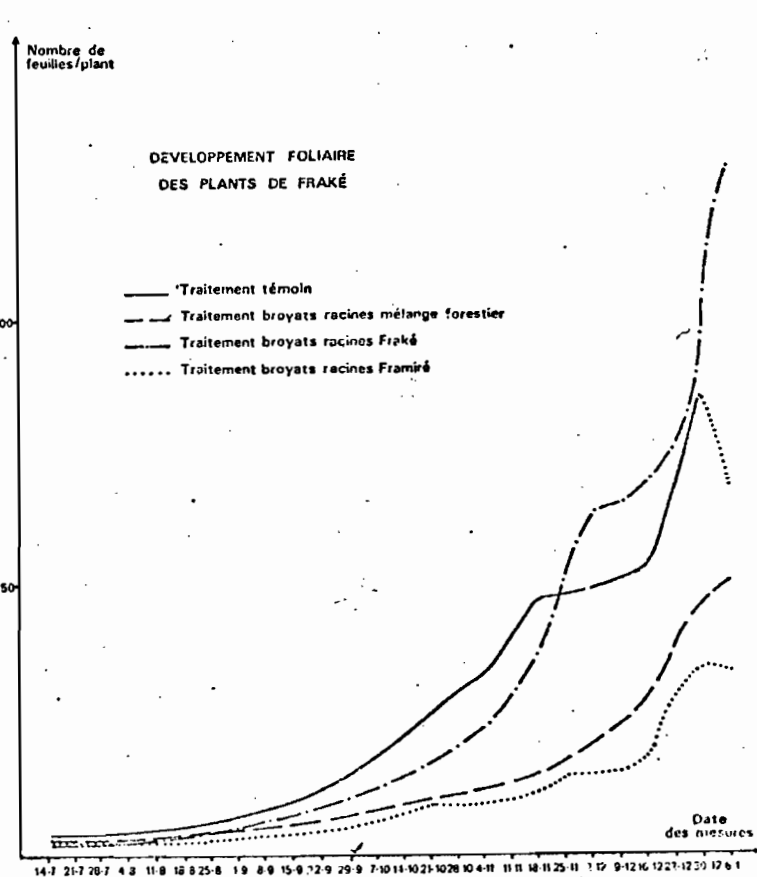
Ce dernier traitement montre que les plants ont pris un grand retard pour former leurs feuilles par rapport à l'ensemble des autres plants.

A partir de décembre le traitement FK entraîne une augmentation du nombre de feuilles formées supérieure à celle des témoins tandis que le traitement FM conserve son retard tout au long de l'expérience avec un léger rattrapage en fin d'essai, alors qu'il y a atténuation de l'effet toxique du milieu nutritif, en relation probablement avec le lessivage des pots.

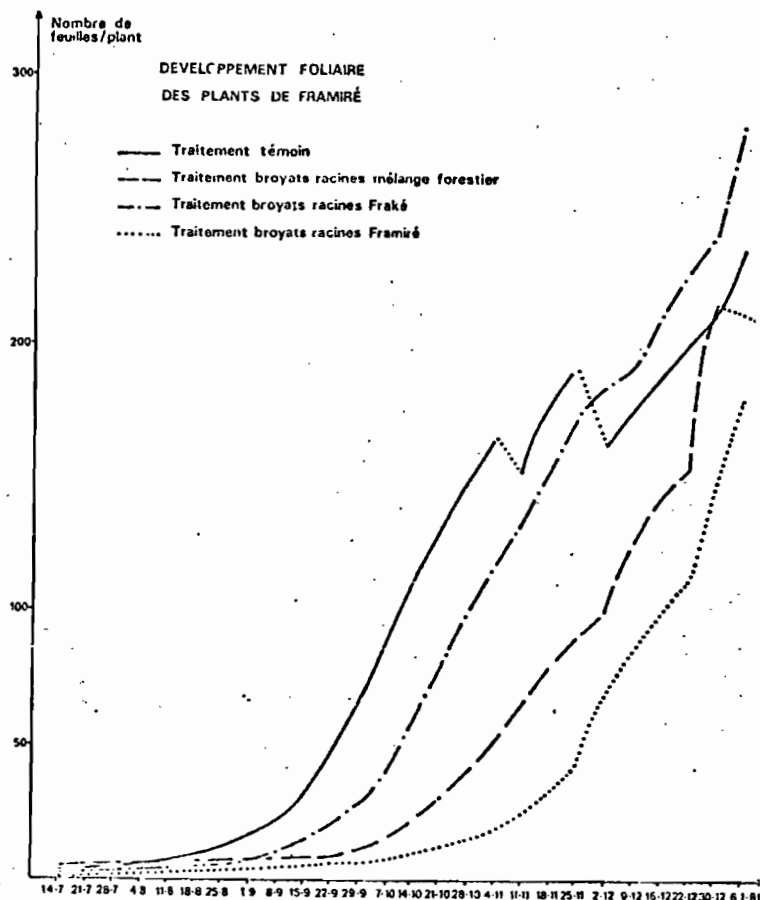
Pour les Frakés

On remarque sur les graphiques ci-dessous, que le développement foliaire des jeunes Frakés s'opère beaucoup plus lentement que celui des Framirés. Il s'agit là d'une différenciation spécifique.

Pendant les quatre premiers mois les traitements se classent comme pour les Framirés par ordre décroissant de feuilles formées : Témoins - Traitement FK - FO peu différenciés l'un de l'autre. - Traitement FM. Ces différences s'accroissent au fur et à mesure de la croissance des plants, pour atteindre un maximum vers la fin de novembre. A ce moment, le traitement par Racines de Fraké entraîne une formation accélérée du développement foliaire des plants qui dépasse très largement celui des témoins. Le traitement FM correspond, comme pour les Framirés à la plus faible formation de feuilles.



Graphique 7



Graphique 8

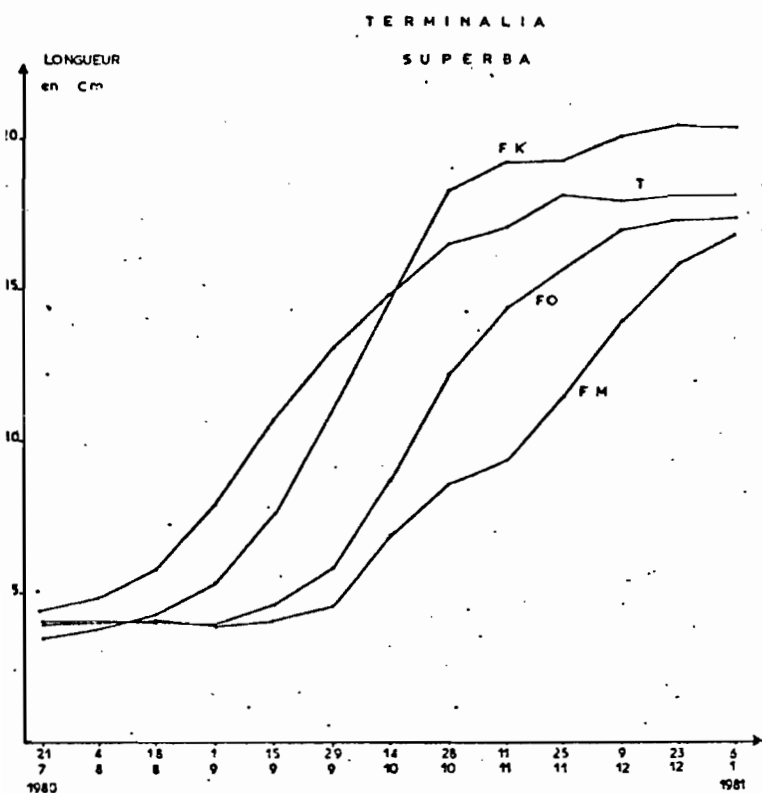
2.3. Longueur moyenne des quatre plus grandes feuilles

Cette mesure complète les données de hauteur et développement des plants, en apportant une précision sur "l'état de santé" et le caractère de vigueur des Frakés et Framirés.

Pour les Framirés

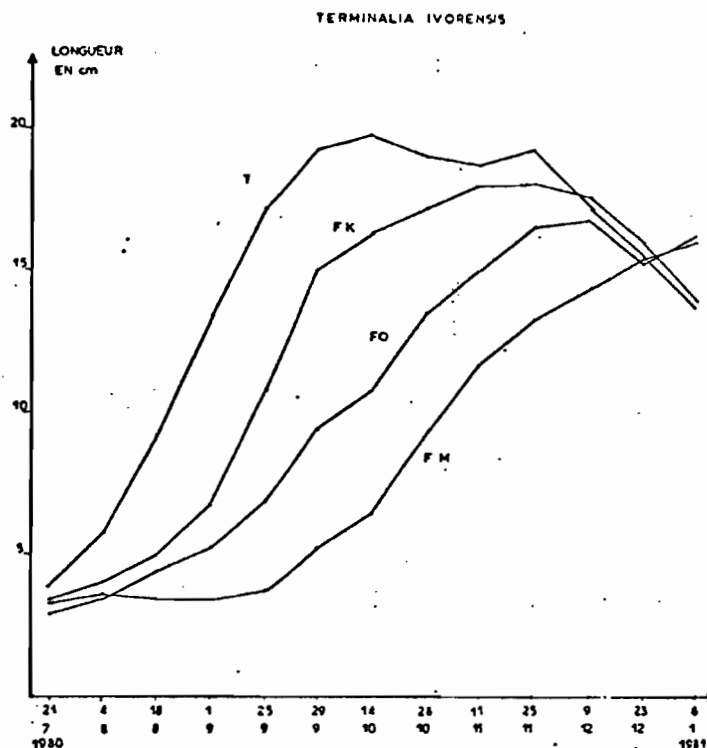
Les observations sont portées sur le graphique ci-dessous et montrent que pendant la plus grande partie de l'essai le classement déjà observé pour les précédentes caractéristiques mesurées, demeure identique. A la fin de l'essai, les mensurations tendent à s'uniformiser pour l'ensemble des traitements. Pour le traitement FM, la longueur moyenne des 4 plus grandes feuilles a un accroissement continu dans le temps par suite, comme pour les autres séries de mesure, de l'estompage de l'effet traitement. On note que les témoins conservent sur pratiquement tout le cycle expérimental, la meilleure moyenne de longueur des quatre plus grandes feuilles.

LONGUEUR MOYENNE DES
4 PLUS GRANDES FEUILLES PAR PLANT



Graphique 9

LONGUEUR MOYENNE DES
4 PLUS GRANDES FEUILLES PAR PLANT



Graphique 10

Pour les Frakés

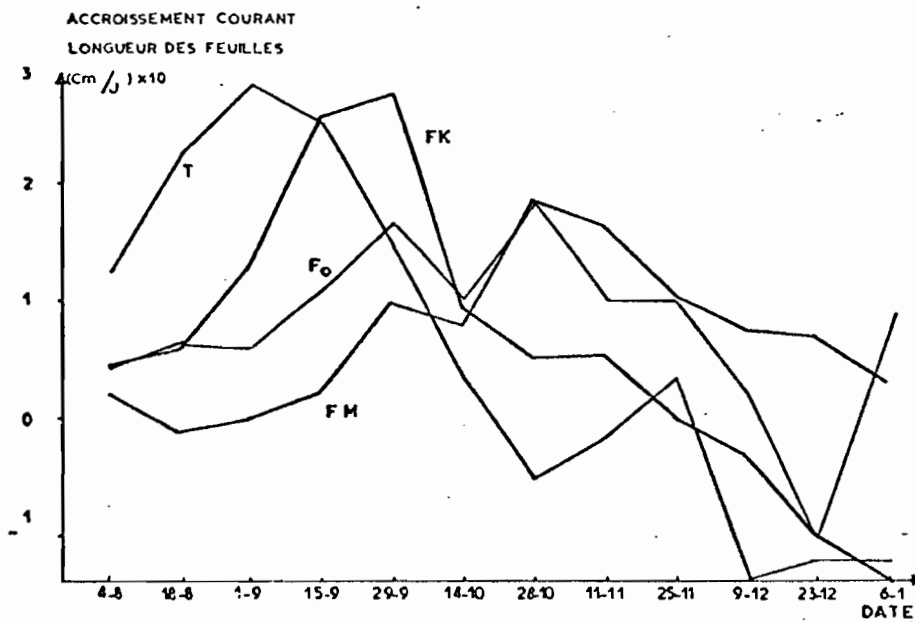
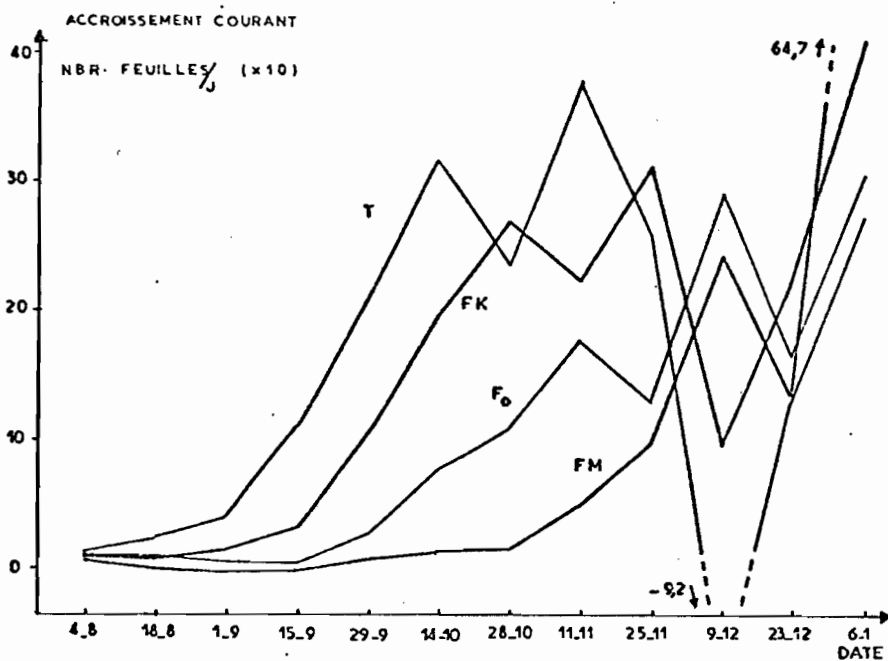
On constate que le traitement par broyats racinaires de Frakés (FK) favorise, dès le deuxième mois de l'expérience, l'augmentation de la longueur moyenne des feuilles, par rapport à l'ensemble des autres traitements. Le traitement FM entraîne comme pour les autres caractéristiques de croissance, un développement plus réduit.

Les graphiques ci-dessous présentent pour chacune des deux espèces étudiées les accroissements courants du nombre de feuilles moyen par jour, et de la longueur moyenne des quatre plus grandes feuilles par jour.

Pour *Terminalia ivorensis*, on voit que le nombre de feuilles augmente au cours des 3 premiers mois pour les traitements T, FK, FO, tandis qu'il reste très faible pour le traitement FM, avec un lent démarrage vers le 5ème à 6ème mois de culture.

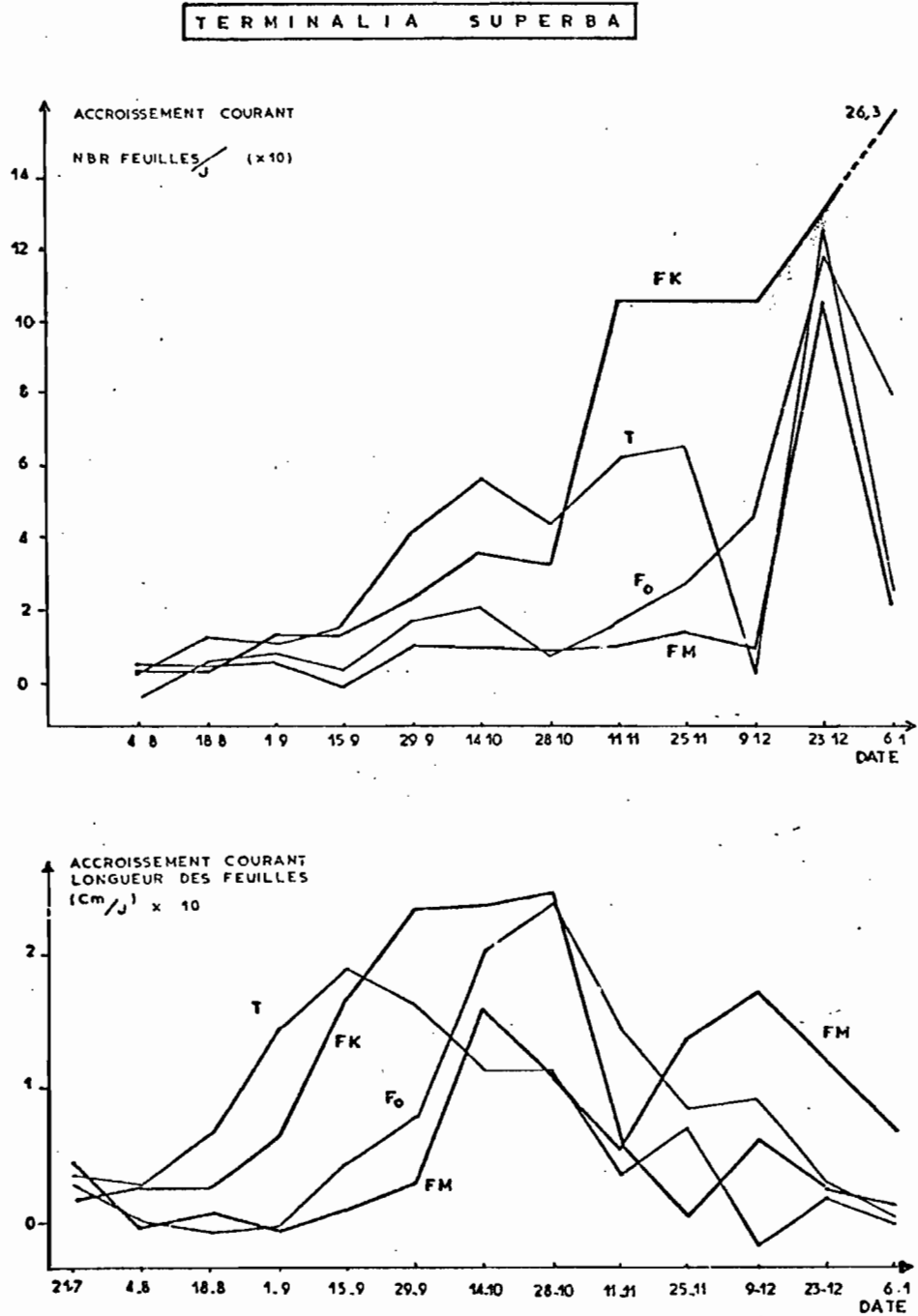
La longueur moyenne des quatre plus grandes feuilles augmente quotidiennement pendant seulement deux mois. Par la suite, les moyennes tendent à s'uniformiser.

TERMINALIA IVORENSIS



Graphique 11

Pour *Terminalia superba* on note que le traitement FK entraîne la meilleure formation quotidienne moyenne de feuilles pendant tout le cycle expérimental.



Graphique 12

3. Etude de la biomasse

A la récolte les plants ont été pesés et les différentes fractions : feuilles-tiges-racines évaluées séparément. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous en grammes de matière sèche (moyenne des répétitions).

| TRAITEMENT | FRAKE | | | | FRAMIRE | | | |
|------------|----------------|-------------|---------------|-------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| | Poids feuilles | Poids tiges | Poids racines | Poids total | Poids feuilles | Poids tiges | Poids racines | Poids total |
| T | 64,2 | 67,0 | 64,8 | 196 | 74,2 | 126,8 | 57,1 | 258,1 |
| FK | 123,9 | 124,9 | 76,6 | 325,4 | 109,4 | 133,7 | 58,1 | 301,2 |
| FO | 73,3 | 48,7 | 35,1 | 157,1 | 86,5 | 81,0 | 34,7 | 202,1 |
| FM | 34,9 | 19,0 | 14,1 | 68,0 | 52,2 | 33,8 | 11,7 | 97,7 |

Tableau 4

Le calcul des variations des pourcentages de récolte par rapport aux valeurs-témoins est porté sur le tableau ci-après. On constate que le traitement FK induit un effet très favorable sur les poids de récolte tant sur Fraké que sur Framiré. Sur les Frakés c'est surtout les poids de feuilles et de tiges qui sont améliorés sur les Framirés ; c'est essentiellement la masse foliaire qui augmente. Le traitement FK apparaît plus nettement favoriser la croissance des Frakés dont il améliore le poids global de 66% par rapport aux témoins, par rapport à celle des Framirés dont le poids total augmente de 17% par rapport aux témoins. Le traitement FM défavorise considérablement les poids de récolte des Framirés comme des Frakés par rapport aux témoins. L'effet de ce traitement sur la masse totale des récoltes est très voisine pour les deux espèces. La diminution est de -65% pour les Frakés et -62% pour les Framirés, par rapport aux témoins.

| TRAITEMENT | FRAKE | | | | FRAMIRE | | | |
|------------|----------------|-------------|---------------|-------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| | Poids feuilles | Poids tiges | Poids racines | Poids total | Poids feuilles | Poids tiges | Poids racines | Poids total |
| T | 64,2 g | 67 g | 64,8 g | 196 g | 74,2 g | 126,8 g | 57,1 g | 258,1 g |
| FK | +48% | +54% | +18% | +66% | +47% | +5,4% | +1,7% | +17% |
| FO | +12% | -27% | -45% | -20% | -16% | -36% | -39% | -21% |
| FM | -45% | -71% | -78% | -65% | -30% | -73% | -79% | -62% |

Tableau 5

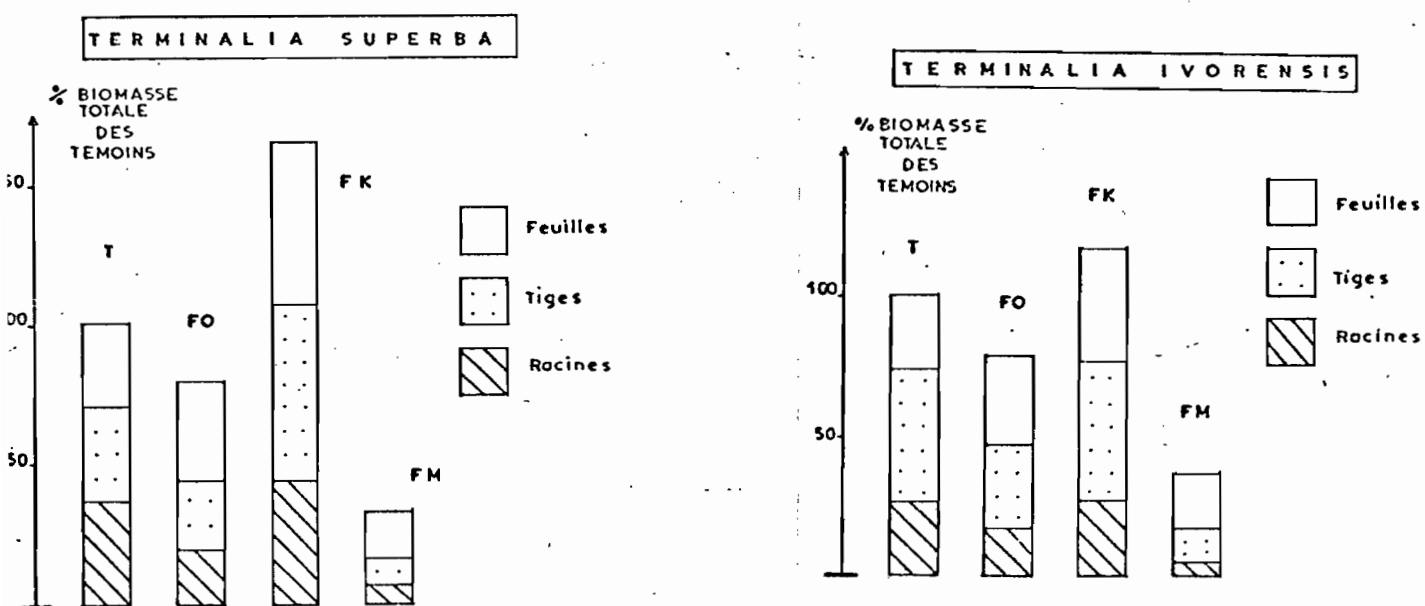
Variations des pourcentages de récoltes par rapport aux valeurs témoins.

Le traitement FO contribue à abaisser légèrement le poids global des récoltes de Frakés et Framirés par rapport aux témoins. Il a cependant un effet favorable sur le développement foliaire des plants, représentant +12% sur les Frakés et +16% sur les Framirés par rapport aux plants témoins. Pour résumer ces observations, en attribuant aux données-témoins la valeur 1 les variations des poids totaux moyens de récoltes sont les suivantes

| Traitements | Frakés | Framirés |
|-------------|--------|----------|
| T | 1,0 | 1,0 |
| FK | 1,66 | 1,17 |
| FO | 0,80 | 0,78 |
| FM | 0,35 | 0,38 |

Tableau 6

Les pourcentages de la biomasse totale des plants exprimés par rapport aux témoins sont illustrés par le graphique 13.



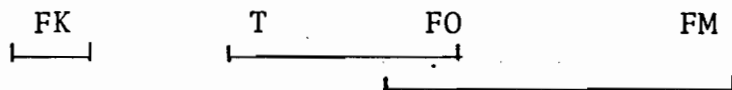
Graphique 13

Analyse de varianceFRAKES

Racines : Analyse de variance F = 6.75
S = 1 ‰



Tiges : Analyse de variance F = 9.61
S = 1 ‰



Feuilles : Analyse de variance F = 6.37
S = 1 ‰



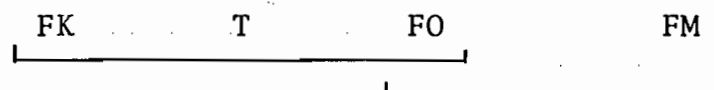
L'effet significatif des traitements apparait très nettement avec S = 1 ‰ pour Racines et Tiges et S = 1 ‰ pour les feuilles.

FRAMIRES

Racines : Analyse de variance F = 4.017
S = 5 ‰

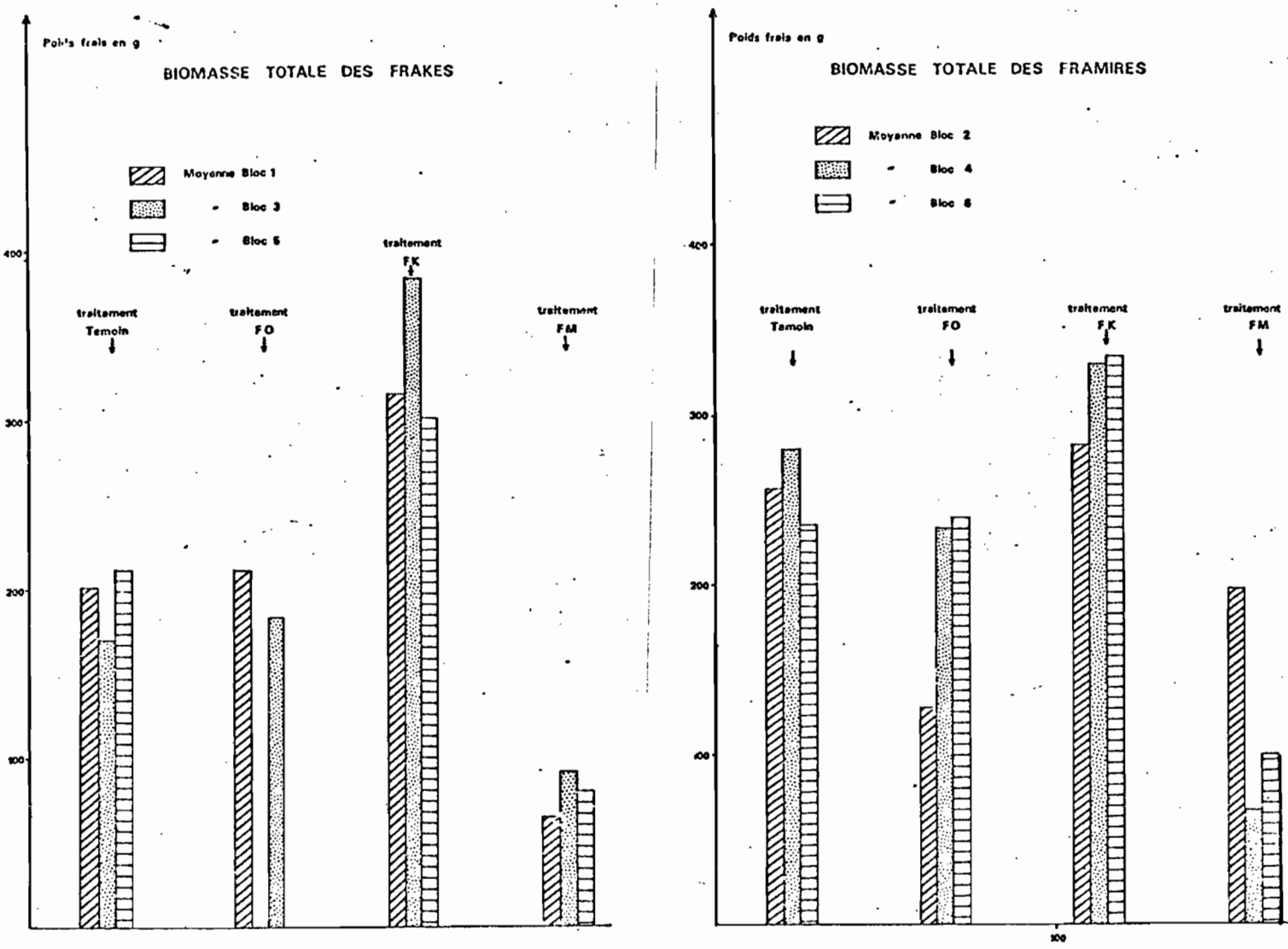


Tiges : Analyse de variance F = 3.60
S = 5 ‰



Feuilles : Analyse de variance F = 1.017 non significatif.

Ici les traitements marquent avec une probabilité de 95% sur les Racines et les Tiges, mais ne sont pas significatifs pour la masse foliaire.



Graphique 14

4. Composition minérale

Au moment de la récolte des plants, un échantillon racinaire a été prélevé en vue d'une analyse minérale des tissus.

Les résultats sont regroupés dans le tableau 7 qui donne le chiffre moyen calculé sur les 5 répétitions de chacun des traitements.

Les données sont exprimées en g pour 100 g de matière sèche pour N, P, K, Ca, Mg et Na en SO4 % pour S.

| Element analyse Trait | FRAKES | | | | FRAMIRES | | | | MOYENNE GENERALE | | | |
|--------------------------|--------|------|------|------|----------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | T | FK | FO | FM | T | FK | FO | FM | T | FK | FO | FM |
| N total | 0.41 | 0.41 | 0.49 | 0.57 | 0.34 | 0.34 | 0.33 | 0.41 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 0.49 |
| S(en SO ₄ ‰) | 0.82 | 0.75 | 0.91 | 2.08 | 0.78 | 0.72 | 0.86 | 2.12 | 0.79 | 0.73 | 0.88 | 2.10 |
| Cendres | 3.63 | 4.09 | 4.92 | 5.56 | 2.77 | 3.37 | 3.73 | 4.00 | 3.20 | 3.73 | 4.33 | 4.78 |
| P total | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.11 |
| K | 0.34 | 0.70 | 0.83 | 1.07 | 0.26 | 0.49 | 0.55 | 0.69 | 0.30 | 0.60 | 0.69 | 0.88 |
| Ca | 0.27 | 0.26 | 0.44 | 0.33 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.32 | 0.27 |
| Mg | 0.08 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.11 |
| Na | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |

Tableau 7

On n'a pas observé de fortes variabilités des résultats intratraitements (Tableau 7).

Pour l'Azote total, les Frakés présentent des teneurs supérieures à celles des Framirés. Notons que le traitement FM entraîne, surtout sur Frakés, une augmentation de la teneur en N total de la matière sèche par rapport aux témoins alors que les traitements FK et FO ne se différencient pas de ces derniers.

C'est essentiellement au niveau des teneurs en S que se manifeste un effet traitement : pour FM on voit que la matière sèche apparaît 2 à 3 fois plus riche en S que celle des racines témoins ou ayant reçu les traitements FK et FO.

Pour les éléments P, K, Ca et Mg on peut observer que le traitement FM entraîne une élévation de leur taux dans la matière sèche, par rapport aux plants témoins et aux plants traités par FK surtout et FO dans une mesure moindre. Cette augmentation de la concentration de ces éléments peut s'expliquer par une absence de leur dilution dans les tissus en relation avec la mauvaise croissance des Frakés et Framirés soumis au traitement FM. Nous avons déjà observé (DIDIER DE SAINT AMAND, J. ; MALLET B., 1981) une forte accumulation de Calcium dans les tissus racinaires des Framirés traités par broyats de racines de Framirés, et, d'une manière générale, dans les tissus-feuilles et racines-des plants ayant subi des troubles de leur croissance entraînés par les traitements.

ANALYSES VEGETALES

Racines de FRAKE

| | N | S Total SO ₄ %. | P | K | Na | Ca | Mg |
|-----|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| T1 | 0,40 | 0,80 | 0,03 | 0,32 | 0,01 | 0,23 | 0,07 |
| T3 | 0,35 | 0,53 | 0,05 | 0,32 | 0,01 | 0,26 | 0,08 |
| T5 | 0,48 | 1,13 | 0,06 | 0,40 | 0,01 | 0,33 | 0,09 |
| FK1 | 0,40 | 0,63 | 0,06 | 0,58 | 0,01 | 0,28 | 0,06 |
| FK3 | 0,48 | 0,87 | 0,07 | 0,82 | 0,01 | 0,28 | 0,08 |
| FK5 | 0,35 | 0,75 | 0,06 | 0,70 | 0,01 | 0,23 | 0,06 |
| FM1 | 0,45 | 0,99 | 0,09 | 0,88 | 0,01 | 0,23 | 0,10 |
| FM3 | 0,68 | 2,82 | 0,11 | 1,22 | 0,01 | 0,44 | 0,13 |
| FM5 | 0,58 | 2,43 | 0,10 | 1,12 | 0,01 | 0,33 | 0,12 |
| F01 | 0,53 | 0,74 | 0,09 | 0,90 | 0,01 | 0,34 | 0,09 |
| OF3 | 0,43 | 0,71 | 0,08 | 0,72 | 0,01 | 0,73 | 0,14 |
| F05 | 0,38 | 1,28 | 0,06 | 0,88 | 0,01 | 0,26 | 0,07 |

Tableau 8

Résultats exprimés en g d'élément pour 100 g de matière sèche

(pour S : expression en SO₄ %.)

Racines de FRAMIRE

| | N | S Total SO ₄ %. | P | K | Na | Ca | Mg |
|-----|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| T2 | 0,29 | 0,76 | 0,04 | 0,22 | 0,01 | 0,13 | 0,06 |
| T4 | 0,38 | 0,82 | 0,05 | 0,24 | 0,01 | 0,11 | 0,05 |
| T6 | 0,35 | 0,75 | 0,06 | 0,32 | 0,01 | 0,22 | 0,06 |
| FK2 | 0,40 | 0,73 | 0,06 | 0,48 | 0,01 | 0,21 | 0,05 |
| FK4 | 0,33 | 0,64 | 0,07 | 0,48 | 0,01 | 0,16 | 0,05 |
| FK6 | 0,30 | 0,78 | 0,09 | 0,52 | 0,01 | 0,18 | 0,05 |
| FM2 | 0,43 | 1,12 | 0,08 | 0,64 | 0,01 | 0,19 | 0,10 |
| FM4 | 0,31 | 2,61 | 0,13 | 0,60 | 0,01 | 0,22 | 0,10 |
| FM6 | 0,50 | 2,64 | 0,12 | 0,84 | 0,01 | 0,23 | 0,09 |
| FO2 | 0,40 | 0,85 | 0,10 | 0,66 | 0,02 | 1,26 | 0,09 |
| FO4 | 0,30 | 0,84 | 0,09 | 0,58 | 0,01 | 0,18 | 0,06 |
| FO6 | 0,28 | 0,87 | 0,08 | 0,42 | 0,01 | 0,13 | 0,06 |

Tableau 9

Résultats exprimés en g d'élément pour 100 g de matière sèche

(pour S : expression en SO₄ %.)

5. Minéralisation de l'Azote

La minéralisation a été estimée à deux reprises : d'une part au cours de l'essai, d'autre part au moment de la récolte. Les formes minéralisables $N-NO_3^-$ et $N-NH_4^+$ sont dosées avant et après une incubation du sol de un mois en conditions favorables. Les chiffres donnés dans les tableaux ci-dessous sont en mg/100 g de sol. L'indice de minéralisation correspond à la formule.

$$\frac{-NH_4^+ \text{ Final} - NH_4^+ \text{ initial} + NO_3^- \text{ Final} - NO_3^- \text{ initial}}{N \text{ total}} \times 100$$

5.1. Estimation de l'Azote minéralisable en octobre 1980

Le tableau montre que la teneur en Azote total du substrat de culture, avoisine une valeur de 1 ‰, ce qui correspond aux estimations moyennes des sables tertiaires, et représentent des teneurs pauvres en cet élément. La détermination de l'Azote total, ne ferait donc pas apparaître de différences notables entre les différents milieux testés mais la détermination de la fraction de l'Azote minéralisable montre de très nettes différences liées aux différents traitements.

| Trait. | N total ‰ | NO_3^- initial | NO_3^- final | NH_4^+ initial | NH_4^+ final | Indice de minéralisation |
|---------|-----------|------------------|----------------|------------------|----------------|--------------------------|
| FRAKE | T | 0.91 | 0.17 | 0.93 | 0.73 | 0.25 |
| | FO | 0.96 | 0.13 | 0.34 | 0.58 | 0.10 |
| | FK | 1.02 | 0.41 | 1.16 | 0.77 | 0.29 |
| | FM | 1.08 | 0.03 | 0.00 | 0.55 | 0 |
| FRAMIRE | T | 0.93 | 0.09 | 0.75 | 0.64 | 0.14 |
| | FO | 0.98 | 0.12 | 0.33 | 0.48 | 0.10 |
| | FK | 1.05 | 0.12 | 0.60 | 0.61 | 0.20 |
| | FM | 1.09 | 0.08 | 0.13 | 0.64 | 0 |

Tableau 10

Estimation de l'Azote minéralisable en octobre 1980

Pour la fraction NO_3^- on constate une évolution dans le temps, positive pour les traitements T, FO et FK, montrant que le dernier stade de la minéralisation se réalise normalement, alors que le traitement par racines de Framirés entraîne une évolution nulle chez les Framirés. Il en résulte pour ce traitement, et pour les

deux espèces étudiées, un indice de minéralisation nul. Des résultats analogues, montrant la perturbation de la minéralisation de l'azote en présence de broyats racinaires de Framirés, avaient été observé dans les deux précédentes expérimentations.

5.2. Estimation de l'Azote minéralisable à la récolte

Au moment de la récolte des plants une nouvelle estimation de l'Azote du substrat a été faite. Les résultats figurent au tableau 11.

| | Trait. | N Total ‰ | NO ₃ ⁻ initial | NO ₃ ⁻ final | NH ₄ ⁺ initial | NH ₄ ⁺ final | Indice minéralisation |
|----------|--------|--------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|
| FRAKES | T | 1.03 | 0.07 | 0.57 | 0.51 | 0.16 | 0.18 |
| | FO | 1.02 | 0.08 | 0.26 | 0.45 | 0.27 | 0.05 |
| | FK | 1.11 | 0.13 | 0.57 | 0.55 | 0.17 | 0.12 |
| | FM | 1.39 | 0.17 | 0.49 | 0.45 | 0.34 | 0.17 |
| FRAMIRES | T | 1.00 | 0.05 | 0.37 | 0.45 | 0.23 | 0.09 |
| | FO | 1.07 | 0.06 | 0.18 | 0.48 | 0.34 | 0.03 |
| | FK | 1.11 | 0.05 | 0.33 | 0.62 | 0.29 | 0.06 |
| | FM | 1.18 | 0.09 | 0.31 | 0.41 | 0.26 | 0.04 |

Tableau 11

Estimation de l'Azote minéralisable au moment de la récolte (janvier 1981)

On voit ici que l'indice de minéralisation est positif pour l'ensemble des traitements. On peut estimer qu'en fin de culture l'effet d'inhibition de la minéralisation, observé précédemment semble s'atténuer. Cette constatation a pu être confirmée par un essai complémentaire réalisé après la récolte des plants, par la mise en place sur les mêmes pots de nouveaux jeunes Frakés et Framirés. Cette expérience sera détaillée plus loin.

Les graphiques ci-dessous illustrent les valeurs de l'Azote minéralisable, au cours des deux prélèvements successifs réalisés dans les cultures. On constate que, si, au deuxième prélèvement les teneurs mesurées sont toutes positives, elles sont en valeur absolue nettement moins élevées qu'au premier prélèvement et singulièrement en ce qui concerne le NO₃ après un mois d'incubation du sol.

AZOTE TOTAL, MINERALISABLE ET INDICE DE MINERALISATION

| | Eau en place 35° % | N total % | NO ₃ ⁻ initial en mg/100 g sol | NO ₃ ⁻ incub | NH ₃ ⁺ initial en mg/100 g sol | NH ₃ ⁺ incubé | Indice de minéralisation |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|---|------------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Moyenne générale Framirés et Frakés | | | | | | | |
| T | 17,06 | 0,92 | 0,13 | 0,84 | 0,69 | 0,10 | 0,19 |
| FO | 25,97 | 0,97 | 0,13 | 0,33 | 0,52 | 0,23 | 0,10 |
| FK | 21,86 | 1,04 | 0,25 | 0,88 | 0,69 | 0,25 | 0,25 |
| FM | 28,63 | 1,09 | 0,06 | 0,07 | 0,60 | 0,21 | 0,00 |
| Moyenne Fraké | | | | | | | |
| T | 18,70 | 0,91 | 0,17 | 0,93 | 0,73 | 0,13 | 0,25 |
| FO | 25,64 | 0,96 | 0,13 | 0,34 | 0,58 | 0,22 | 0,10 |
| FK | 24,51 | 1,02 | 0,41 | 1,16 | 0,77 | 0,29 | 0,29 |
| FM | 30,28 | 1,08 | 0,03 | 0,00 | 0,55 | 0,21 | 0,00 |
| Moyenne Framiré | | | | | | | |
| T | 15,42 | 0,93 | 0,09 | 0,75 | 0,64 | 0,08 | 0,14 |
| FO | 26,30 | 0,98 | 0,12 | 0,33 | 0,48 | 0,25 | 0,10 |
| FK | 19,21 | 1,05 | 0,12 | 0,60 | 0,61 | 0,22 | 0,20 |
| FM | 26,98 | 1,09 | 0,08 | 0,13 | 0,64 | 0,20 | 0,00 |

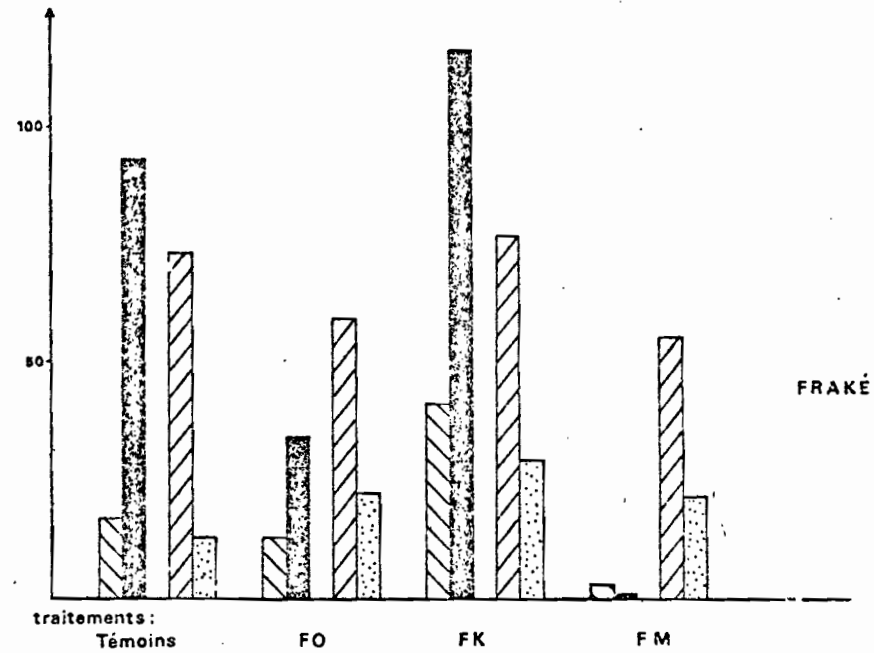
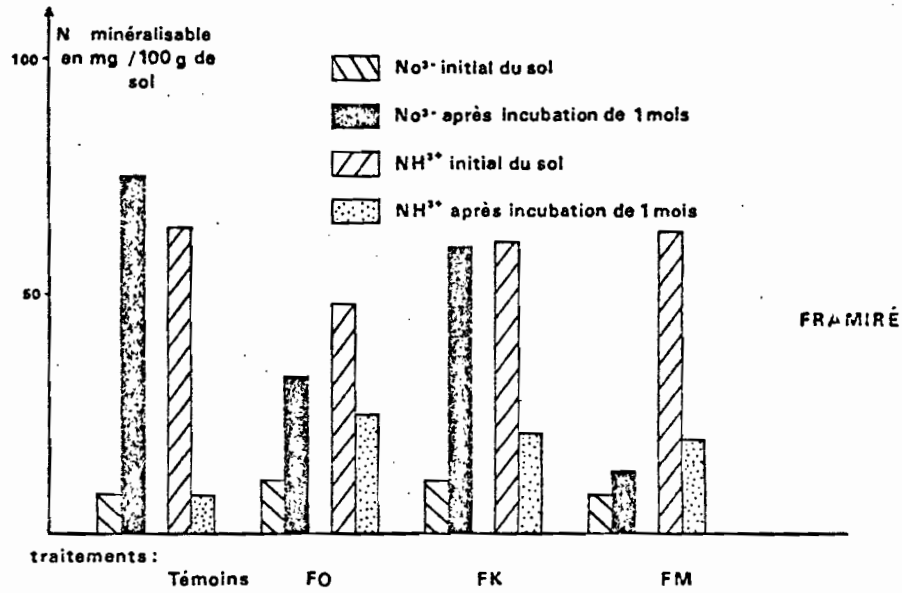
Tableau 12 - Déterminations en octobre 1980

AZOTE TOTAL, MINERALISABLE ET INDICE DE MINERALISATION

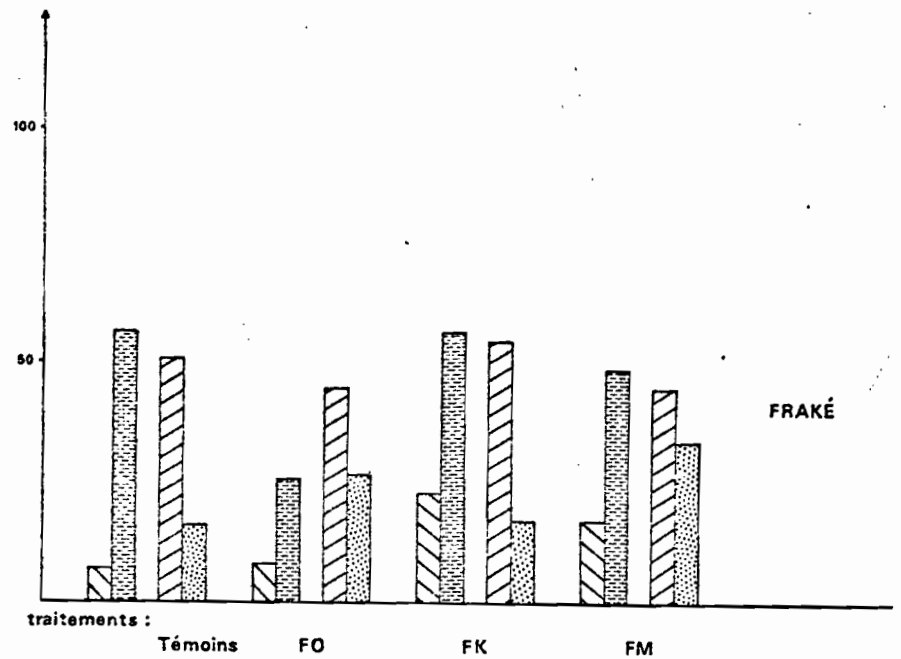
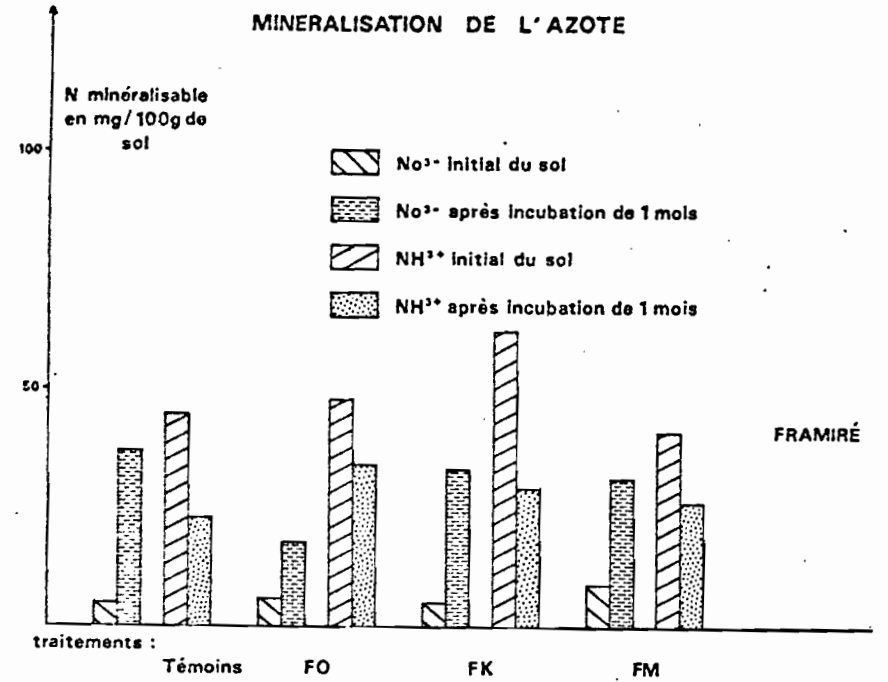
| | Eau en place 35° % | N total % | NO ₃ ⁻ initial en mg/100 g sol | NO ₃ ⁻ incub. | NH ₃ ⁺ initial en mg/100 g sol | NH ₃ ⁺ incubé | Indice de minéralisation |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Moyenne générale Framirés et Frakés | | | | | | | |
| T | 8,4 | 1,02 | 0,06 | 0,47 | 0,48 | 0,19 | 0,13 |
| FO | 14,85 | 1,04 | 0,07 | 0,22 | 0,47 | 0,31 | 0,04 |
| FK | 8,83 | 1,11 | 0,09 | 0,45 | 0,58 | 0,23 | 0,09 |
| FM | 16,22 | 1,29 | 0,13 | 0,40 | 0,43 | 0,30 | 0,15 |
| Moyenne Fraké | | | | | | | |
| T | 7,74 | 1,03 | 0,07 | 0,57 | 0,51 | 0,16 | 0,18 |
| FO | 17,44 | 1,02 | 0,08 | 0,26 | 0,45 | 0,27 | 0,05 |
| FK | 10,72 | 1,11 | 0,13 | 0,57 | 0,55 | 0,17 | 0,12 |
| FM | 21,36 | 1,39 | 0,17 | 0,49 | 0,45 | 0,34 | 0,17 |
| Moyenne Framiré | | | | | | | |
| T | 9,06 | 1,00 | 0,05 | 0,37 | 0,45 | 0,23 | 0,09 |
| FO | 12,25 | 1,07 | 0,06 | 0,18 | 0,48 | 0,34 | 0,03 |
| FK | 6,95 | 1,11 | 0,05 | 0,33 | 0,62 | 0,29 | 0,06 |
| FM | 11,08 | 1,18 | 0,09 | 0,31 | 0,41 | 0,26 | 0,14 |

Tableau 13 - Déterminations en janvier 1981

MINÉRALISATION DE L'AZOTE



Graphique 15
(octobre 1980)

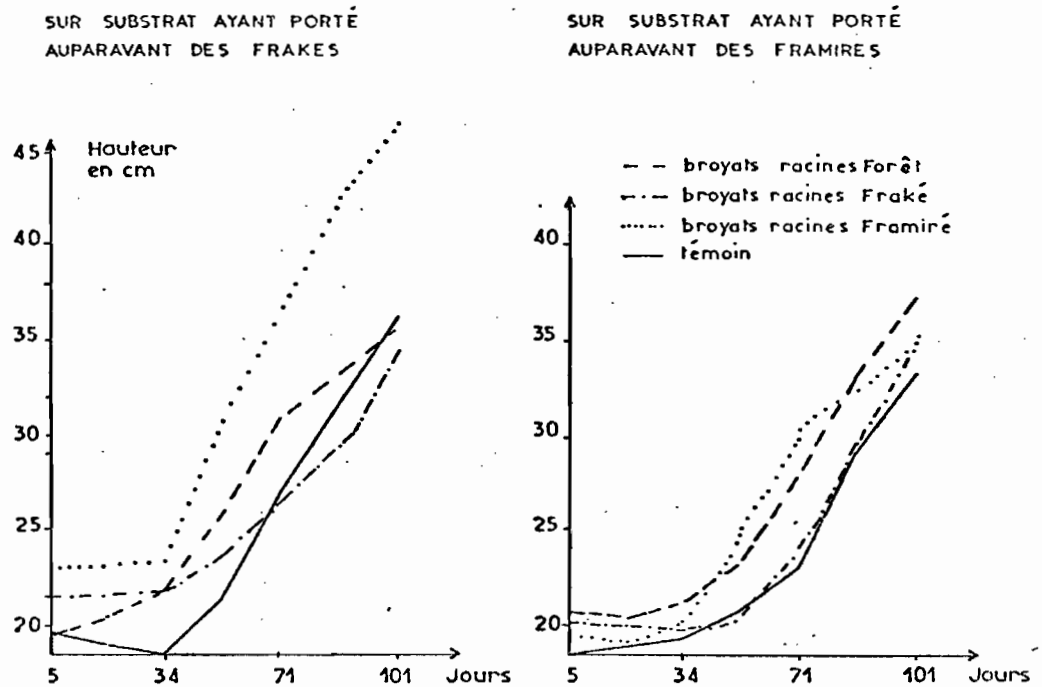


Graphique 16
(janvier 1981)

6. Essai complémentaire

Dans le souci de contrôler l'atténuation de l'effet inhibiteur des broyats racinaires de Framiré dans les milieux de culture, un essai complémentaire a été mis en place, peu après la récolte et des mesures identiques à celles précédemment faites, ont permis de déterminer à nouveau, le nombre de feuilles et la hauteur de jeunes plants repiqués sur les mêmes milieux ces mesures ont été faites chaque semaine du 20.01.81 au 22.04.81 au 22.04.81. Les résultats moyens figurent dans les tableaux et le graphique suivant.

CROISSANCE MOYENNE DES PLANTS DE FRAMIRE



Graphique 17

L'examen de ces données confirme la disparition de l'effet inhibiteur sur la croissance, des broyats de racines de Framiré.

Le substrat primitivement inhibiteur de la croissance pour le traitement FM a été peu à peu lessivé au cours de la première partie de l'expérimentation et toute trace de l'effet toxique a disparu. On observe au contraire une croissance supérieure sur substrat originellement enrichi en racines de Framiré (traitement FM), particulièrement dans les pots ayant précédemment porté des Frakés : +30% en hauteur et +40% en masse foliaire par rapport aux pots témoins.

La diffusion par les broyats racinaires de Framiré de substances inhibitrices de croissance est donc essentiellement intervenue au cours des premiers mois de l'expérience. Le substrat débarrassé de celles-ci, mais ayant conservé ses potentialités chimiques globales, en grande partie, puisque les plants de Frakés ou de Framirés les ont laissées pratiquement intactes par suite de leur mauvaise croissance,

| | | FRAKES | | | | FRAMIRES | | | |
|-------------|----------|--------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| TRAITEMENTS | DATES | T | FO | FK | FM | T | FO | FK | FM |
| | 20.01.81 | 19,72 | 19,43 | 21,65 | 20,22 | 18,94 | 20,72 | 20,27 | 19,61 |
| | 27.01.81 | 19,7 | 19,61 | 21,27 | 20,22 | 18,94 | 20,8 | 20,27 | 19,61 |
| | 03.02.81 | 19,83 | 20,44 | 21,33 | 20,5 | 19,0 | 20,88 | 20,44 | 19,94 |
| | 10.02.81 | 19,38 | 20,33 | 21,0 | 21,05 | 19,22 | 20,5 | 20,27 | 19,61 |
| | 18.02.81 | 18,38 | 22,0 | 21,72 | 23,22 | 19,88 | 21,16 | 19,22 | 20,5 |
| | 24.02.81 | 19,05 | 22,61 | 22,27 | 24,27 | 20,5 | 21,72 | 19,78 | 22,05 |
| | 03.03.81 | 20,55 | 24,55 | 23,11 | 26,94 | 21,16 | 22,94 | 20,66 | 23,44 |
| | 10.03.81 | 21,9 | 25,88 | 23,61 | 30,38 | 21,16 | 23,5 | 20,77 | 25,22 |
| | 17.03.81 | 24,11 | 27,88 | 24,55 | 33,94 | 23,11 | 25,11 | 22,05 | 27,66 |
| | 24.03.81 | 27,05 | 29,77 | 26,38 | 37,72 | 25,39 | 27,94 | 23,94 | 30,66 |
| | 31.03.81 | 30,05 | 32,72 | 27,83 | 39,77 | 27,38 | 29,88 | 26,11 | 31,88 |
| | 08.04.81 | 32,94 | 34,33 | 30,05 | 42,77 | 29,0 | 32,94 | 29,33 | 32,89 |
| | 14.04.81 | 34,72 | 35,5 | 32,44 | 44,27 | 30,44 | 35,05 | 31,94 | 33,83 |
| | 22.04.81 | 36,83 | 36,72 | 34,22 | 45,66 | 32,77 | 37,27 | 35,11 | 34,44 |

Tableau 14

Estimation moyenne de la hauteur des plants.

| | | FRAKES | | | | FRAMIRES | | | |
|-------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| TRAITEMENTS | DATES | T | FO | FK | FM | T | FO | FK | FM |
| | 20.01.81 | 7,33 | 6,55 | 8,66 | 8,66 | 6,77 | 7,22 | 7,55 | 9,44 |
| | 27.01.81 | 6,55 | 14,33 | 6,88 | 9,77 | 5,33 | 6,11 | 4,11 | 10,11 |
| | 03.02.81 | 13,88 | 17,77 | 11,0 | 21,66 | 6,0 | 10,33 | 3,88 | 18,66 |
| | 10.02.81 | 17,0 | 23,88 | 16,44 | 28,66 | 15,77 | 19,44 | 10,88 | 26,77 |
| | 18.02.81 | 36,88 | 36,33 | 33,22 | 45,88 | 29,11 | 36,66 | 28,0 | 43,88 |
| | 24.02.81 | 43,89 | 44,55 | 39,66 | 56,0 | 37,66 | 42,66 | 39,89 | 53,11 |
| | 03.03.81 | 52,0 | 50,44 | 44,55 | 65,55 | 43,22 | 52,89 | 43,33 | 59,77 |
| | 10.03.81 | 49,88 | 58,77 | 45,22 | 75,55 | 41,55 | 53,44 | 42,33 | 58,0 |
| | 17.03.81 | 51,77 | 59,0 | 58,33 | 79,11 | 44,88 | 53,55 | 44,11 | 60,88 |
| | 24.03.81 | 67,11 | 77,77 | 60,0 | 106,33 | 54,67 | 74,33 | 56,22 | 79,88 |
| | 31.03.81 | 78,33 | 86,0 | 64,22 | 120,22 | 74,66 | 84,66 | 63,11 | 83,44 |
| | 08.04.81 | 96,66 | 105,22 | 120,11 | 134,22 | 89,66 | 107,0 | 77,72 | 100,0 |
| | 14.04.81 | 114,44 | 118,0 | 97,66 | 167,0 | 102,0 | 111,77 | 91,77 | 105,77 |
| | 22.04.81 | 140,66 | 154,33 | 131,66 | 191,88 | 132,66 | 165,44 | 120,77 | 121,0 |

Tableau 15

Estimation moyenne du nombre de feuilles/plant

devient dans la deuxième partie de l'essai le mieux pourvu sur le plan nutritionnel. Il assure alors une dominance de la croissance sur le milieu FM, que l'analyse de variance ci-dessous montre significative avant qu'elle ne s'estompe au bout de 3 mois.

- Analyse de variance - Essai complémentaire

. Hauteur des plants

F théorique (5%) = 2,75

Date des
mesures

| | | | | | |
|-------|---------|----------------------|----------------------|----|----|
| 20.01 | F. NS | | | | |
| 03.02 | F. NS | | | | |
| 18.02 | F. NS | | | | |
| 03.03 | F = 6,2 | FM | FO | FK | T |
| | | └──────────────────┘ | | | |
| 17.03 | F = 7,3 | FM | FO | T | FK |
| | | └──┘ | └──────────────────┘ | | |
| 31.03 | F = 4,6 | FM | FO | T | FK |
| | | └──────────────────┘ | | | |
| 14.04 | F = NS | | | | |

. Nombre de feuilles

F théorique (5%) = 2,75

date des mesures

| | | | | | |
|-------|----------|----------------------|----------------------|---|----|
| 20.01 | F = NS | | | | |
| 03.02 | F = 28,1 | FM | FO | T | |
| | | └──────────────────┘ | | | FK |
| | | | └──────────────────┘ | | |
| 08.02 | F = 28,7 | FM | FO | T | FK |
| | | └──┘ | └──────────────────┘ | | |
| 03.03 | F = 4,59 | FM | FO | T | FK |
| | | └──────────────────┘ | | | |
| 17.03 | F = 3,33 | FM | FO | T | FK |
| | | └──┘ | └──────────────────┘ | | |
| 31.03 | F = 4,13 | FM | FO | T | FK |
| | | └──────────────────┘ | | | |

IV. CONCLUSIONS

Cet essai représente la dernière partie d'une série d'expériences réalisées dans le cadre de l'étude du comportement de *Terminalia ivorensis* en peuplement pur et à forte densité dans certaines plantations de Côte d'Ivoire où apparaissent des phénomènes dits "de dépérissement" qui ne peuvent être logiquement expliqués par des études phytopathologiques (DIDIER DE SAINT AMAND, J. ; MALLET, B., 1979, 1981).

Dans un premier temps, des tests de comportement de jeunes plants de Framirés sur des milieux nutritifs additionnés d'extraits et de broyats de racines et de litières, ont été réalisés en cultures en pots. Ces tests ont permis de différencier, grâce à l'utilisation de méthodes mathématiques multivariées du traitement des données analytiques, un effet bénéfique sur la croissance des plants, de l'addition de broyats et d'extraits de litières dans le milieu, tandis que l'addition de broyats et d'extraits racinaires de Framirés a entraîné une mauvaise croissance des plants et une perturbation de la minéralisation de l'azote estimée à plusieurs reprises au cours de l'expérimentation.

Dans un deuxième essai, toujours réalisé en pots, sur de jeunes plants de Framirés, le nombre de traitements a été amplifié : l'effet bénéfique des broyats foliaires s'est vu confirmé à nouveau. Il concernait ici, des feuilles de Framirés et des feuilles de *Dabema* (*Piptadeniastrum africanum*) espèce très différente. Ces broyats dans le milieu, jouent le rôle d'un "engrais vert", de façon analogue pour les deux espèces, en dynamisant la croissance des jeunes plants dont la biomasse finale a atteint le double de celle des témoins. Les broyats racinaires de Framirés introduits dans les pots provenaient de trois sources différentes : Forêt naturelle, Plantation saine, Plantation dépérisissante. Ils ont entraîné, quelle que soit leur origine, un blocage puis un fort ralentissement de la croissance des plants, aboutissant après vingt mois de culture à l'élaboration d'une biomasse inférieure de moitié à celle des témoins. Au niveau du sol, pour ces derniers traitements le blocage de la minéralisation de l'Azote était confirmé.

Il restait donc, à la suite de ces premières observations, à vérifier la spécificité de l'effet toxique des broyats racinaires de Framiré, non seulement sur l'espèce elle-même mais sur une espèce voisine, le Fraké (*Terminalia superba*) en le comparant à l'effet de broyats racinaires d'autre nature. Le sol de culture a ainsi été additionné en quantités égales de broyats de Framirés, de Frakés et d'un mélange de diverses espèces forestières. Ces traitements, appliqués, d'une part à de jeunes Framirés, d'autre part à de jeunes Frakés ont totalement confirmé la toxicité spécifique du Framiré, vis-à-vis des deux espèces. Cet effet se traduit par un fort ralentissement de la croissance et du développement foliaire des plants. Il est hautement significatif, tant au niveau de la masse racinaire que foliaire. Le blocage de la minéralisation de l'Azote, dans les substrats ayant reçu les broyats racinaires de Framiré, apparaît très nettement, alors que la seule détermination de l'azote total du sol ne permettrait de différencier les traitements. L'analyse des tissus racinaires des plantes a montré une forte accumulation de soufre pour les individus ayant poussé en présence de broyats racinaires de Framirés qui pourrait traduire une perturbation du métabolisme ou un effet secondaire d'une alimentation minérale défectueuse.

METHODES ANALYTIQUES UTILISEES

— Analyses végétales

Azote : minéralisation de Kjeldahl, après réduction au réactif sulfo-phénique puis colorimétrie du bleu d'indophénol au Technicon (réaction de Berthelot).

Cendres : calcination de 13 heures à 500° en moufle ventilé. L'air soufflé est additionné d'oxygène pendant les deux premières heures.

Résidu insoluble HCl : les cendres sont attaquées à l'HCl. Deux évaporations permettent d'insolubiliser la Silice et de la recueillir pour la peser.

Phosphore : sur la solution chlorhydrique de cendres, colorimétrie au Technicon du complexe phosphomolybdique réduit à chaud par l'acide ascorbique.

Calcium-: déterminés sur la solution de cendres par spectrométrie
Magnésium d'absorption atomique en flamme Acétylène - Air comprimé.

Potassium : déterminés sur la solution de cendres par photométrie de flamme. En flamme, Butane - Air comprimé.

— Analyses sur sol

Azote total : minéralisation de Kjeldahl. Colorimétrie du bleu d'indophénol (réaction de Berthelot) au Technicon.

Azote minéralisable : dosage du total N-NO₃ + N-NH₄⁺ obtenu par extraction sur KCl normal.
Cette mesure étant effectué :

- . sur la terre fraîche
- . sur la terre ayant subi une incubation d'un mois dans les conditions favorables d'humidité et de température.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNHARD-REVERSAT, 1975 - Recherches sur les cycles biogéochimiques des éléments minéraux majeurs en milieu forestier sud équatorial. Thèse Doct. ORSTOM, Paris I.
- BRUNCK-MALAGNOUX, - Note sur le dépérissement du Framiré (*Terminalia ivorensis* A. Chev.) en Côte d'Ivoire. Ses relations avec la nutrition minérale des plants. (C.T.F.T., octobre 1976).
- CAILLET-PAGES. - Introduction à l'analyse des données. (SMASH, 1976).
- DIDIER DE SAINT AMAND, J., MALLET, B., 1979 - Etude par analyse en composantes principales de l'action d'extraits aqueux et de résidus de litières et racines de Framirés sur la croissance et la composition minérale de jeunes plants de cette espèce. Multigr., ORSTOM Adiopodoumé - CTFT Côte d'Ivoire.
- DIDIER DE SAINT AMAND, J., MALLET, B., 1980 - Etude comparative des effets d'une addition au sol de broyats de litières et de racines sur le comportement de jeunes Framirés. Multigr., ORSTOM Adiopodoumé - CTFT Côte d'Ivoire.
- DIDIER DE SAINT AMAND, J., MALLET, B., 1981 - Mise en évidence d'un effet inhibiteur des racines de *Terminalia ivorensis* sur le développement de jeunes plants de la famille des combretacées. Communic. XVII IURFO World Congress Kyoto Japan, sept. 1981.
- RHAM, P. de, 1973 - Recherches sur la minéralisation de l'Azote dans les sols de LAMTO (Côte d'Ivoire). Rev. Eco. Bio. Sols, 10, 169-196.
- RHAM, P. de, 1971 - L'Azote dans quelques forêts, savanes et terrains de culture d'Afrique tropicale humide. Thèse Univ. Lausanne, Zurich, 124 p.
-