

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIOPODOUMÉ (CÔTE D'IVOIRE)

Laboratoire d'Agronomie

**ETUDE DE L'UTILISATION DE L'AZOTE
PAR LES GRAMINEES FOURRAGERES**

Rapport de stage effectué à

**L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
STATION DE LUSIGNAN (FRANCE)**

par

KOUAME ISSA

ETUDE DE L'UTILISATION DE L'AZOTE PAR
LES GRAMINEES FOURRAGERES

Rapport de stage de I. KOUAME

Février 1978

REMERCIEMENTS

Ce rapport a été réalisé à la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères de LUSIGNAN, de Mai à Novembre 1977.

Je voudrais tout particulièrement exprimer mes remerciements à Messieurs :

- Guy CAMUS, Directeur Général de l'ORSTOM de m'avoir permis d'effectuer ce stage en France.

- P. MANSA, Directeur de la Station de LUSIGNAN d'avoir eu l'obligeance de m'accueillir.

- G. LEMAIRE, mon maître de stage, qui a consacré une partie de son temps à m'aider dans le travail qu'il m'avait confié.

- J. SALETTE, Directeur de la Station d'Agronomie d'Angers, de m'avoir accepté dans son Laboratoire pour me perfectionner dans les travaux d'analyse.

Je tiens également à remercier pour toute l'aide et la compréhension qu'ils m'ont accordées :

- Monsieur D. PICARD, maître de recherche à l'ORSTOM et Madame ROBICHET, technicienne au laboratoire d'Agronomie d'Angers.

S O M M A I R E

1 - INTRODUCTION

2 - PRESENTATION DE LA STATION DE LUSIGNAN

2.1. Le Chêne

2.2. Les Verrines

2.3. Le Petit-Pin

2.4. La Petinière

3 - TRAVAUX ET VISITES EFFECTUES DANS D'AUTRES SERVICES

3.1. Laboratoire de chimie à LUSIGNAN

3.2. Services des vaches et chèvres laitières

3.3. Laboratoire de chimie à ANGERS

3.4. Services scientifiques centraux (ORSTOM-BONDY)

4 - SUR LES TRAVAUX DE RECHERCHE MENES PAR L'UNITE EXPERIMENTALE D'AGRONOMIE DE LUSIGNAN

4.1. Principaux objectifs

4.2. Dynamique de croissance de Fétuque et Dactyle au printemps

4.2.1. Objectifs

4.2.2. Dispositif expérimental et méthode

4.2.3. Méthodes de prélèvement et traitement des échantillons

4.2.3.1. Parties aériennes

4.2.3.2. Système racinaire

4.2.3.3. Echantillons de sol

4.3. Analyse des premiers résultats obtenus

4.3.1. Figure 1 et 2 courbes de croissance des parties aériennes de Fétuque et Dactyle

4.3.2. Figure 3 et 4 courbes de croissance du système racinaire

4.4. Dynamique de croissance de la fétuque élevée en été

4.4.1. Objectifs

4.4.2. Dispositif expérimental

4.4.3. Méthode de prélèvement et traitement des échantillons des parties aériennes

4.4.4. Mesures avec la sonde à neutrons

4.5. Analyse des résultats obtenus

4.5.1. Courbes de croissance des parties aériennes (figures 5 et 6)

5 - CONCLUSION GENERALE

1 - INTRODUCTION

Ce travail personnel est le fruit d'un stage de 6 mois que l'ORSTOM a bien voulu me faire suivre à L'INRA (Station d'Amélioration des plantes fourragères de LUSIGNAN).

J'ai participé aux travaux de recherches menés par l'unité expérimentale d'Agronomie sur deux graminées fourragères (Fétuque - Dactyle) : observations sur les essais de 1977, analyses des résultats obtenus en 1976.

Par ailleurs, j'ai effectué une visite approfondie dans d'autres services de la station de LUSIGNAN : le Laboratoire de Chimie, les services d'expérimentation sur la valeur alimentaire des ruminants (bovin, caprin).

A l'unité expérimentale d'Agronomie où j'ai effectué mon stage, dépendant de la station d'Agronomie d'Angers, j'ai passé une partie de mon stage au laboratoire de chimie pour l'analyse des échantillons végétaux et de racines obtenus à LUSIGNAN.

En accord avec la Direction Générale de l'ORSTOM à PARIS, l'occasion m'a été donnée de visiter quelques Laboratoires des Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM à BONDY pendant une semaine.

Ce rapport porte essentiellement sur trois parties :

- 1ère partie - présentation rapide des activités de la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères de LUSIGNAN
- 2ème partie - bref rappel des travaux et visites effectués dans d'autres services
- 3ème partie - présentation des premiers résultats sur le travail qui m'a été plus particulièrement confié.

2 - PRESENTATION DE LA STATION DE LUSIGNAN

Dans les années 1948 - 1950, face aux importants besoins de produits laitiers et de viande, et parallèlement à son travail sur les races, l'INRA a entamé une action d'amélioration des plantes fourragères, d'abord sur la Luzerne puis sur les graminées à utiliser pour l'exploitation de prairies temporaires.

L'équipe de Versailles formée par Monsieur R. MAYER et entraînée par Monsieur J. REBISCHUNG, eut pour objectif de créer des variétés pour l'inscription au catalogue notamment des graminées adaptées aux conditions du pays. Des cultivars de Dactyle, Fétuque des prés, Fléole, Pay-grass apparurent vers les années 1955 - 1960. Rapidement, l'ensemble des moyens disponibles se révéla insuffisant. Un transfert du noyau de chercheurs fut donc effectué à LUSIGNAN en 1961 - 1962 sous la conduite de Monsieur Y. DEMARLY.

La Station d'Amélioration des plantes fourragères de LUSIGNAN (86600) est située à 25 Km. au Sud de POITIERS, le long de la Nationale n° 158 : POITIERS-SAINTE-SAINTE.

Les domaines de la station

La station comprend quatre exploitations d'une superficie totale de 264 hectares.

2.1. Le Chêne : Principal corps de la station (79 ha)

- les laboratoires pour la sélection et la biologie de la plante
- les services administratifs
- les serres et chambres de culture
- les bâtiments annexes

2.2. Les Verrines : Ferme d'expérimentation, couvre 100 ha

- étude de la production et de l'utilisation des fourrages
- étude des variétés pour inscription au catalogue
- mise au point des techniques de cultures
- expérimentation sur la valeur alimentaire des fourrages et leur utilisation par les ruminants
- unité expérimentale d'Agronomie

2.3. Le Petit-Pin : Annexe aux Verrines (55 ha)

- lieu de cultures de fourrages d'appoint et d'élevage des jeunes vaches, le reste est utilisé pour la grande culture

2.4. La Petinière : Ferme de 30 ha, destinée à produire les semences de base des variétés fourragères sélectionnées par la station

- expérience d'engraissement des taurillons
- 3 vaches porteuses de fistule fournissent au laboratoire de chimie, le jus de rumen nécessaire pour les analyses de digestibilité "*in vitro*"

3 - TRAVAUX ET VISITES EFFECTUES DANS D'AUTRES SERVICES

3.1 Laboratoire de chimie à LUSIGNAN

Connaissance de la méthode et de la technique de mesure de digestibilité "*in vitro*" en grande série en vue de la sélection pour la qualité des plantes fourragères.

3.2. Services des vaches et chèvres laitières

Prise de contact avec chercheurs et éleveurs pour les problèmes d'utilisation des fourrages verts et conservés, et le rationnement de l'alimentation des animaux.

3.3. Laboratoire de chimie à ANGERS

Une partie de mon stage passée au Laboratoire d'Agronomie d'Angers pour analyser les échantillons des végétaux et de racines obtenus à LUSIGNAN m'a permis de prendre connaissance de la méthode d'analyse de l'Azote total (KJELDAHL).

3.4. Services Scientifiques Centraux (ORSTOM - BONDY)

Une semaine de visite à BONDY m'a également permis de prendre connaissance des travaux de recherche de certains laboratoires, en particulier celui de la physiologie végétale, où on étudie la multiplication végétative "*in vitro*" du palmier à huile.

4 - SUR LES TRAVAUX DE RECHERCHE MENES PAR L'UNITE EXPERIMENTALE D'AGRONOMIE DE LUSIGNAN

Cette unité expérimentale d'Agronomie, où j'ai effectué mon stage, a été créée, il y a deux ans, dans le cadre des études entreprises sur la production fourragère avec Monsieur J. SALETTE responsable de la Station d'Agronomie d'ANGERS. Elle est composée d'un ingénieur Monsieur G. LEMAIRE, et d'un technicien Mr J.P. TERRASSON qui travaillent en collaboration avec les autres services. Ils sont souvent aidés par des stagiaires (Monsieur D. PICARD, maître de recherche à l'ORSTOM, alors en stage de longue durée pour la rédaction de la deuxième partie de sa thèse).

4.1. Les principaux objectifs de l'Unité expérimentale d'Agronomie sont les suivants :

- définition des potentialités des prairies de l'Ouest et la détermination de l'importance relative des facteurs du milieu qui interviennent,
- définition des relations entre les espèces ou variétés et les facteurs agronomiques de la productivité (y compris les aspects saisonniers),
- étude des relations entre la fertilisation et la qualité du fourrage.

4.2. Dynamique de croissance de Fétuque et Dactyle au printemps

4.2.1. Objectifs :

Meilleure connaissance de l'absorption de l'Azote, de son

efficacité sur la croissance de l'herbe et sur sa qualité en fonction des paramètres climatiques.

- dynamique de croissance du système racinaire en fonction de la dose d'Azote

- estimation de la quantité d'Azote immobilisée dans les racines et dans les chaumes (en collaboration avec Monsieur D. PICARD).

4.2.2. Dispositif expérimental

- 2 essais : Fétuque et Dactyle de printemps sur deux parcelles contiguës, situées sur un même type de sol

- 1 cycle étudié (cycle reproductif) sur une parcelle de plus d'un an

- date d'apport de l'Azote 15/2/77

- 2 traitements par essai { NO → sans Azote
N1 → avec Azote 120 kg/ha

- 5 répétitions par traitement

- subdivision de chaque répétition (1 parcelle) en 12 sous-parcelles qui correspondent aux dates de coupe

- espace entre lignes (10 cm environ)

4.2.3. Méthode de prélèvement et traitement des échantillons

4.2.3.1. Partie aérienne : prélèvement avec une barre de coupe

Date de prélèvement :

- Dactyle : 21/3, 28/3, 6/4, 25/4, 29/4, 5/5, 9/5,
16/5, 23/5, 27/5, 2/6, 8/6 (12)

- Fétuque : 10/3, 21/3, 28/3, 6/4, 25/4, 2/5, 9/5,
16/5, 23/5, 8/6 (10)

- Prélèvement à chaque date sur une sous-parcelle (6 m²) pour chaque répétition par chaque traitement, ceci pour chaque essai

- Pesée en frais de chaque prélèvement pour déterminer la matière verte exploitable

- Détermination du taux de matière sèche, de la teneur en Azote, de la teneur en glucide soluble et de la matière azoté digestible sur un aliquote de prélèvement (500 g)

4.2.3.2. Système racinaire (3 modes de prélèvement)

a) Prélèvement avec un carrotier pour la détermination des masses de racines (2 types de prélèvement) : sous la ligne et entre la ligne, 2 de chaque sur une sous-parcelle pour chaque répétition, par chaque traitement ; ceci uniquement pour l'essai fétuque

- dates de prélèvement : 15/2, 2/3, 8/3, 21/3, 6/4, 2/5, 16/5, 8/6/77

- horizons prélevés : 0-10 cm entre lignes excepté pour la première date le 15/2 et la dernière le 8/6

- horizons prélevés pour le 15/2 et le 8/6 : 0-10 cm sous la ligne et 0-80 cm entre lignes

- regroupement des échantillons par horizon pour la détermination moyenne du taux des cendres après aspiration, triage, séchage à l'étuve et pesée de la matière sèche des racines.

b) A chaque date de carottage, prélèvement d'un cube de terre + chaumes (dimensions : 25 cm x 15 cm x 10 cm). Après aspiration, triage, séchage et pesée, prélèvement d'une aliquote de racines pour analyse de l'Azote total (KJELDAHL), en vue de limiter au maximum les pertes de N. Ce qui n'était pas possible sur les prélèvements par carottage.

c) A partir des deux derniers prélèvements (16/5 et 8/6) des prélèvements supplémentaires par carottage ont été faits sur la parcelle fauchée le 2/5 afin de voir s'il y a une fraction importante de racines mortes et décomposées après une coupe au-delà du stade épiaison.

4.2.3.3. Echantillons de sol

- Type de prélèvement (tarière)

Dates de prélèvement : 15/2, 2/3, 8/3, 21/3, 7/4, 2/5, 16/5, 8/6/77

- Horizons prélevés 0-60 cm sur une parcelle nue (sans culture) et sur 2 parcelles sacrifiées (N0 et N1)

- Trempage de 100 g de terre fraîche dans une solution de KCl et récupération après 24 h du surnageant pour analyse de NH_4 et NO_3 , en vue de déterminer la teneur en azote minéral du sol et localiser dans le temps les pics de minéralisation.

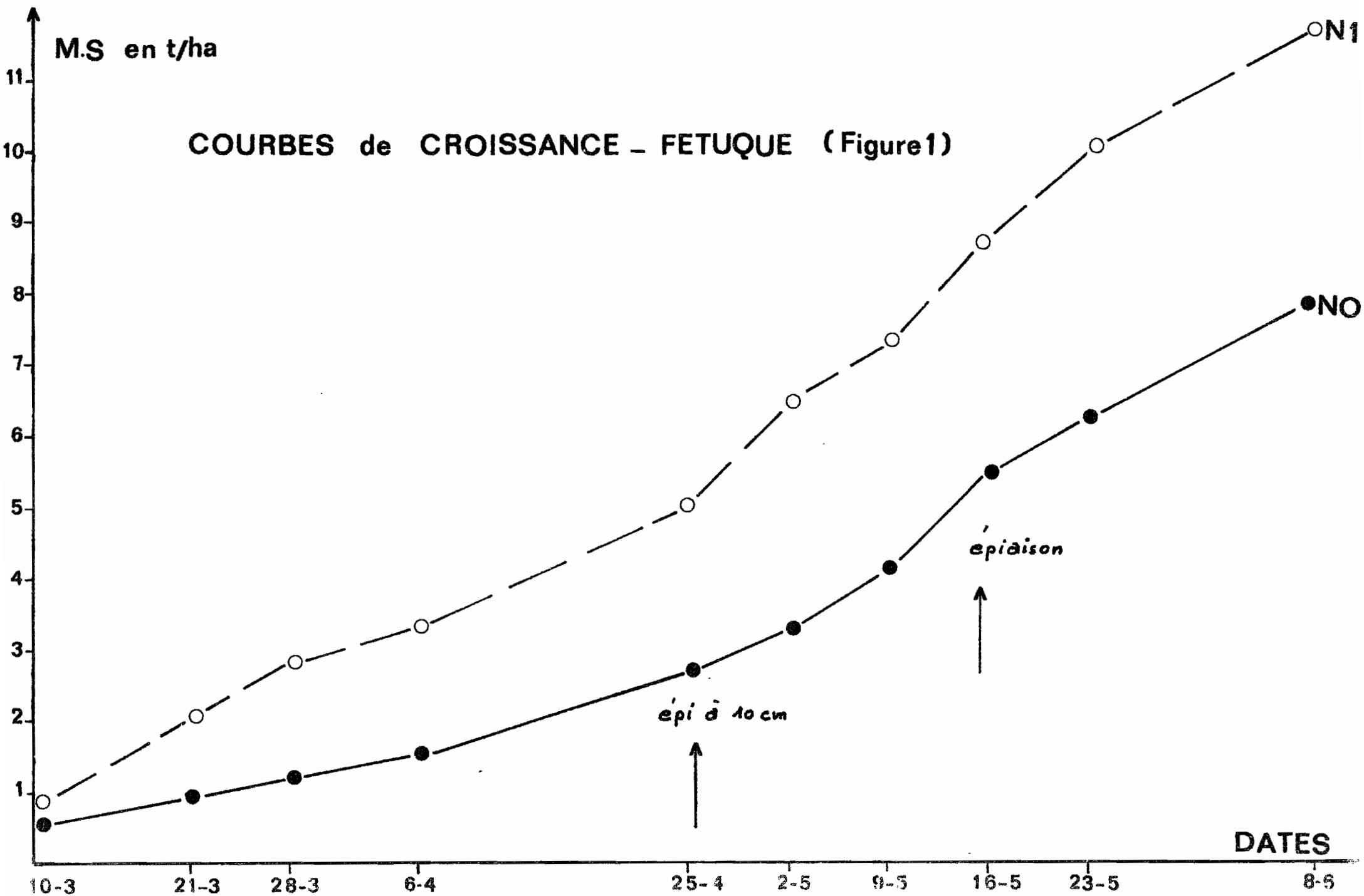
4.3. Analyse des premiers résultats obtenus

4.3.1. Figure 1 et 2 Courbes de croissance des parties aériennes de Fétuque et Dactyle

- Pour la Fétuque élevée, l'effet de l'Azote a été très rapide, du 10/3 au 28/3, permettant ainsi de passer de 1,2 t pour la parcelle non fertilisée à 2,8 t/ha pour la parcelle avec N soit une différence de 1,6 t de MS/ha en 18 jours.

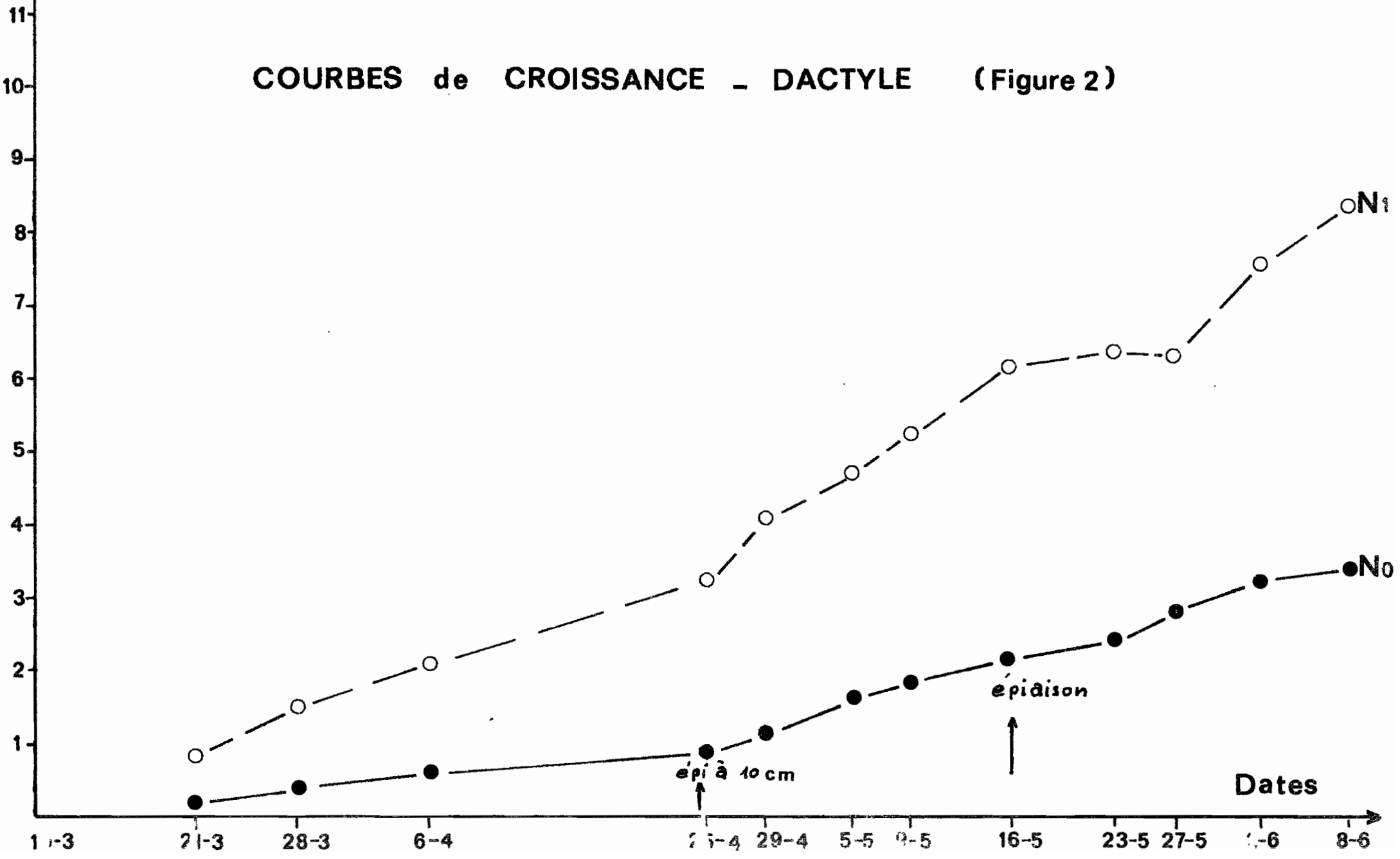
M.S en t/ha

COURBES de CROISSANCE - FETUQUE (Figure 1)



MS en t/ha

COURBES de CROISSANCE - DACTYLE (Figure 2)



Du 28/3 jusqu'au stade épis à 10 cm, la vitesse de croissance augmente progressivement. Du stade épis à 10 cm jusqu'à l'épiaison, elle devient linéaire ; durant cette période, on passe de 138 kg de MS/ha/jour pour le N0 contre 170 pour le N1 soit un gain journalier de 32 kg de MS grâce à l'engrais. Au stade épiaison, l'apport de l'Azote a permis de passer de 5,5 t à 8,6 t de MS soit une efficacité de 25,8 kg MS/kgN

- Sur le Dactyle, la croissance a été très lente, cela montre sa sensibilité au froid par rapport à la Fétuque. L'effet de l'Azote a été progressif presque tout au long du cycle, du stade épis à 10 cm jusqu'à l'épiaison. Pendant la phase linéaire, on est passé de 57 kg/ha/jour pour la dose N0 contre 138 kg/ha/jour pour la dose N1, soit un gain journalier de 81 kg entre les deux doses d'Azote. L'efficacité de l'Azote à l'épiaison a été de 33,3 kg MS/kg N.

Si l'on compare les résultats obtenus sur Fétuque à ceux du Dactyle, on remarque une nette différence entre les deux plantes. Bien que l'efficacité de l'Azote soit meilleure sur le Dactyle, celui-ci reste à des niveaux de rendement bien inférieur à la Fétuque, cette dernière produisant sans Azote la même quantité que le Dactyle ayant reçu 120 kg d'Azote. Son utilisation amène donc des économies d'engrais.

4.3.2. Courbes de croissance du système racinaire (Fig 3 et 4)

Quantité totale de racines

On constate une diminution de la quantité totale de racines sur le traitement N1 (7,6) par rapport au traitement N0 (9,2) : dans l'horizon 0-10 cm dans le sol et dans les chaumes. Par ailleurs, la quantité de racines mesurée dans l'horizon 0-10 cm entre les deux traitements d'Azote n'est pas significativement différente. L'Azote aurait donc pour effet de diminuer les racines en profondeur.

Diminution de chaumes plus racines dans l'horizon 0-10 cm

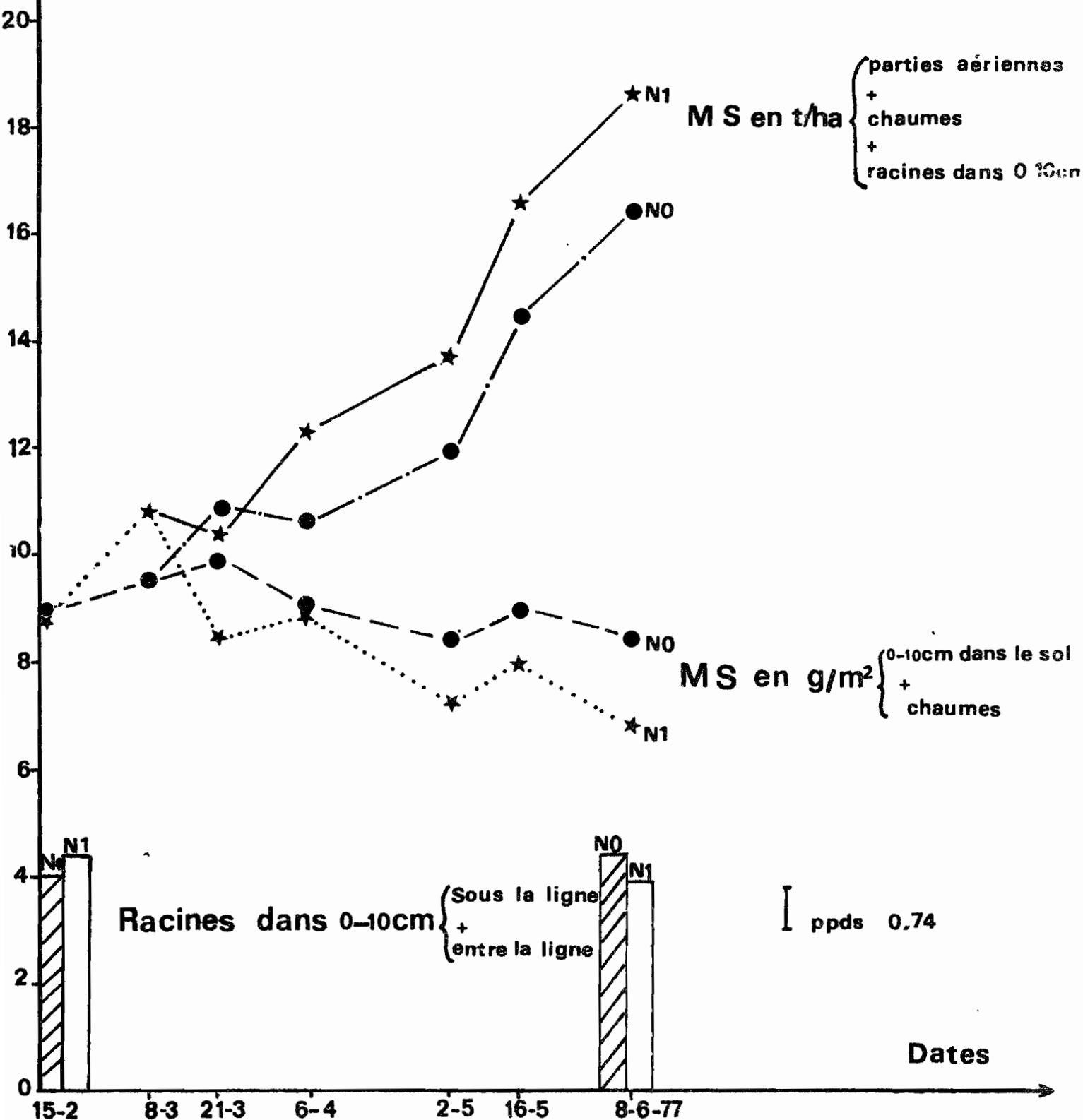
Sur la figure 3, on constate une diminution globale de chaumes + racines dans 0-10 cm sur les traitements N1. La diminution des racines dans 0-10 cm n'étant pas significative, il est vraisemblable que ce sont les chaumes qui ont perdu leurs réserves pour la croissance des parties aériennes.

Racines dans 0-10 entre les lignes

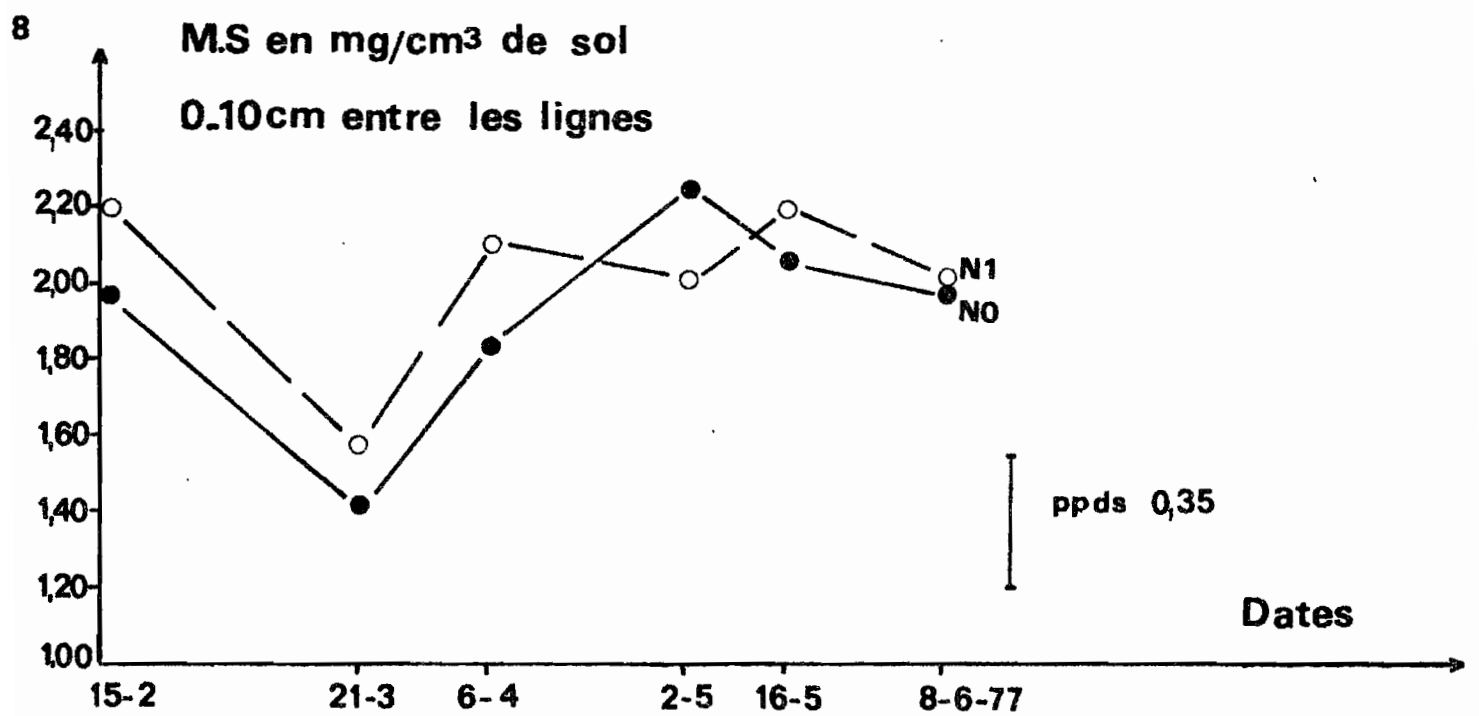
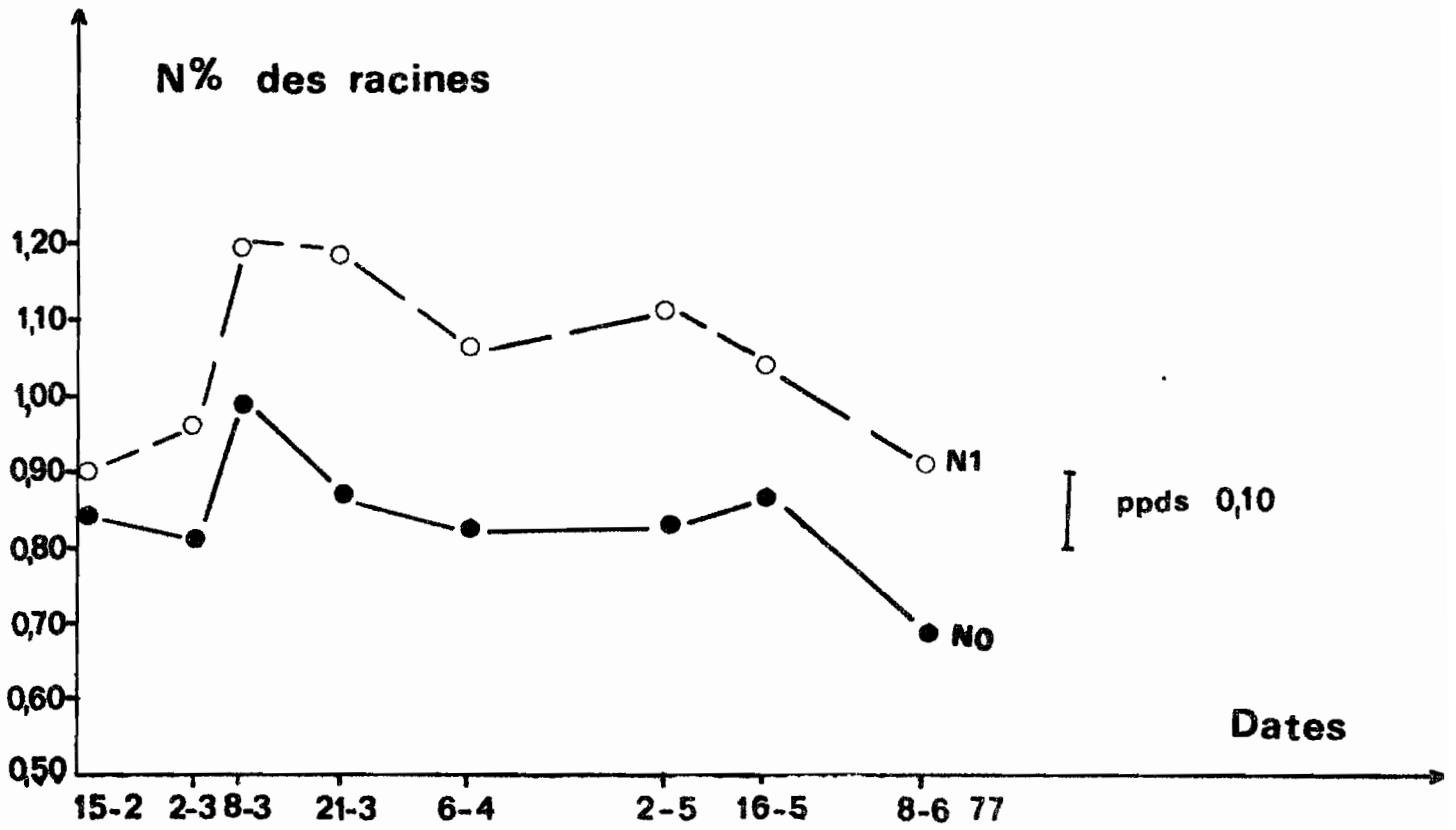
On espérait mettre en évidence, l'évolution de la quantité totale de racines à partir de celle des racines dans 0-10 cm entre les lignes. La corrélation entre ces deux séries de données n'est pas significative, ce qui empêche toute estimation correcte (fig. 4).

M.S

COURBES de CROISSANCE du SYSTEME RACINAIRE - FETUQUE (Figure 3)



(Figure 4)



Cependant, on constate une diminution brutale lors du démarrage de la croissance et le retour rapide au niveau du départ de la masse de racines dans 0-10 cm.

Evolution des teneurs en Azote des racines

Deux semaines après l'apport de l'Azote, il y a croissance des teneurs plus fortes pour les parcelles fertilisées. Les parcelles N0 n'ayant pas reçu d'Azote montrent un pic dans les teneurs qui doit correspondre à une fourniture d'Azote par le sol. Les parcelles ayant reçu de l'Azote ont une teneur supérieure d'environ 0,3 % d'Azote dans la MS tout au long du cycle, pour une quantité totale de racines de 8 t de MS à l'hectare environ. Ceci représente à peu près 25 kg d'Azote immobilisé de plus que dans les parcelles non fertilisées. Ce qui n'est pas négligeable sur un apport de 120 unités.

L'analyse de la teneur en N des chaumes aurait pu nous permettre d'examiner les quantités d'Azote immobilisées à ce niveau, compte tenu de la diminution du poids des chaumes sur les parcelles N1.

4.4. Dynamique de croissance de Fétuque élevée en été

4.4.1. Objectifs :

- Dynamique de croissance des parties aériennes en fonction de la dose d'Azote et de la consommation d'eau
- Effet de l'Azote sur l'efficacité de l'eau.

4.4.2. Dispositif expérimental

- Un essai Fétuque élevée
- Un cycle étudié (cycle végétatif)
- 4 traitements :
 - N0 → sans Azote
 - N1 → 50 kg
 - N2 → 100 kg
 - N3 → 150 kg
- 4 répétitions par traitement
- Subdivision de chaque traitement (1 parcelle) en 7 sous-parcelles qui correspondent aux dates de coupe
- 3 tubes de 2 m de longueur environ sont placés dans chaque parcelle de N0 et N3 à l'aide d'une tranchée en vue des mesures avec la sonde à neutrons
- date d'apport de l'Azote 27/6 (vieille parcelle).

4.4.3. Méthode de prélèvement et traitement des échantillons des parties aériennes

- Dates de prélèvement : 18/7, 25/7, 1/8, 8/8, 16/8, 24/8, 6/9.

La suite des opérations est identique à celle du paragraphe 4.2.3.1.

4.4.4. Mesures avec la sonde à neutrons

Chaque semaine, après la coupe, l'évapotranspiration réelle (ETR) est évaluée au moyen de la sonde à neutrons et comparée avec l'évapotranspiration potentielle (ETP) pour déterminer les besoins en eau de la plante sur les parcelles N0 et N3.

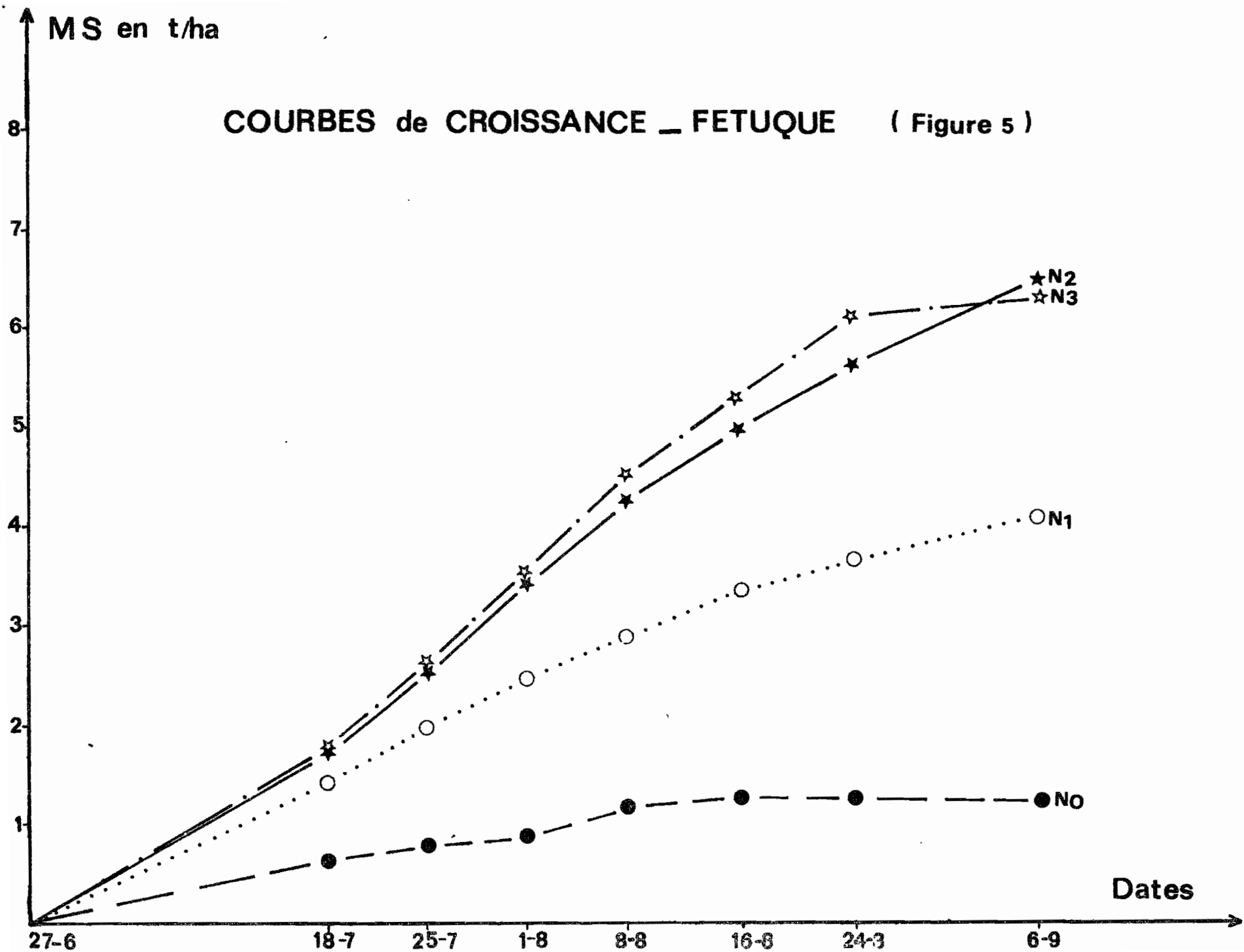
4.4.5. Analyse des résultats

4.4.5.1. Courbes de croissance des parties aériennes (figures 5 et 6)

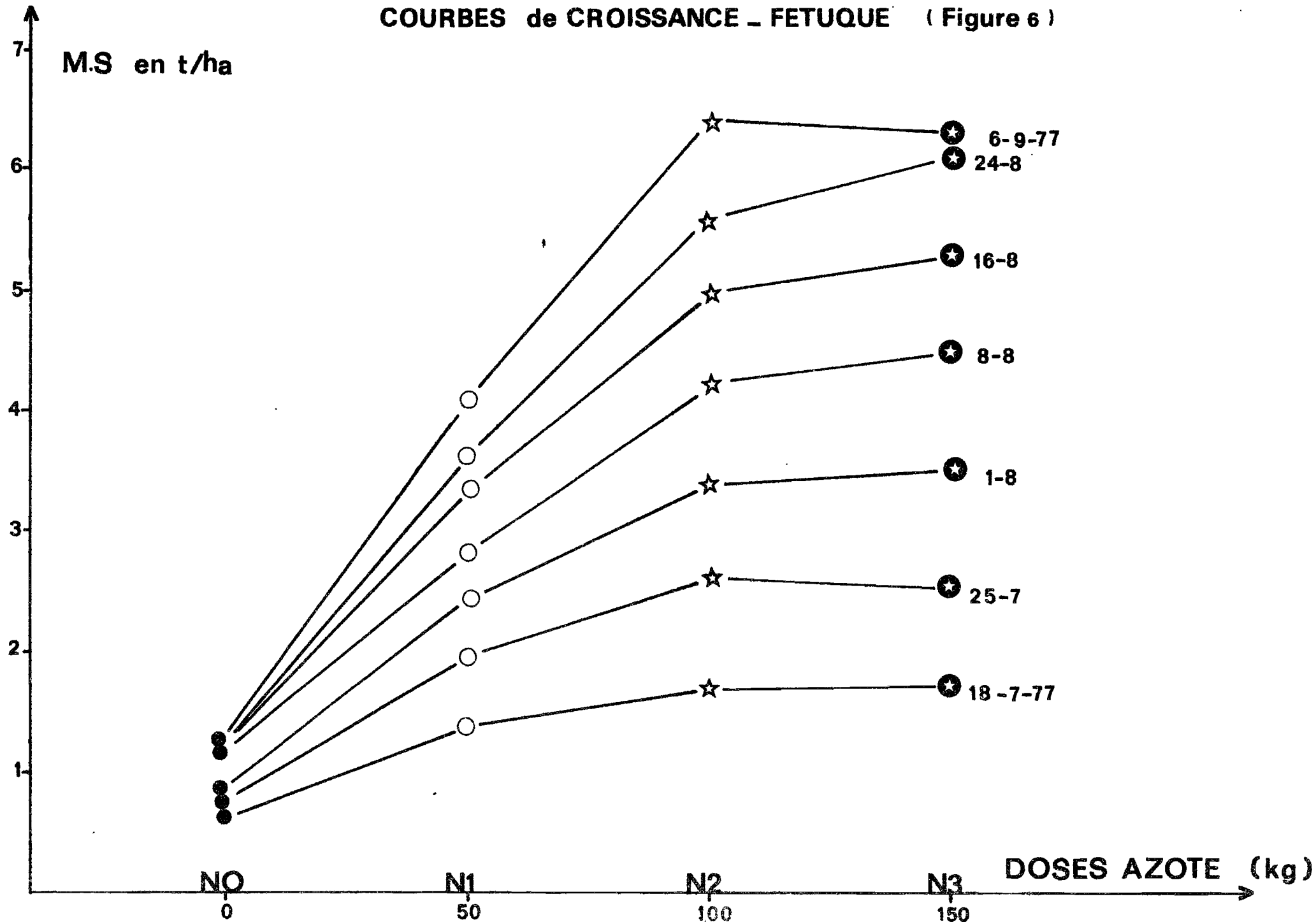
Sur ces courbes de croissance, nous constatons que la parcelle N0 qui n'a pas reçu d'Azote est restée presque stable tout au long de la période de croissance avec un maximum de rendement de 1,25 t/ha de matière sèche en fin d'expérience.

Pour la dose N1 avec 50 kg d'Azote, nous passons de 1,25 t/ha pour la parcelle non fertilisée à 4,100 t/ha en fin d'expérience soit une différence de rendement de 2,850 t/ha de matière sèche.

Pour la dose N2 avec 100 kg d'azote, nous passons de 4,100 t/ha à 6,450 t/ha, toujours en fin d'expérience soit 2,35 t/ha de différence en matière sèche entre N1 et N2.



COURBES de CROISSANCE - FETUQUE (Figure 6)



Quant à la dose N3 avec 150 kg d'azote, elle est restée légèrement supérieure à la dose N2 jusqu'à l'avant dernière date de coupe le 24/8. Cette différence ne se maintient pas à la dernière coupe, la production de la parcelle N3 n'ayant presque pas augmentée au contraire de la parcelle N2 (fig n° 6).

Pour ce qui concerne la qualité de l'herbe, les résultats des analyses sur la valeur énergétique, sur la teneur en matière azotée digestible et sur la digestibilité, en cours d'analyses à LUSIGNAN, permettront de la déterminer.

5 - CONCLUSION GENERALE

Ce stage de six mois a été pour moi, l'occasion d'approfondir mes connaissances : tous les services et laboratoires que j'ai pu visiter m'ont beaucoup appris, et surtout le contact avec les autres stagiaires de différentes nationalités.

Quant au travail qui m'avait été confié, il ressort de cette étude, que l'azote favorise bien les parties aériennes des graminées ; il permet une vitesse de croissance plus élevée, une augmentation du rendement en matière sèche, et par là un rythme d'exploitation plus intense. L'utilisation de plusieurs doses d'azote, permettra peut être de déterminer dans les années à venir, pour une plante donnée et une région donnée, la date optimale d'intervention afin de préserver la qualité du fourrage et d'éviter le gaspillage de l'engrais.

Pour ce qui concerne le système racinaire, on espérait mettre en évidence, les variations du poids de matière sèche de racines à partir des prélèvements faits uniquement dans l'horizon 0-10 cm entre les lignes (on fait l'hypothèse que ces variations dans 0-10 cm représentent quantitativement les variations dans l'ensemble du profil).

Il nous a été impossible de conclure d'une manière affirmative sur les différences observées entre les deux traitements (N0 et N1), compte tenu de l'insuffisance des données et de l'absence des résultats d'analyses sur les chaumes. Mais nous pensons que cette étude préliminaire servira d'exemple.