

## RÉACTIONS DU DACTYLE AUX FACTEURS CLIMATIQUES EN FONCTION DU DÉFICIT HYDRIQUE DU SOL ET DE LA NUTRITION AZOTÉE

**D**ES OBSERVATIONS ET DES MESURES ONT ÉTÉ EFFECTUÉES DE 1960 A 1964 AUX ENVIRONS IMMÉDIATS DE DIJON (1) DANS LE CADRE DE DEUX ESSAIS CONTIGUS D'IRRIGATION et de fertilisation azotée.

L'objet de la présente note est de présenter la synthèse des résultats de cinq années de caractéristiques climatiques contrastées en fonction de deux facteurs de production : l'eau et l'azote.

### I. — COMPORTEMENT DU DACTYLE SELON LES CONDITIONS DE SECHERESSE POUR UNE ALIMENTATION MINÉRALE NON LIMITATIVE

Parmi les traitements concernant l'irrigation, l'un d'eux consiste à mettre la plante dans des conditions d'alimentation en eau théoriquement idéales puisque la dose apportée est égale à  $ETP - P$ .

—  $ETP$  : évapotranspiration potentielle (Piche corrigé) ;

—  $P$  : précipitations.

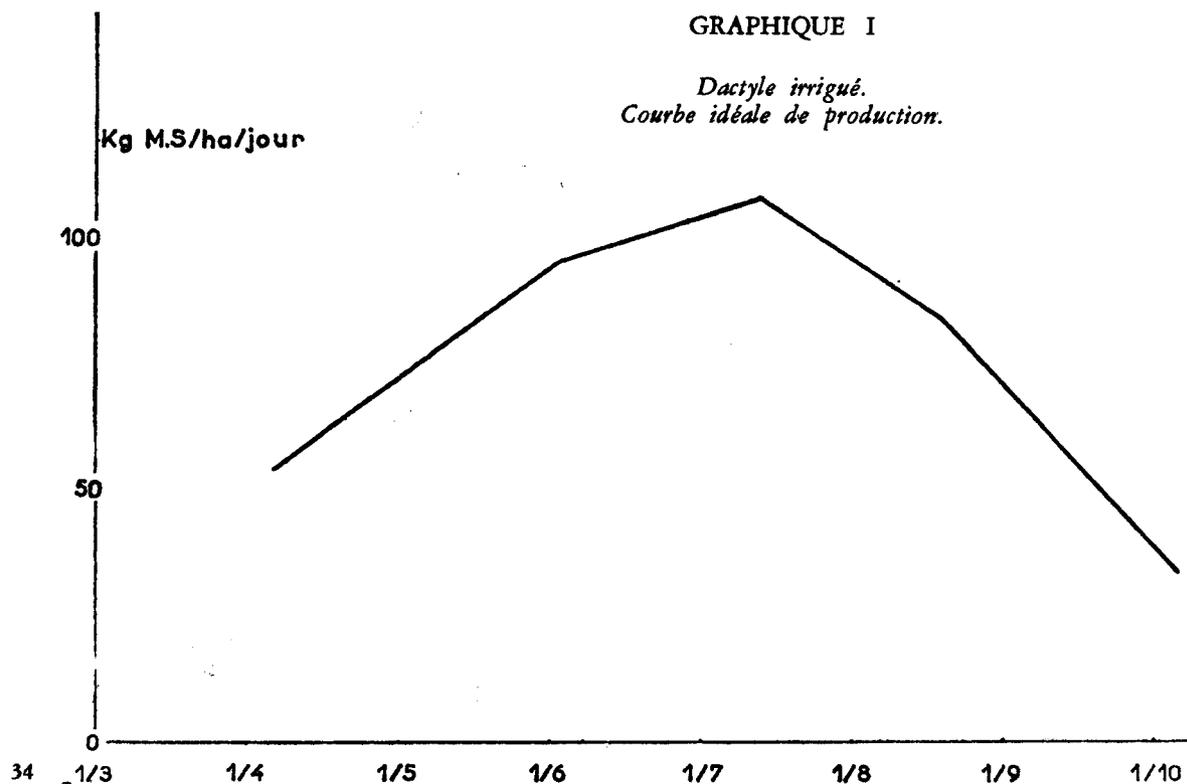
Nous considérerons la production du *Dactyle* soumis à ce traitement comme optimale, bien que le fait de n'apporter la quantité d'eau nécessaire qu'hebdomadairement puisse, en période de forte  $ETP$ , entraîner pour le végétal un état de déficit hydrique.

A l'opposé, le témoin ne recevant que les précipitations de l'année représente le comportement du *Dactyle* à différentes conditions de sécheresse.

Précisons que la nutrition minérale a été jugée suffisante par l'apport annuel par ha de 350 N, 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 300 K<sub>2</sub>O.

Pour chaque année, une courbe de production a été établie d'après le rendement moyen en matière sèche par jour pour chacun des cycles (exploitation en fauche sur un rythme de pâture).

#### 1) Courbe de production potentielle du *Dactyle*.



C'est la courbe de production moyenne du *Dactyle* irrigué (graphique I). Elle est établie pour un végétal en pleine production (*Floréal*).

Elle est construite d'après les données suivantes :

	<i>Product. moyenne kg de MS/bajour</i>	<i>Durée du cycle</i>	<i>Date médiane du cycle</i>
1 <sup>er</sup> cycle (1) ..	55 ( 50 à 60)	69 à 75 jours	5 avril
2 <sup>e</sup> cycle .....	97 ( 92 à 102)	42 à 43 jours	2 juin
3 <sup>e</sup> cycle .....	110 (104 à 117)	37 à 43 jours	12 juillet
4 <sup>e</sup> cycle .....	86 ( 81 à 91)	34 à 39 jours	18 août
5 <sup>e</sup> cycle .....	35 ( 25 à 45)	48 à 66 jours	5 octobre

Cette courbe moyenne de production ne met pas en évidence le phénomène de « bosse de chameau » signalé par de nombreux auteurs. Ce fait peut être dû au faible nombre de points à partir desquels la courbe a été construite, car des mesures de rendements faites par cycle, c'est-à-dire à des intervalles de plus de trente-quatre jours, peuvent masquer de courtes périodes de plus faible production. Mais il est possible aussi que ce phénomène classiquement observé de baisse de rendement au cours de l'été corresponde, même en zone humide, à une limitation de la photosynthèse par une alimentation en eau insuffisante malgré une pluviosité importante : c'est ainsi qu'en 1963, l'irrigation a été particulièrement efficace au 3<sup>e</sup> cycle, bien que les précipitations aient atteint 98 mm. Ce n'est donc que dans des parcelles irriguées à l'optimum que l'on peut établir une courbe de production idéale.

## 2) Réactions du *Dactyle* aux facteurs climatiques en fonction de la réserve en eau du sol.

Les facteurs climatiques influençant la production végétale sont synthétisés par l'évapotranspiration potentielle et les précipitations. Ils varient en sens inverse. Toutefois, pour une période de l'ordre de celle d'un cycle végé-

tatif, si les précipitations sont importantes mais de caractère orageux, elles peuvent correspondre aussi à une ETP élevée.

1) *Courbes de production du Dactyle témoin.*

Ces courbes établies par année montrent que, par rapport à la courbe potentielle (courbe du *Dactyle* irrigué), le rendement du 1<sup>er</sup> cycle n'est jamais affecté. Pour les cycles suivants, la production est d'autant plus abaissée que les conditions de sécheresse sont intenses. Mais même en année humide (voir ci-avant référence 3<sup>e</sup> cycle 1963), la courbe de rendement du *Dactyle* témoin est inférieure à celle du *Dactyle* irrigué.

2) *Production relative du Dactyle témoin selon l'ETP et le déficit hydrique du sol.*

Il semble intéressant d'analyser les réactions du *Dactyle* à la sécheresse en fonction de l'ETP et du déficit hydrique du sol au départ du cycle végétatif.

Si l'on exprime (graphique II) la production relative du témoin (production % de la production potentielle, cette dernière étant constituée par la production du *Dactyle* irrigué) en fonction de l'ETP/jour (moyenne de l'ETP du cycle végétatif) on observe que les points s'orientent selon certaines courbes caractérisées par le déficit hydrique réel du sol au départ du cycle végétatif. (Ce critère a été retenu par rapport à d'autres parce que, bien qu'imparfait, il rend en général le mieux compte de l'allure du phénomène.) Le déficit hydrique a été mesuré par profil hydrique. La réserve utile (R.U.) du sol est de 100 mm.

a) *Variations générales de la production selon l'ETP et le déficit hydrique du sol.*

a) *Pour ETP/j  $\leq$  2 mm*, la production est égale à la production potentielle pour des déficits de sol, au départ du cycle, variant de 0 à 30-45 % de la réserve utile. Dans ce cas, le sol étant bien alimenté en eau, la demande climatique est satisfaite et l'évapotranspiration réelle (ETR) est égale à l'évapotranspiration potentielle (ETP). La photosynthèse n'est pas diminuée.

Si le déficit du sol est de 100 %, la production est évidemment nulle, car ETR est nulle.

b) *Pour ETP/j  $\geq$  4 mm*, la production est nulle, même si le déficit du sol n'est pas total et n'atteint que 60 à 80 %. La demande climatique est

très supérieure au débit maximum que peut assurer le sol et le stock d'eau du sol est mal utilisé.

c) Pour  $2 \text{ mm} < \text{ETP}/j < 4 \text{ mm}$ , la production décroît quand ETP augmente ; cette variation inverse est d'autant plus importante que le déficit hydrique du sol est plus élevé.

b) Observations complémentaires.

Les interprétations précédentes appellent quelques commentaires qui les nuancent ou les éclairent :

a) Il convient de noter qu'il semble exister un seuil voisin de  $\text{ETP}/j = 2 \text{ mm}$  à partir duquel le rendement diminue rapidement.

b) D'autre part, n'ayant pas de valeurs expérimentales pour un déficit réel au départ de 60-80 mm avec  $\text{ETP} < 2 \text{ mm}$ , il n'est pas possible de savoir quel est le prolongement de la courbe en-deça de cette valeur.

c) Trois points semblent aberrants sur ce graphique et méritent, pour être expliqués, que l'on prenne en considération certaines notions complémentaires.

— Le point I de coordonnées  $\text{ETP}/j = 1,7$  et Production relative = 25 % correspond à un déficit réel de 50 mm au départ du cycle végétatif (5<sup>e</sup> cycle 1963). Il est donc situé anormalement par rapport à la valeur du déficit réel. Il devrait se trouver entre les courbes de déficit réel 30-45 % et 60-80 %. Mais l'examen du dessèchement du sol montre que la valeur du déficit réel est passée très rapidement de 50 à 100 % ; en d'autres termes, la notion de déficit réel du sol au début du cycle végétatif est ici en défaut et la plante a été beaucoup plus influencée par le dessèchement total qui a suivi rapidement que par l'état hydrique du départ.

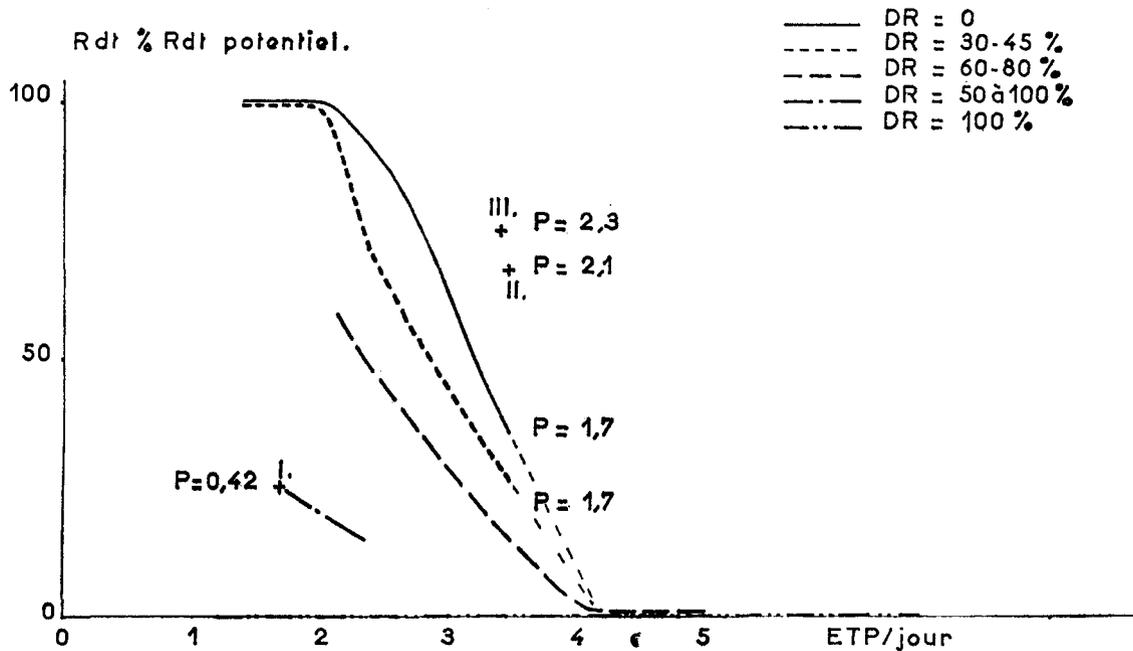
— Les deux points II et III correspondant respectivement à  $\text{ETP}/j = 3,44$  et  $3,40$  et  $\text{PR} \% = 67$  et  $75$  devraient se situer, le premier sur la courbe de déficit réel : 60-80 % et le second sur la courbe 30-45 %. Leur position supérieure s'explique si l'on tient compte de l'importance des précipitations qui, lorsqu'elles sont de caractère orageux, peuvent être associées à une ETP élevée, ainsi que la remarque en a été faite ci-avant. En effet, les précipitations moyennes par jour ( $P/j$ ) s'élèvent à 1,7 mm pour les points de même  $\text{ETP}/j$  normalement situés sur les courbes, tandis qu'elles atteignent 2,1 et 2,3 mm pour les points aberrants. Cette considération explique que, pour

une même  $ETP_j$ , l'alimentation en eau plus importante ait provoqué une production végétale supérieure.

Parallèlement, pour deux valeurs de précipitations moyennes identiques, mais de régime différent entraînant des valeurs de ETP différentes, le rendement peut être identique car la plante utilise dans les deux cas l'eau qui lui a été fournie.

## GRAPHIQUE II

*Production relative du Témoin  
en fonction de ETP/jour et du déficit réel.*



Il découle de toutes les observations précédentes que, même pour un déficit hydrique faible, le *Dactyle* peut souffrir de la sécheresse si le pouvoir évaporant de l'air est supérieur à un certain seuil qui correspond à une ETP moyenne par jour de 2 mm. On conçoit ainsi que, même en année humide, et même en régime d'irrigation à longue fréquence, la plante puisse ne pas donner sa production maximum. Plus ETP augmente, plus la photosynthèse est limitée, même dans des conditions de faible dessèchement du sol. Cette observation, déduite de l'examen des courbes du graphique II, souligne la grande variabilité, pour un sol donné, de la réserve facilement utilisable (RFU) avec la demande climatique.

## II. — COMPORTEMENT DU DACTYLE SELON LES CONDITIONS DE SECHERESSE A DIFFERENTS NIVEAUX DE FERTILISATION AZOTEE

Trois traitements ont été retenus pour étudier de 1962 à 1964 l'influence de la nutrition azotée sur le comportement du *Dactyle* à la sécheresse au cours des trois premiers cycles :

$$\begin{aligned} N1 &= 50 + 25 + 25 \\ N2 &= 90 + 45 + 45 \\ N3 &= 120 + 60 + 60 \end{aligned}$$

Chacun de ces apports était fait au départ du cycle végétatif.

Le graphique III montre l'influence de l'ETP sur la production du *Dactyle* ainsi traité par rapport à la production potentielle du *Dactyle* irrigué recevant une fertilisation azotée N1 globale voisine de N3 (N1 = 60 - 80 - 80). L'examen de ce graphique entraîne les commentaires suivants :

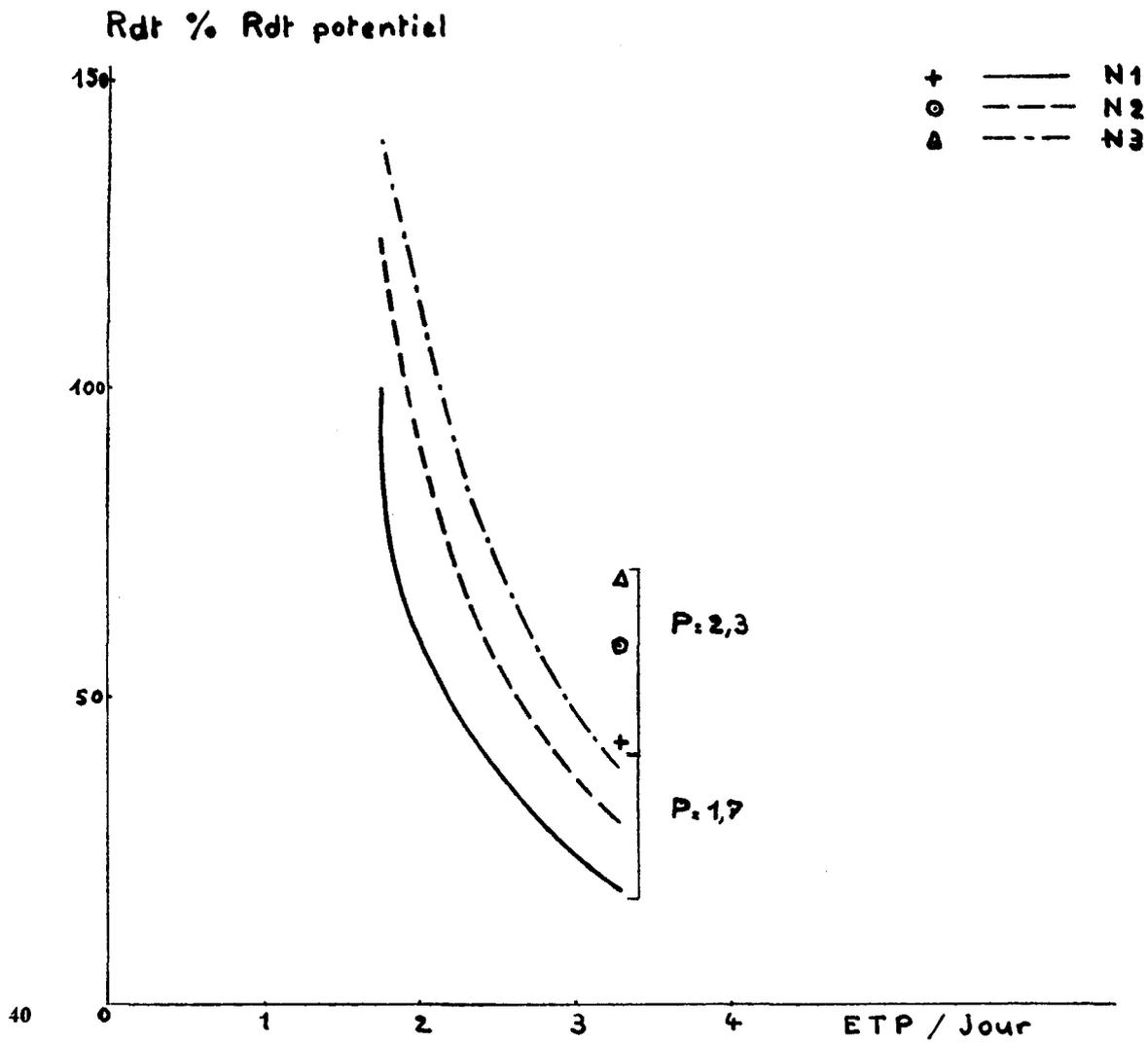
a)  $ETP/j < 1,8$ .

Ces faibles valeurs de ETP/jour correspondent pour toutes les années à la première coupe pour laquelle le déficit réel du sol au départ du cycle était très faible : de 10 à 20 %. Les doses d'azote apportées sont alors :

$$\begin{aligned} N1 &= 50 \\ N2 &= 80 \\ N3 &= 120 \\ NI &= 60 \end{aligned}$$

GRAPHIQUE III

*Production relative des parcelles non irriguées en fonction de la nutrition azotée*



Cette dernière dose apparaît très insuffisante puisque le rendement qu'elle occasionne est fortement dépassé par les doses N2 et N3. Pour ces valeurs de  $ETP/j$ , l'eau n'est pas un facteur limitant et la production est fonction de l'apport d'azote.

b)  $2 < ETP/j < 3,3$ .

Il s'agit de 2° ou de 3° coupe. Les quantités d'azote en jeu sont alors :

N1 = 25

N2 = 45

N3 = 60

NI = 80 (cette dose peut être considérée comme suffisante).

La courbe N3, comparée au graphique II, se situe entre les courbes de déficit réel 0 et 30-45 %. En effet, les points expérimentaux correspondent à des valeurs de DR = 25-30 %. Le graphique III montre donc l'influence de la dose d'azote sur la production quand les facteurs climatiques deviennent limitants, alors que la réserve en eau est encore élevée.

Une observation analogue à celle qui a été faite pour le graphique II concerne la notion de  $P/j$  (précipitations moyennes par jour du cycle) : une série de trois points N1 - N2 - N3 est située pour le même déficit réel au-dessus des courbes correspondantes pour  $ETP/j = 3,3$ . Elle correspond à des valeurs de  $P/j = 2,3$  mm, tandis que pour les points de la courbe,  $P/j = 1,7$  mm.

c)  $ETP/j > 3,3$ .

Le graphique n'est pas construit au-delà de cette valeur, car la production est alors nulle, quelle que soit la dose d'azote apportée, et le déficit hydrique du sol est élevé.

### III. — SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS

De l'ensemble des données expérimentales présentées, quelques lignes directives se dégagent concernant l'incidence des facteurs climatiques sur la croissance du *Dactyle* en liaison avec l'état hydrique du sol et la nutrition azotée.

### 1) Notion de réserve utile et facilement utilisable du sol.

Il est actuellement courant de considérer, avec la réserve utile en eau du sol (RU), sa réserve facilement utilisable (RFU) qu'il est commode d'estimer comme une fraction fixe de RU.

Les courbes du graphique II mettent en évidence l'extrême variabilité de RFU pour un même sol en fonction de la demande climatique. Si cette dernière est faible, RFU est voisin de RU. Par contre, pour une forte valeur de ETP, RFU peut devenir presque nulle.

Ainsi que l'a souligné M. HALLAIRE, la notion de RFU est, non point statique, mais essentiellement dynamique.

### 2) Influence de l'état hydrique du sol en fonction des facteurs climatiques.

Pour une demande climatique ni trop forte ni trop faible, la production est d'autant plus élevée que le sol contient plus d'eau au départ du cycle végétatif.

Pour de faibles valeurs de ETP, la production peut être optimum avec un sol présentant un certain déficit hydrique (RFU grande). Par contre, pour de fortes valeurs de ETP, il faut que le sol soit fréquemment réapprovisionné en eau, sinon le rendement peut devenir nul (RFU petite).

### 3) Influence du niveau d'alimentation azotée.

Le graphique III montre que la dose nécessaire au 1<sup>er</sup> cycle végétatif pour atteindre une production maximum est de 120 kg. Des résultats non mentionnés dans cette note font apparaître que cette dose peut être considérée comme plafond pour une utilisation normale du fourrage, que le *Dactyle* soit irrigué ou non, car les facteurs eau et évapotranspiration sont rarement limitants en mars et avril.

Pour les autres cycles végétatifs, les plantes peuvent se trouver soumises à des conditions évaporantes élevées et la réserve en eau peut être faible. Quand le déficit hydrique du sol est modéré, et pour une ETP/jour inférieure à 3,3 mm le rendement augmente avec la dose d'azote apportée. L'azote contri-

bue donc à une meilleure utilisation de l'eau. Toutefois, plus ETP croît, moins sa rentabilité est élevée. Pour une forte valeur de ETP, ou pour un déficit du sol important, l'azote n'a plus d'action et les rendements peuvent être nuls.

*En régime d'irrigation* où la plante se trouve dans des conditions hydriques satisfaisantes, les apports d'azote sont hautement rentabilisés et la dose de 80 kg par cycle à partir du 2<sup>e</sup>, semble normalement adaptée dans des sols de profondeur moyenne. Dans les conditions de l'expérience, les teneurs en N du *Dactyle* à la date de la récolte sont normales et les fortes exportations qui varient de 395 à 542 kg selon les années, sont couvertes par les apports d'azote et la fourniture du sol qui peut être évaluée à 120 kg.

*Suzanne MERIAUX,*

*(avec la collaboration technique de C. PERREY),  
Station d'Agronomie I.N.R.A., Dijon.*