

Evolution saisonnière de l'azote minéral de quelques sols tourbeux tropicaux sous culture bananière.

J.P. PENEL, J. GODEFROY, A. LASSOUDIÈRE*

EVOLUTION SAISONNIERE DE L'AZOTE MINERAL
DE QUELQUES SOLS TOURBEUX TROPICAUX
SOUS CULTURE BANANIERE

J.P. PENEL, J. GODEFROY et A. LASSOUDIÈRE (IRFA)

Fruits, oct. 1982, vol. 37, n° 10, p. 581-593.

RESUME - Un suivi pédologique mensuel de l'azote minéral a été réalisé pendant quatre années consécutives dans trois types de sols tourbeux tropicaux sous culture bananière (marais de l'Agneby en Côte d'Ivoire). Plusieurs indications sur l'évolution de l'azote minéral du sol en fonction de la pluviométrie et du type de matériau tourbeux ont été dégagées, puis mises en relation avec les critères de précocité et de rendement concernant la culture bananière pratiquée.

INTRODUCTION

Une fraction importante de la production bananière ivoirienne provient des marais de l'Agnéby qui sont situés dans le sud de la Côte d'Ivoire (latitude 5,3°N ; longitude 4,2°O ; altitude inférieure à 5 m). Ils constituent l'aire d'extension d'un ancien delta de l'Agnéby (10.000 à 12.000 hectares de superficie) dont une partie a été aménagée en polders. La mise en valeur de ce site a d'ailleurs été relatée en détail dans cette revue (LASSOUDIÈRE, 1973).

Un certain nombre de travaux portant sur les sols tourbeux hydromorphes de cette plaine bananière ont été réalisés dans le passé. Ils concernent les problèmes de drainage (LASSOUDIÈRE et al., 1974) et l'action du chaulage sur les

caractéristiques physico-chimiques de ces sols (GODEFROY et al., 1978). Cette dernière étude a notamment montré que les processus de minéralisation de la matière organique, induits par l'exondation des sols, étaient intenses et tendaient à s'amplifier avec le chaulage. La question s'est alors posée de savoir dans quelle mesure la nutrition azotée du bananier pouvait être assurée par la minéralisation de l'azote organique de ces sols.

Pour raisonner la fertilisation azotée du bananier, il est nécessaire de tenir compte du fait que cette plante est incapable de faire des réserves en azote, comme elle le fait en particulier avec le potassium. Il est donc indispensable que le bananier ait constamment à sa disposition de l'azote en quantité suffisante pour assurer correctement sa croissance. En l'absence de connaissances précises sur la dynamique de l'azote dans les sols tourbeux, la fumure azotée préconisée par le passé ne pouvait que correspondre à celle dont le volume et le rythme des épandages assuraient de ne pas faire d'erreur. De ce fait, les charges de cette fertilisation azotée

* - J.P. PENEL - IRFA, Laboratoire d'Agro-pédologie, 01 B.P. 1740 ABIDJAN 01 - Côte d'Ivoire.
J. GODEFROY - IRFA/GERDAT - Service d'Agro-pédologie, B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX - France
A. LASSOUDIÈRE - Centre de Recherches agronomiques, B.P. 13 - NYOMBE - République unie du Cameroun.

«empirique» atteignaient des niveaux relativement élevés incompatibles avec le souci actuel de réduire les coûts de production. Le besoin est donc apparu d'étudier la dynamique de l'azote du sol dans le but de mettre en évidence, d'une part les époques où la minéralisation de la matière organique est suffisante pour assurer la nutrition azotée du bananier, et d'autre part, les périodes critiques où les teneurs en azote minéral du sol ne peuvent répondre aux besoins du bananier.

CONDITIONS EXPERIMENTALES ET TYPES DE SOL

Le problème de la caractérisation de l'évolution saisonnière de l'azote minéral du sol a été abordé en mettant en place en novembre 1976 un essai agro-pédologique particulier et en assurant le suivi pédologique de quelques traitements d'essais agronomiques déjà installés à cette date. Pour plus de commodité nous nommerons ces essais par leur numéro d'identification informatique. Le tableau 1 permet la comparaison des caractéristiques physico-chimiques des sols tourbeux concernés.

Essai BA.CI.ABY 227.

Cet essai sur la minéralisation de l'azote organique, spécialement mis en place en novembre 1976 pour cette étude, est situé au niveau de la plantation SABA sur un secteur qui a été mis en culture une dizaine d'années auparavant. Il est localisé sur un sol tourbeux profond hydromorphe, à matière organique relativement bien humifiée, proche du type «lenist» (USDA, Soil Survey Staff, 1975). Ce sol est caractérisé par des teneurs élevées en carbone organique (430 p. 1000) et en azote total (16,5 p. 1000), une capacité d'échange cationique à pH 7 très élevée (140 mé/100 g) et une densité apparente faible (0,25).

L'essai comporte 6 répétitions de 5 traitements (blocs de Fisher) :

- traitement 1 : sol nu
- traitement 2 : bananiers sans fumure azotée
- traitement 3 : bananiers recevant 160 g N/an/pied sous forme d'urée en 10 épandages annuels
- traitement 4 : bananiers recevant de l'azote (urée) à la demande sur la base des observations végétales
- traitement 5 : sol nu en microclimat de bananeraie (bananiers plantés en fûts).

Essai BA.CI.ABY 224.

Il s'agit d'un essai agronomique axé sur les dates de plantation dont un seul traitement à 5 répétitions - bananiers sans fumure azotée plantés en septembre 1976 - a été retenu pour notre étude. Sa situation géographique est voisine de celle de l'essai précédent mais son sol en diffère notablement puisque l'horizon tourbeux repose à faible profondeur (20 à 30 cm) sur un horizon argileux grisâtre à dominance de kaolinite et d'illite. La matière organique de la tourbe est relativement bien humifiée et proche du type «lenist» comme dans le cas de l'essai BA.CI.ABY.227. Les teneurs en

carbone organique (330 p. 1000) et en azote total (13 p. 1000) ainsi que la capacité d'échange cationique (104 mé/100 g) se trouvent cependant à des niveaux nettement plus faibles ; la densité apparente y est en revanche plus élevée (0,38). Ceci est essentiellement dû au fait que le matériau tourbeux a été contaminé par des argiles.

Essai BA.CI.ABY 203.

Il s'agit d'un essai agronomique mis en place en juin 1975 portant sur la fertilisation azotée du bananier, dont deux traitements seulement ont fait l'objet d'un suivi pédologique mensuel.

- traitement 1 : bananiers sans fumure azotée
- traitement 2 : bananiers recevant 160 g N/an/pied sous forme d'urée en 10 épandages annuels.

Cet essai est situé au niveau de la plantation SCB-Bonjour sur un secteur qui a été mis en valeur depuis plus de 35 ans, au tout début de la phase de poldérisation des marais de l'Agnéby. Le sol tourbeux profond hydromorphe correspondant présente en surface des granules de tourbe rétrogradée constituant une couche chimiquement inactive de 1 à 5 cm d'épaisseur, qui repose sur un horizon de matière organique très bien humifiée et homogène du type «saprist». Il est caractérisé par des teneurs en carbone organique (390 p. 1000) et en azote total (14 p. 1000) et par une capacité d'échange cationique (130 mé/100 g) relativement élevées mais assez sensiblement inférieures à celles de l'essai BA.CI.ABY 227. Sa densité apparente y est par contre un peu plus forte : 0,32.

Pour les traitements où des apports d'urée sont programmés, les épandages interviennent généralement le lendemain ou le surlendemain du prélèvement de sol.

METHODOLOGIE DU SUIVI PEDOLOGIQUE

L'évolution des teneurs du sol en azote minéral a été suivie selon un rythme mensuel, les prélèvements de sol intervenant aux environs du 11 de chaque mois.

Les prélèvements de sol ont été réalisés à 50 cm du pseudo-tronc des bananiers, c'est-à-dire à l'intérieur de la zone d'épandage des engrais, à l'aide d'une sonde à gouge du type DUGAIN. La longueur de la gouge a été déterminée en se basant sur la profondeur d'enracinement des bananiers qui est elle-même fonction du type de sol : 40 cm pour les sols tourbeux profonds des essais BA.CI.ABY 227 et 203, et 25 cm pour l'essai BA.CI.ABY 224 dont le sol présente un horizon tourbeux reposant à faible profondeur sur un horizon argileux compact.

Chaque échantillon de sol correspond à plusieurs prélèvements partiels qui dépendent du nombre de bananiers significatifs de la parcelle de base de chaque essai : 40 pour BA.CI.ABY 227, 24 pour BA.CI.ABY 224 et 35 pour BA.CI.ABY 203. Procéder à des échantillonnages partiels relativement nombreux constitue une précaution qui est justifiée par la forte hétérogénéité de ces sols.

TABLEAU 1 - Caractéristiques physico-chimiques des sols tourbeux concernés en fin d'expérimentation (janvier 1980). Moyennes de 5 répétitions (BA.CI.ABY 203 et 224) ou de 6 répétitions (BA.CI.ABY 227).

Essai	BA.CI.ABY 227		BA.CI.ABY 203	BA.CI.ABY 224
	moyennes T1 et T5	moyennes T2, T3 et T4	moyennes T1 et T2	T1
Traitements				
Carbone organique (p. 1000)	431,0	428,1	391,4	330,6
Azote total (p. 1000)	16,5	16,6	13,9	12,8
Rapport C/N	26	26	28	26
Calcium échangeable (mé/100 g)	20,1	23,2	25,7	8,7
Magnésium échangeable (mé/100 g)	4,1	7,5	6,0	3,4
Potassium échangeable (mé/100 g)	0,5	6,2	5,2	5,4
Somme des bases échangeables (mé/100 g)	24,7	36,9	36,9	17,5
Capacité d'échange cationique à pH 7 (mé/100 g)	142,0	141,5	130,0	103,7
Taux de saturation (p. 100)	17	26	28	17
pH (pâte saturée)	3,45	3,60	3,90	3,60
Phosphore assimilable Dyer (ppm P)	141	392	977	317
Densité apparente	0,25	0,25	0,32	0,38
Profondeur du prélèvement (cm)	0-40	0-40	0-40	0-25

Le jour même ou le lendemain du prélèvement, une homogénéisation de chaque échantillon de sol est réalisée avec soin selon la règle des 4/4 (GODEFROY, 1977 a) avant de procéder à un échantillonnage pour analyse. Les échantillons de sol ainsi obtenus sont conservés au congélateur en vue du dosage de l'azote minéral. Cette méthode de conservation s'est révélée satisfaisante à condition que la congélation et la décongélation soient rapides (VIAUX et al., 1981).

L'extraction de l'azote minéral est réalisée sur une prise d'essai de 50 g de tourbe humide avec 500 ml d'une solution normale de chlorure de potassium par deux agitations successives de 30 mn (GODEFROY, 1977 a). Le dosage de l'azote ammoniacal a d'abord été effectué par acidimétrie après déplacement par la magnésie calcinée et entraînement à la vapeur ; de même pour l'azote nitrique qui est préalablement réduit au moyen de l'alliage de Dewarda (BREMNER, 1965). A partir de décembre 1979, les analyses ont été réalisées en colorimétrie automatique : l'azote ammoniacal par la méthode au salicylate de sodium et au dichloroisocyanurate de sodium (FALLAVIER, 1975), et l'azote nitrique, après réduction en nitrite par le sulfate d'hydrazine, par la méthode de GRIESS-ILOSVAY (BREMNER, 1965).

Les échantillons de sol prélevés au mois de janvier de chaque année ont fait l'objet d'une analyse chimique complète selon des méthodes classiques adaptées aux matériaux tourbeux (GODEFROY, 1977 a ; GODEFROY, 1977 b).

RESULTATS PEDOLOGIQUES

Comme la plupart des plantes n'appartenant pas à la famille des Légumineuses, le bananier absorbe l'azote principalement sous forme minérale (nitrique et ammoniacale). La figure 1, représentant le cycle simplifié de l'azote, inspiré de DOMMERGUES et MANGENOT (1970), met en évidence les principaux processus induisant un accroissement ou une diminution de la teneur du sol en azote minéral. Ces diverses transformations de l'azote s'effectuent simultanément dans le sol. C'est en raison de cette simultanéité que les dosages chimiques des formes minérales de l'azote à des dates successives ne permettent d'apprécier que l'effet net de ces processus, c'est-à-dire la minéralisation nette qui est la résultante de la minéralisation brute (ou réelle) et de divers processus comme l'immobilisation, les pertes par volatilisation, dénitrification et lixiviation. D'autres processus viennent s'ajouter aux précédents : il s'agit des apports par les engrais (urée) et de l'assimilation d'azote par la plante (bananier).

Les courbes d'évolution des teneurs du sol en azote minéral enregistrées sur quatre années (figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9), représentent donc le devenir de cette résultante au cours des saisons. Elles doivent être rapprochées de la courbe de pluviométrie correspondante (figure 10). Les courbes d'évolution saisonnière de l'humidité du sol sont rapportées dans la figure 11.

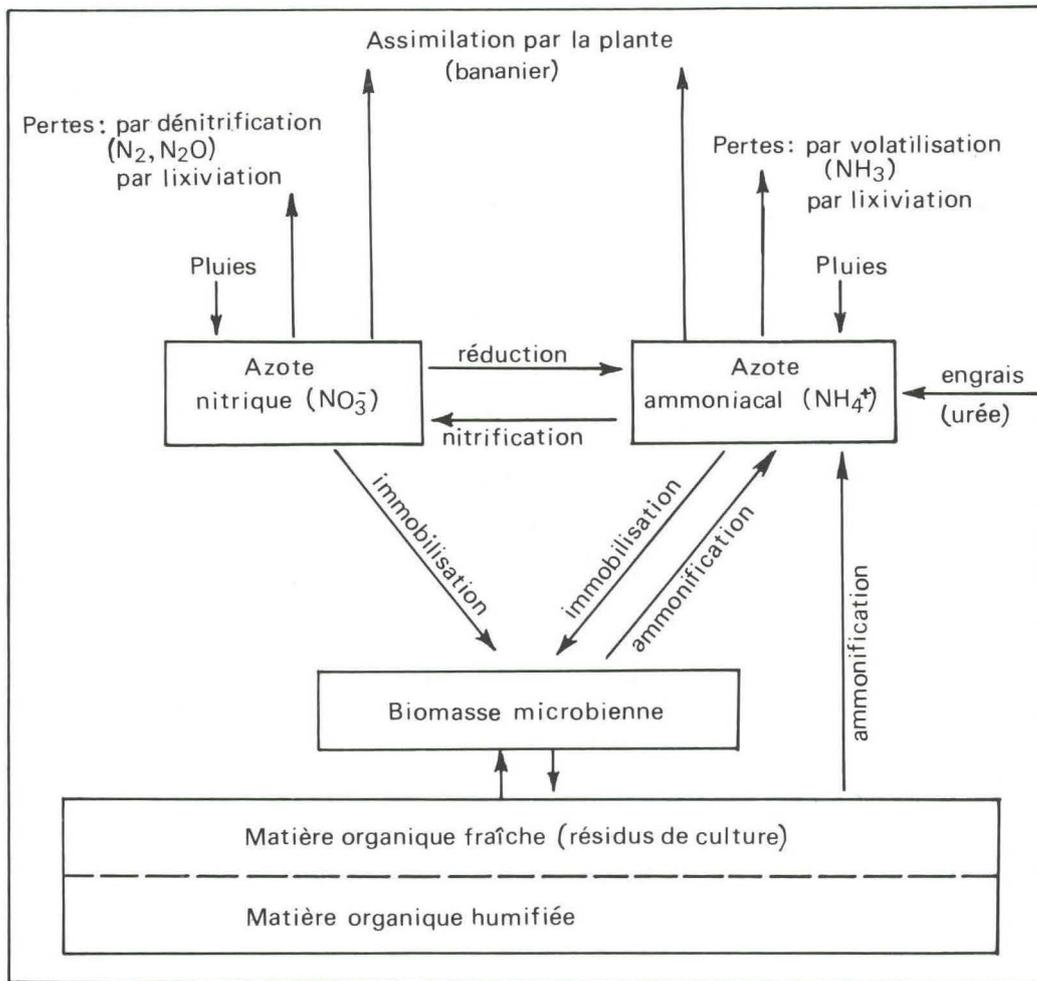


Figure 1 • CYCLE SIMPLIFIÉ DE L'AZOTE, inspiré de Y. DOMMERGUES et F. MANGENOT, 1970.

En premier lieu, il apparaît une certaine parenté entre toutes ces courbes d'évolution de l'azote minéral du sol. En effet, quels que soient le type de sol tourbeux et le traitement appliqué, il se produit une accumulation d'azote minéral au cours des saisons sèches et une chute plus ou moins prononcée des teneurs en azote minéral - essentiellement la forme nitrique - en saisons des pluies, c'est-à-dire en octobre-novembre et surtout en juin-juillet. Le facteur influençant de façon prépondérante l'évolution des stocks d'azote minéral du sol semble donc correspondre à la pluviométrie. D'autres processus, autres que la lixiviation, doivent intervenir de façon non négligeable dans la minéralisation nette ; il s'agit de la volatilisation de l'ammoniac, sans doute assez importante en périodes chaudes et sèches, et de la dénitrification dont l'ampleur doit être considérable mais dont les variations saisonnières ne sont pas établies.

Bien que les profils d'évolution de l'azote minéral soient analogues dans leur allure générale, les valeurs maximales atteintes en fin de grande saison sèche varient énormément d'un type de tourbe à l'autre (tableau 2). Cette observation

révèle donc des potentialités de minéralisation de l'azote organique très différentes. Cela implique sur le plan pratique que l'on pourrait se dispenser d'épandre des engrais azotés, en grande saison sèche, sur les tourbes caractérisées par de fortes productions naturelles d'azote minéral (BA.CI.ABY 227).

Par ailleurs, ces courbes mettent nettement en évidence l'ampleur des processus de lixiviation de l'azote minéral, notamment des nitrates, en période de forte pluviométrie et plus particulièrement au mois de juin. Des apports réguliers d'urée tout au long de l'année ne permettent pas de contrebalancer ces pertes par lixiviation. Manifestement, les épandages d'urée effectués en saisons très pluvieuses s'avèrent inefficaces, car l'engrais, sitôt solubilisé, est très rapidement entraîné par percolation hors du profil cultural.

Après les grandes pluies du mois de juin, les teneurs du sol en azote minéral se relèvent naturellement assez rapidement dans les tourbes à fort potentiel de minéralisation de l'azote organique (BA.CI.ABY 227), nettement moins bien

TABLEAU 2 - Teneurs maximales du sol en azote minéral (N-NH₄ + N-NO₃) enregistrées en fin de grande saison sèche (ppm N).

Essais	traitements	années			
		1977	1978	1979	1980
BA.CI.ABY 227	1	502	339	394	436
	2	367	227	244	302
	3	581	376	434	477
	4	337	273	269	300
	5	-	301	296	296
BA.CI.ABY 224	1	167	123	199	-
BA.CI.ABY 203	1	186	92	113	107
	2	347	189	234	209

dans les autres types de tourbe (BA.CI.ABY 224 et 203). De toute évidence, des apports d'urée en petite saison sèche (juillet-août-septembre), dès la fin des grandes pluies de juin, dans ces tourbes à faible potentiel de minéralisation, ne peuvent qu'être très bénéfiques.

La comparaison des courbes d'évolution de l'azote minéral obtenues dans les différents traitements de l'essai BA.CI.ABY 227 suscite la formulation de quelques remarques. Dans le traitement 1 (sol nu), la minéralisation de la matière organique est extrêmement importante en saisons sèches. Les courbes obtenues dans le traitement 5 (sol nu en microclimat de bananeraie) apparaissent identiques à celles du précédent traitement, hormis en grandes saisons sèches où elles sont tronquées. Cela pourrait signifier que l'activation de la minéralisation de la matière organique par ensoleillement direct du matériau tourbeux n'est effective qu'en grande saison sèche, c'est-à-dire qu'elle nécessite une élévation relativement importante de la température du sol. Par ailleurs, si l'on compare les courbes des traitements 2 et 4, qui correspondent pratiquement tous les deux à un traitement «bananiers sans fumure azotée» à celle du traitement 5 (sol nu en microclimat de bananeraie), on constate que l'effet de l'assimilation d'azote par les bananiers sur la minéralisation nette est peu accentué. Dans ce type de tourbe, la minéralisation brute de la matière organique tend à compenser les prélèvements d'azote minéral effectués par les bananiers de façon à maintenir le sol dans un certain état d'équilibre.

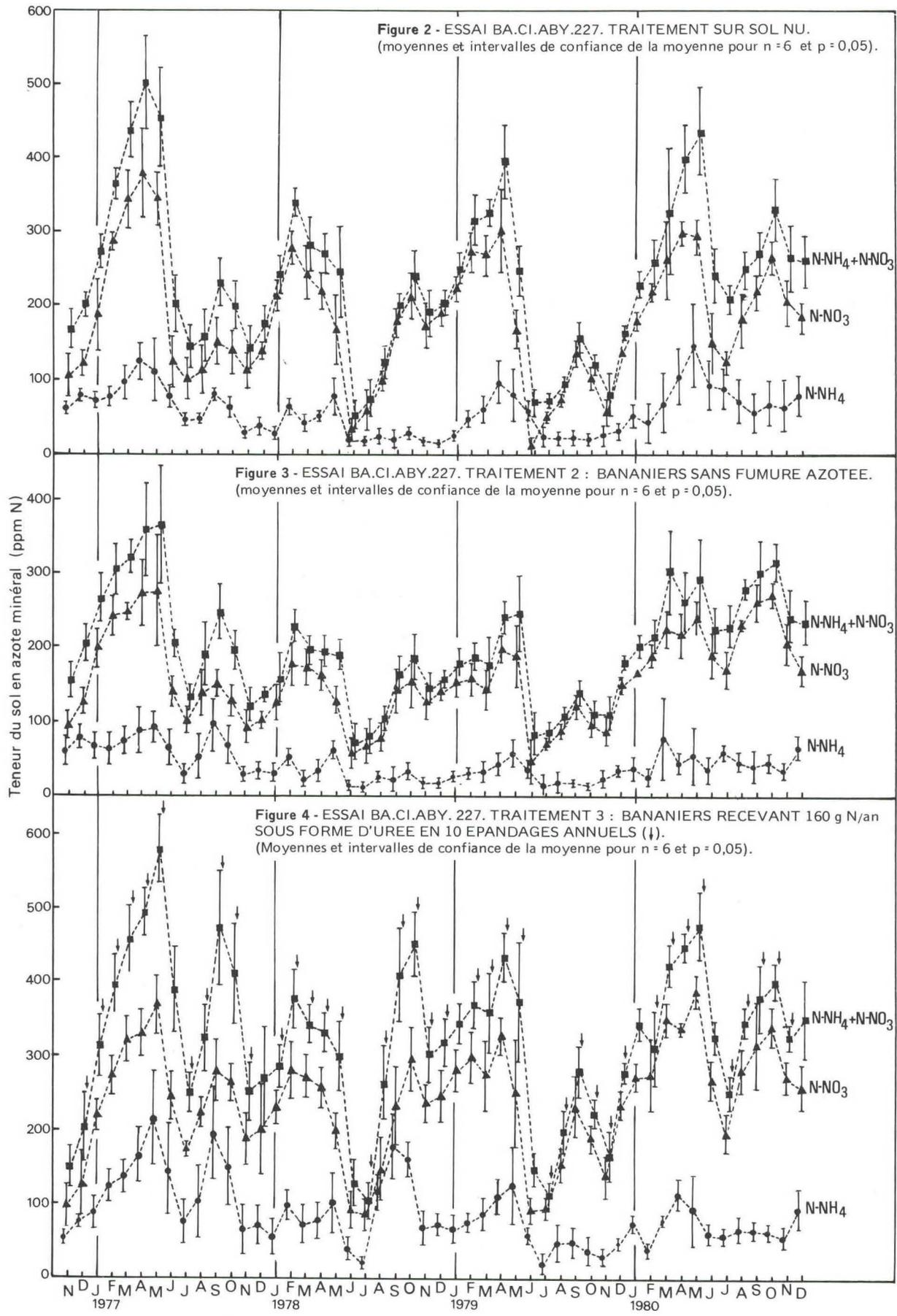
Quel que soit le potentiel de minéralisation du matériau tourbeux considéré, l'application régulière d'engrais azotés se répercute très nettement sur les courbes d'évolution de l'azote minéral du sol. Les niveaux atteints dans les tourbes, où la minéralisation naturelle de l'azote organique est intense, sont extrêmement élevés ; ils sont nettement moindres dans les tourbes à faible potentiel de minéralisation, mais les différences avec le traitement ne recevant pas d'engrais azotés sont cependant très nettes. Il faut remarquer aussi que des ajouts d'urée tendent à augmenter la proportion d'azote ammoniacal dans les tourbes à fort potentiel de minéralisation de la matière organique. Comme des tests en

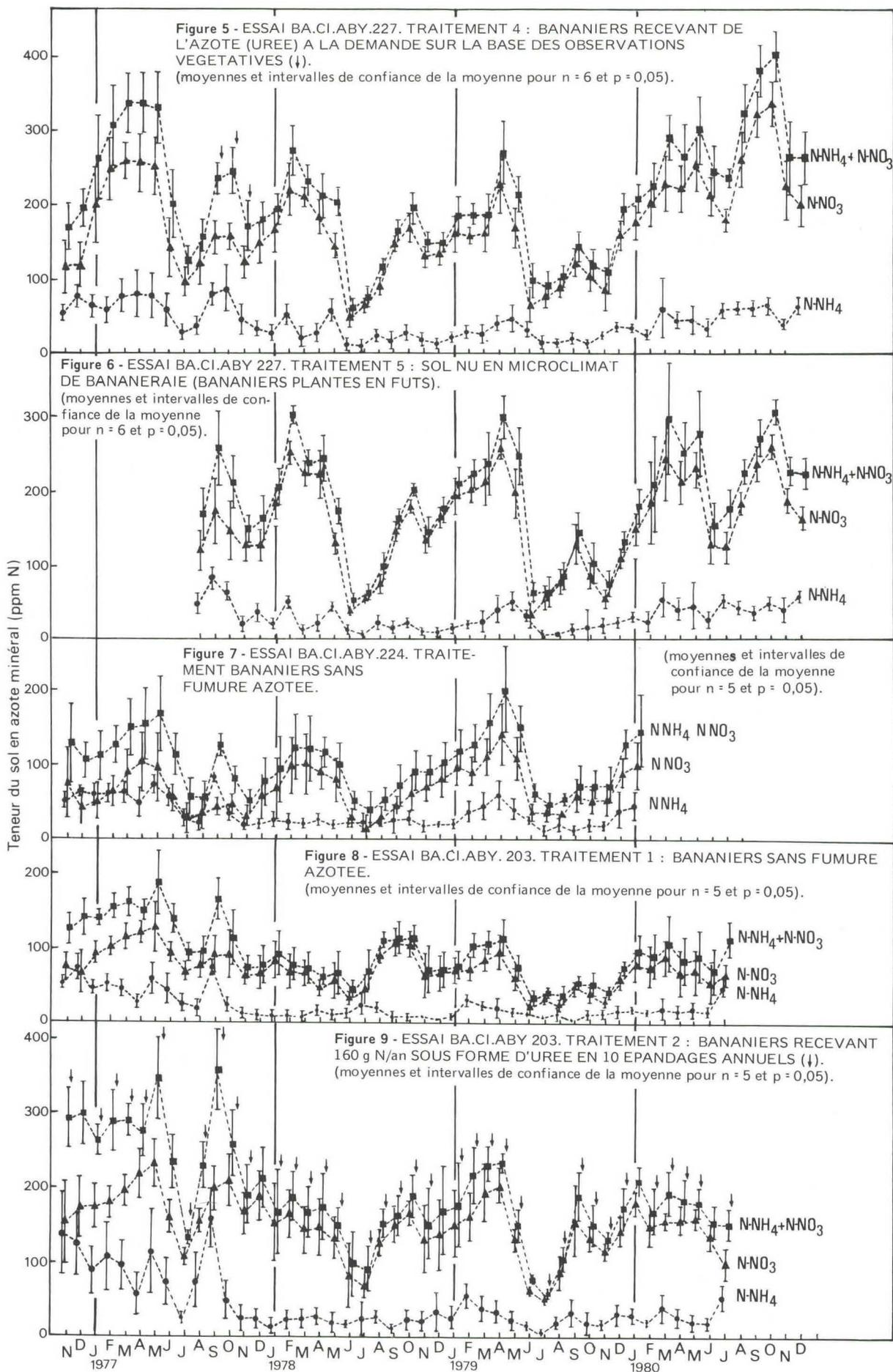
laboratoire l'ont montré (incubation en microlysimètres), l'urée tend à stimuler énergiquement la minéralisation brute des tourbes récemment exondées et mises en culture. Pour des raisons non encore définies, l'activité nitrifiante de ces sols ne suffit pas à transformer totalement le surplus d'azote ammoniacal produit. Une relative déficience de l'activité nitrifiante des tourbes à fort potentiel de minéralisation de l'azote organique se révèle aussi en fin de grande saison sèche, indépendamment du traitement appliqué. Généralement, pour expliquer ce phénomène, on met en cause un déficit hydrique qui serait défavorable à la flore nitrifiante. Il ne semble pas, au vu des courbes d'évolution saisonnière de l'humidité, que, dans ce cas, l'on puisse retenir cette explication. Peut-être faut-il y voir plutôt un effet de l'élévation de la température du sol qui stimulerait l'ammonification, ou minéralisation brute, ou (et) inhiberait partiellement la nitrification ?

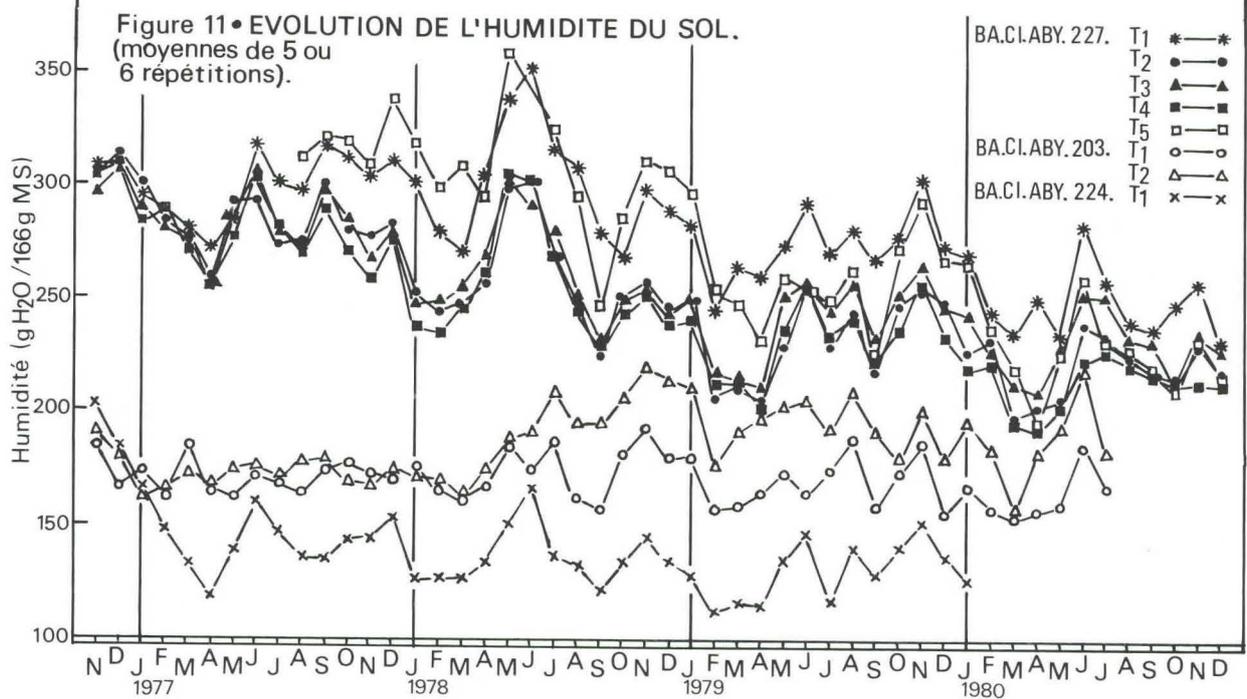
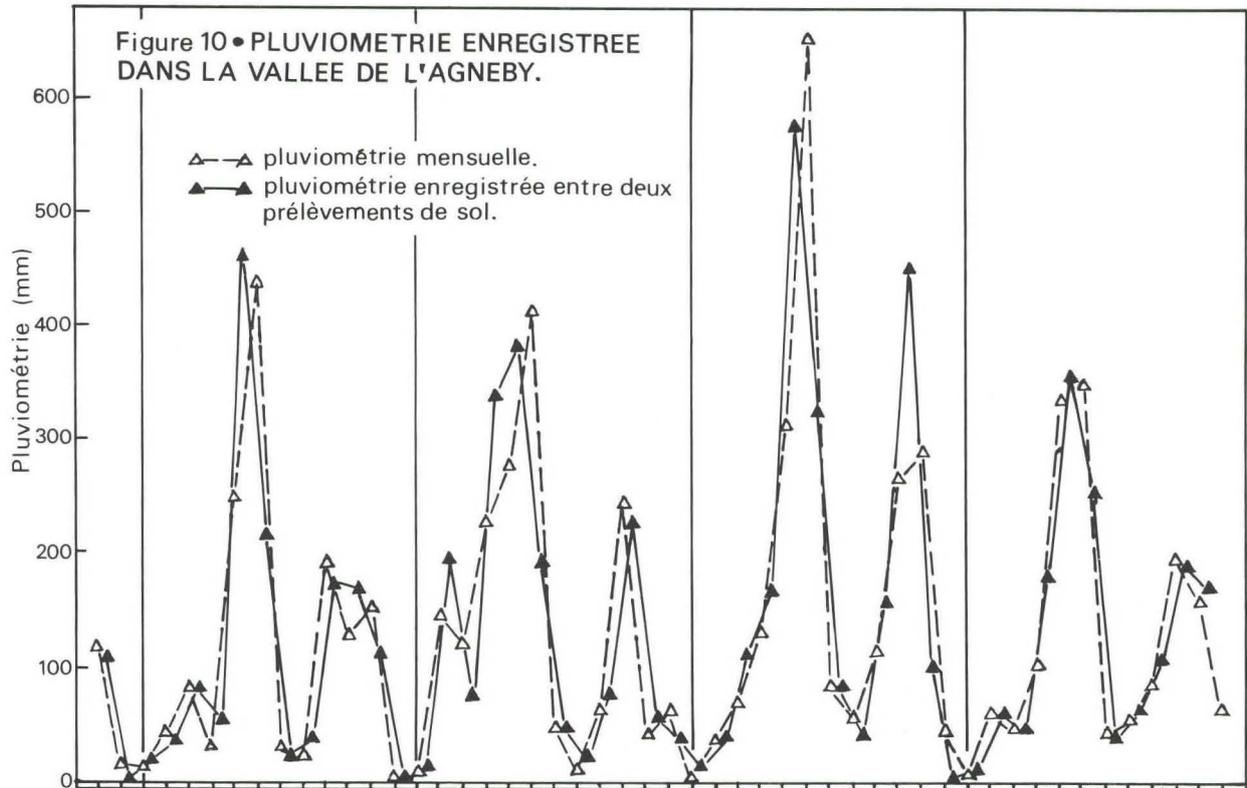
La recherche d'une relation mathématique liant l'évolution des teneurs du sol en azote minéral aux facteurs climatiques (pluviométrie) s'avère fort complexe. La principale difficulté réside dans l'estimation du drainage en deçà de la limite de prospection maximale des racines, à partir des données climatiques. Il est en effet nécessaire de prendre en considération, en plus de la pluviométrie mensuelle, le rythme et l'intensité des pluies ainsi que les variations d'humidité du matériau tourbeux, et de savoir calculer l'évapotranspiration réelle (ETR) relative à la profondeur de sol étudié en faisant abstraction des effets de la nappe sous-jacente. Il est cependant possible, en comparant les courbes d'évolution de l'azote du sol et de la pluviométrie, dès à présent, de poser en première approximation qu'une pluviométrie mensuelle cumulée d'environ 150 mm suffit à provoquer une baisse des teneurs du sol en azote minéral, et que les pertes d'azote sont d'autant plus importantes, en valeurs absolues, que le niveau initial est élevé.

Concernant l'évolution saisonnière de l'humidité du sol, il est intéressant de remarquer plusieurs faits. Comme toutes les courbes d'humidité ont été regroupées sur une même figure (figure 11), il n'a pas été possible de représenter les

Figures 2 à 9 • EVOLUTION DES TENEURS DU SOL EN AZOTE MINERAL SELON L'ESSAI ET LE TRAITEMENT.







intervalles de confiance de la moyenne qui auraient révélé l'extrême hétérogénéité des matériaux tourbeux à ce point de vue. Il s'agit d'une variabilité intrinsèque (mise en évidence dans le traitement «sol nu») renforcée par l'implantation de bananiers qui répartissent les eaux de pluies de manière hétérogène sur le sol en fonction de leur conformation. Malgré ces fortes variabilités, il se dégage certaines tendances à moyen terme qui sont différentes selon les types de tourbe. Dans les tourbes profondes à fort potentiel de minéralisation (BA.CI.ABY 227), l'humidité diminue régulièrement (plus de 300 p. 100 en 1976 et environ 220 p. 100 en fin 1980) et ne s'est pas encore stabilisée comme cela s'est produit dès le début de l'année 1977 dans le cas de la tourbe peu épaisse reposant sur de l'argile de l'essai BA.CI.ABY 224 (130-140 p. 100) ou dans celui de la tourbe anciennement mise en culture du BA.CI.ABY 203 (170-190 p. 100). La tourbe peu profonde sur argile présente donc les teneurs les plus faibles en eau, ce qui laisse présumer un déficit hydrique plus ou moins latent. Cela aurait pour effet de faire baisser le rapport $N-NO_3 / N-NH_4 + N-NO_3$ en inhibant partiellement le processus de nitrification.

RESULTATS AGRONOMIQUES

Il est apparu illusoire, pour plusieurs raisons, de vouloir effectuer une comparaison exhaustive de l'ensemble des caractères agronomiques observés dans ces trois essais. Parmi ces raisons figurent une certaine déficience dans l'homogénéité des caractères retenus pour chacun de ces essais, ainsi que l'intervention en cours d'expérimentation de modifications de quelques conventions d'observation.

C'est pourquoi nous nous sommes limités à deux critères essentiels : la précocité et le rendement.

Concernant la précocité, le seul caractère pouvant, dans notre étude, se prêter à des comparaisons rigoureuses, correspond à l'intervalle entre deux floraisons ($I F_n F_{n+1}$ en jours). Le tableau 3 regroupe l'ensemble de ces données ; il suffira de se reporter aux figures 12 et 13 pour situer les dates des floraisons. Les intervalles entre floraisons apparaissent indiscutablement les plus faibles dans les tourbes à fort potentiel de minéralisation (BA.CI.ABY 227), les différences entre traitements n'étant pas significatives. En revanche, dans les tourbes à faible production d'azote minéral (BA.CI.ABY 203), le traitement recevant de l'urée s'avère un peu plus précoce que le traitement témoin, mais n'est pas équivalent aux traitements de l'essai BA.CI.ABY 227 ; ce critère de précocité n'est donc probablement pas placé uniquement sous la dépendance de la nutrition azotée, et, il n'est pas exclu qu'un certain déficit hydrique saisonnier dans les tourbes des essais BA.CI.ABY 203 et 224 soit déterminant dans l'accroissement des intervalles entre floraisons.

Les rendements calculés ponctuels (figure 12) et cumulés (figure 13) ont été déterminés à partir des rendements réels en faisant abstraction des bananiers recépés, tornadés et éradiqués pour mosaïque. Les courbes d'évolution des rendements ponctuels se révèlent bien différentes selon les types de sols tourbeux. Dans l'essai BA.CI.ABY 227, les trois traitements sont indifférenciés ; le rendement de la première coupe est sensiblement moins élevé que celui de la

TABLEAU 3 - Intervalles entre floraisons (jours).

Essai BA.CI.ABY 227

$I F_n F_{n+1}$	traitement 2	traitement 3	traitement 4	Test F.
I F1 F2	214	207	207	NS
I F2 F3	209	209	207	NS
I F3 F4	225	231	224	NS
I F4 F5	213	212	209	NS

Essai BA.CI.ABY 203

Révolution	$I F_n F_{n+1}$	traitement 1	traitement 2	Test F.
I	I F3 F4	220	217	NS
II	I F1 F2	245	237	NS
	I F2 F3	264	245	NS

Essai BA.CI.ABY 224

$I F_n F_{n+1}$	traitement 1
I F1 F2	245
I F2 F3	266
I F3 F4	-

TABLEAU 4 - Rendements calculés ponctuels (t/ha)

Essai BA.CI.ABY 227

Numéros coupes	traitement 2	traitement 3	traitement 4	Test F
1	49,8	49,3	49,4	NS
2	58,2	60,2	57,1	NS
3	53,5	55,7	56,4	NS
4	53,5	51,5	53,6	NS
5	50,8	51,2	51,6	NS

Essai BA.CI.ABY 203

Révolution	numéros coupe	traitement 1	traitement 2	Test F.
I	3	34,2	37,6	NS
	4	44,5	50,7	*+
II	1	43,5	47,6	*+
	2	41,9	47,0	+
	3	40,3	47,6	*

Essai BA.CI. ABY 224

numéros coupes	traitement 1
1	58,7
2	54,9
3	44,4
4	28,4

TABLEAU 5 - Rendements calculés cumulés (t/ha).

Essai BA.CI.ABY 227

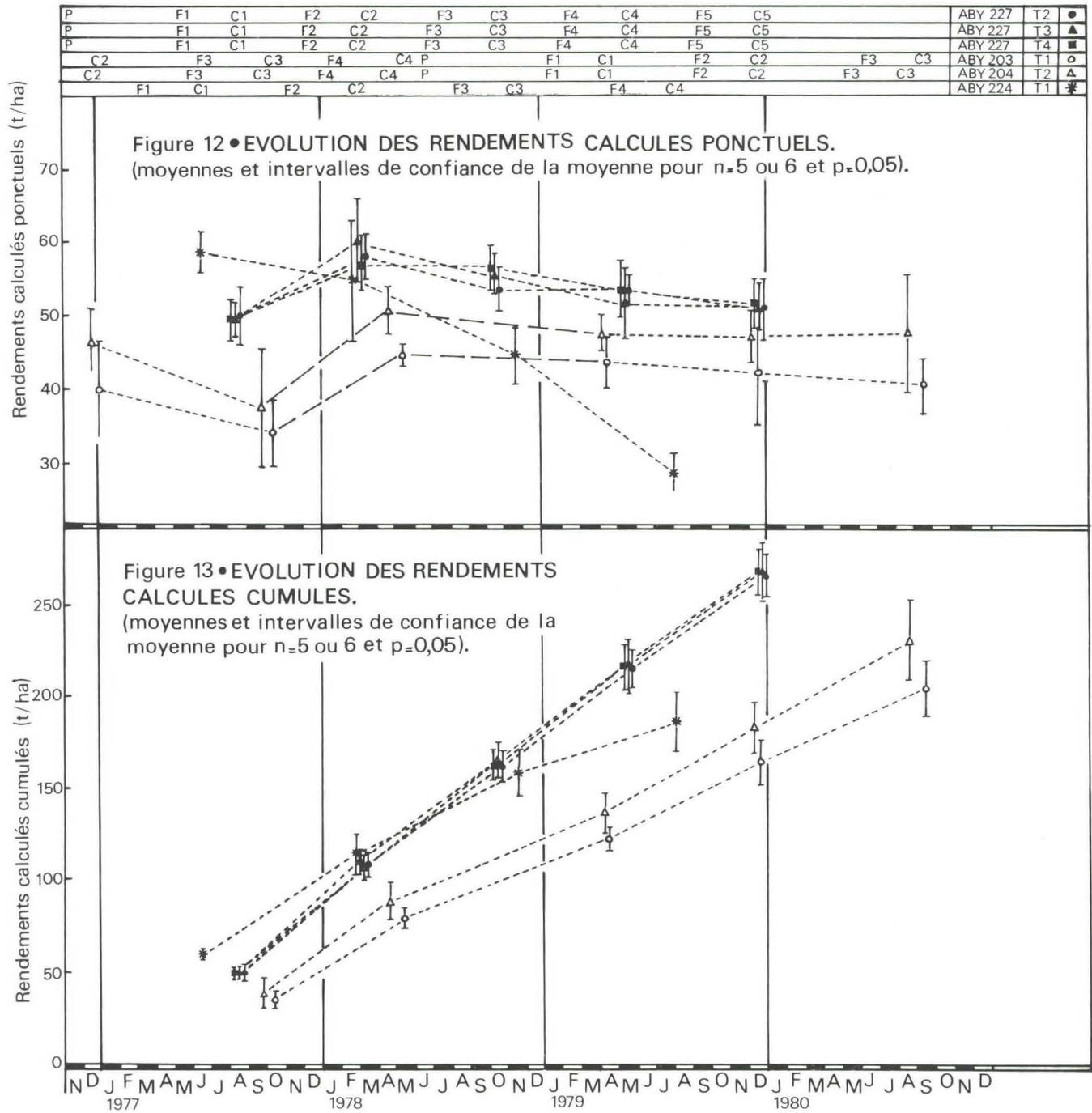
numéros coupes	traitement 2	traitement 3	traitement 4	Test F.
1	49,8	49,3	49,4	NS
1+ 2	108,0	109,6	106,5	NS
1+ 2+ 3	161,5	165,3	162,9	NS
1+ 2+ 3+ 4	215,0	216,8	216,5	NS
1+ 2+ 3+ 4+ 5	265,8	268,0	268,1	NS

Essai BA.CI.ABY 203.

numéros coupes	traitement 1	traitement 2	Test F.
I3	34,2	37,6	NS
I3+ I4	78,7	88,2	*
I3-4+ II 1	122,2	135,8	*
I3-4+ II 1-2	164,1	182,8	*
I3-4+ II 1-2-3	204,4	230,4	*

Essai BA.CI.ABY 224

numéros coupes	traitement 1
1	58,7
1+ 2	113,6
1+ 2+ 3	158,0
1+ 2+ 3+ 4	186,5



deuxième coupe ; les rendements suivants tendent à décroître progressivement.

La première révolution de l'essai BA.CI.ABY 203 a été interrompue brutalement au milieu de la quatrième coupe en raison d'une baisse excessive des rendements, dans le but de réaliser la replantation à une époque favorable. Le rende-

ment de la quatrième coupe est surévalué car il est calculé à partir du poids moyen des premiers régimes récoltés seulement ; ce point a donc une signification très limitée. Globalement, les tourbes à faible potentiel de minéralisation de l'azote organique ne permettent pas l'obtention de rendements aussi élevés que ceux des tourbes à fort potentiel.

L'application d'une fumure azotée tend à réduire l'écart observé entre ces deux types de tourbe, mais non à le supprimer, ce qui, comme pour le critère de précocité, laisse entendre l'intervention supplétive d'autres facteurs que la nutrition azotée.

On observe par ailleurs, dans l'essai BA.CI.ABY 224, une chute spectaculaire des rendements qui doit être mise en relation avec la forte diminution de la capacité hydrique du sol dont l'horizon tourbeux peu épais repose sur un horizon argileux qui n'est pratiquement pas prospecté par les racines du bananier.

Comme il n'existe pas de correspondances strictes entre les dates de coupe de tous ces essais, seules des comparaisons statistiques entre traitements à l'intérieur de chaque essai sont possibles (tableau 4). Les rendements apparaissent supérieurs, de façon significative, dans le traitement recevant 160 g N/an/pied par rapport au traitement témoin, uniquement dans les tourbes à faible potentiel de minéralisation (BA.CI.ABY 203). Cela signifie que les quantités d'azote minéral produites par les tourbes à potentiel de minéralisation élevé sont telles que le bananier ne peut pas répondre à une fumure azotée.

Pour comparer valablement les rendements cumulés entre essais et donc entre types de sols tourbeux, il est nécessaire de ne considérer que la «production annuelle stabilisée» qui est calculée à partir de la pente des courbes dès qu'elles tendent à se linéariser. Leur origine correspond donc à la première ou à la deuxième coupe et non à la plantation ou replantation. Cet artifice permet d'éliminer la perturbation provoquée par la replantation en 1978 de l'essai BA.CI.ABY 203 et d'éventuels premiers cycles déficients. Dans le tableau ci-dessous ne figure pas l'essai BA.CI.ABY 224 car sa production ne s'est jamais stabilisée et a toujours décliné.

essais	traitements	productions annuelles stabilisées	
		valeurs absolues t/ha/an	valeurs indiciaires
BA.CI.ABY 227	T 2	88	100
	T 3		
	T 4		
BA.CI.ABY 203	T 1	58	66
	T 2	69	78

Les productions annuelles stabilisées sont la résultante moyenne de deux critères : la durée des intervalles entre floraisons et les rendements ponctuels. Pour chacun d'eux, des différences s'étaient révélées entre deux types de sols

tourbeux ; en se cumulant, ils permettent de conforter les observations précédentes. Une fertilisation azotée (160 g N/an/pied) n'a d'effets sur la production annuelle que si la tourbe est caractérisée par un faible potentiel de minéralisation de l'azote organique (accroissement de 19 p. 100 par rapport au témoin). Dans les tourbes à fort potentiel de minéralisation, l'application d'une fumure azotée s'avère inutile. Il faut noter aussi que l'application d'une fumure azotée pourtant importante (160 g N/an/pied) n'est pas suffisante pour que les rendements de l'essai BA.CI.ABY 203 soient équivalents à ceux de l'essai BA.CI.ABY 227 (- 22 p. 100). Comme nous l'avons déjà fait remarquer, d'autres facteurs que la nutrition azotée doivent aussi intervenir, notamment l'alimentation hydrique.

CONCLUSION

Le suivi mensuel pédologique de quelques sols tourbeux tropicaux sous bananeraie a très nettement mis en évidence l'évolution saisonnière de l'azote minéral du sol. Le facteur intervenant de façon prépondérante correspond à la pluviométrie qui induit un processus de lixiviation dès qu'elle atteint la valeur mensuelle de 150 mm. Cette étude a aussi révélé des potentialités de minéralisation de l'azote organique très différentes selon les types de sols tourbeux. Ces variations dans l'activité minéralisatrice des sols conditionnent les réponses à la fumure azotée des bananiers aux points de vue précocité et rendement.

Sur le plan pratique, les tourbes à forte minéralisation ne semblent nécessiter aucun appoint en engrais pour assurer correctement la nutrition azotée des bananiers. Par contre, dans les autres types de tourbes, dont l'activité minéralisatrice est nettement plus réduite, les bananiers requièrent

une fertilisation azotée, plus particulièrement en petite saison sèche (juillet-août-septembre). Mais la recherche d'un seuil de déficience en azote s'avère indispensable à une définition plus précise des périodes critiques. C'est dans cette voie que devront s'engager les travaux à venir.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BREMNER (J.M.). 1965.
Inorganic forms of nitrogen :
in : Methods of soil analysis - Part. 2 - Chemical and microbiologi-

cal properties.
C.A. BLACK ed., Amer. Soc. Agronomy, Inc. : Publisher Madison,
Wisconsin, USA p. 1179-1237.

- DOMMERGUES (Y.) et MANGENOT (F.). 1970.
Cycle de l'azote.
in : *Ecologie microbienne du sol*.
Ed. Masson, p. 155-232.
- FALLAVIER (P.). 1975.
Mise au point du dosage de l'azote ammoniacal par colorimétrie automatique.
Document DGRST n° 727067 : «Evolution de l'azote des engrais dans les sols cultivés. Utilisation de l'azote 15». Annexe 1.
p. 99-127.
- GODEFROY (J.). 1977 a.
Analyses physiques et chimiques des sols tourbeux.
Fruits, 32 (11) p. 647-664.
- GODEFROY (J.). 1977 b.
Précision des analyses pédologiques.
Fruits, 32 (1) p. 9-14.
- GODEFROY (J.), LASSOUDIÈRE (A.), LOSSOIS (P.) et PENEL (J.P.). 1978.
Action du chaulage sur les caractéristiques physico-chimiques et la productivité d'un sol tourbeux en culture bananière.
Fruits, 33 (2), p. 77-90.
- LASSOUDIÈRE (A.). 1973.
La culture bananière sur sols hydromorphes dans la zone du Niéky (Agnéby) en Côte d'Ivoire.
Fruits, 28 (2) p. 85-102 ; 28 (3) p. 171-187.
- LASSOUDIÈRE (A.) et MARTIN (Ph.). 1974.
Problèmes de drainage en sols organiques de bananeraie (Agnéby, Côte d'Ivoire).
Fruits, 29 (4), p. 255-266.
- VIAUX (Ph.) et LESIRE (C.). 1981.
Conservation des échantillons de sol en vue d'un dosage de l'azote minéral.
Colloque Humus-Azote, 7 au 10 juillet 1981 - Reims (France),
p. 161-165.
- USDA, Soil Survey Staff - 1975.
Soil taxonomy (Soil conservation Service - Agriculture Handbook n° 436, Washington D.C.), 754 p.

