

(COMMUNICATION SUR LA) FERTILISATION MINERALE DU MAIS

III - Pratique de la fumure du maïs

par

A. LOUE

Ingénieur Agronome
 Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.
 En service détaché aux Services Agronomiques
 de la Société Commerciale
 des Potasses d'Alsace

GENERALITES

La littérature est très copieuse sur ce sujet, mais en ce qui concerne les pays tropicaux d'Afrique les informations sont très restreintes (1).

La fertilisation du maïs ne semble revêtir une grande importance pratique qu'en Afrique du Sud et en Rhodésie, sur les fermes européennes. Très peu d'informations sur ce sujet sont disponibles en culture africaine pour les pays maïsicoles de quelque importance de la zone tropicale (Nigéria, Angola, Kenya, Ghana, Côte d'Ivoire).

Cette culture voit son aire géographique s'accroître et sa place est actuellement très importante en France (en 1966, 950.000 ha avec un rendement moyen de 42 q/ha, un des tout meilleurs rendements mondiaux). Ce succès résulte, en partie, des progrès incontestables accomplis depuis 15 ans en matière de fertilisation. Aussi choisirons nous l'exemple français pour traiter ce sujet, envisageant ensuite ce qui se fait en Afrique du Sud et Rhodésie.

LA FUMURE DU MAIS EN FRANCE

Il est assez remarquable de constater que les régions où le rendement moyen est le plus élevé sont celles où la culture du maïs est d'introduction récente. Ce sont en effet des régions de culture intensive où les agriculteurs sont familiarisés avec les fortes fumures (ex : Eure et Loir).

La connaissance de la physiologie du maïs montre que ses besoins en éléments N, P, K sont surtout sensibles à certaines périodes du cycle végétatif : au cours des premiers stades de la croissance et au moment de l'épiaison.

Aussi la fumure du maïs est-elle assez élaborée et comporte-t-elle les aspects suivants du point de vue chronologique :

a.- Fumure de fond au labour : on enterre alors le fumiers de ferme, s'il y a lieu, et la fumure phosphopotassique adaptée au type de sol.

O. R. S. T. O. M.

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 22430

Cote : B

20 NOV. 1968

b.- Fumure épandue avant le semis et qui apporte soit la quantité d'azote nécessaire en fumure de base et un complément éventuel d'acide phosphorique et de potasse sous forme rapidement assimilable, soit la totalité de P₂O₅ et de K₂O si la fumure phosphopotassique de fond n'a pas été pratiquée.

c.- La localisation en semis d'un engrais starter (150 à 250 kg d'un binaire NP ou mieux d'un ternaire NPK)

d.- Apport complémentaire d'azote au binage, ou dans certaines régions sèches, en profondeur dans l'interligne, avant la formation de l'épi.

Nous allons envisager ces aspects, en considérant la fumure de base et ensuite la localisation.

LA FUMURE DE BASE

Fumure azotée

Il y a lieu d'envisager successivement la dose globale d'azote, les modalités d'apport (nature des engrais azotés, fractionnement, enfouissement, etc).

Les doses d'azote

Elles vont pratiquement de 50 à 200 kg N/hectare.

- 40 à 60 unités pour les régions à sécheresse estivale prononcée (avec éventuellement un complément avant la floraison). Dans les zones sèches, sans irrigation, il n'y a pas lieu de dépasser 60 à 70 unités/hectare.
- 80 unités/ha pour les régions normalement arrosées en été ; dose apportée en une seule fois, au semis.
- 100 à 120 unités/ha pour les régions bien arrosées où l'on cultive des hybrides tardifs à bonne densité.
- 120 à 150 unités/ha pour les régions très bien arrosées en été, avec une partie au semis (les 2/3 par exemple) et une partie au binage (le 1/3 par exemple).
- 150 à 200 unités/ha en cultures irriguées, sur les hybrides tardifs à très tardifs.

Dates d'application (fractionnement)

L'AGPM (Association Générale des Planteurs de Maïs) a étudié au cours des années 1963, 1964, 1965 les problèmes suivants de fumure azotée (1963 été très humide, 1964 été très sec, 1965 été moyennement humide).

- Epannage en plein de l'azote : labour-semis

Les essais ont comparé pour une forme identique et une même dose deux techniques d'épannage en plein (au semis du maïs et avant labour).

q/ ha grains secs.	Nombres d'essais	Epannage en plein		Témoin
		Labour	Semis	
1963	12	77,5	78,0	62,1
1964	11	57,9	58,5	50,1
1965	17	69,8	70,5	60,4
Moyennes	-	68,4	69,0	57,5

Quelle que soit l'année, il n'y a jamais eu de différence de rendement entre les deux modes d'apport.

• Fractionnement de l'azote

Le fractionnement de l'azote semis-binage était pratique courante jusqu'à ces dernières années. Les essais ont comparé le fractionnement labour-semis au fractionnement semis-binage (en y incluant aussi la comparaison précédente de l'épandage en plein, labour ou semis).

q/ha grains secs	Nombres d'essais	Azote en plein		mi labour mi semis	mi semis mi binage	Témoin sans azote
		Labour	Semis			
1963	12	77,5	78,0	77,2	79,6	62,1
1964	11	57,9	58,5	57,6	59,3	50,1
1965	3	71,0	69,8	67,8	65,8	60,9
Moyennes		68,8	68,3	67,5	68,2	57,7

Le fractionnement de l'azote n'a donc rien apporté. Il ne présente pas une supériorité établie pour toutes les conditions de sols et de climats. La tendance est d'apporter l'azote en une seule fois au moment du semis :

- 60 unités en zones sèches où les rendements ne peuvent guère dépasser 40 à 50 q/ha.
- 100 unités ou plus, dans les autres situations.

La fertilisation azotée du maïs sous climat temporairement sec

L'enfouissement éventuel d'un supplément d'azote sous forme d'urée est un procédé mis au point dans certaines régions sèches (Toulouse) par l'Office de l'Azote (ONIA) pour obvier au manque d'efficacité des engrais azotés dans de telles conditions (5).

La sécheresse relative du climat exerce en effet une forte influence sur le mouvement des nitrates dans le sol. Ces derniers remontent vers la surface au moment où les racines du maïs s'enfoncent dans le sol à la recherche de l'humidité.

De nombreux essais ont été réalisés dans les conditions de la pratique depuis 1955, avec des appareils enfouisseurs (engrais azoté «perlurée» enfoui à 15 cm de profondeur, quatre semaines avant la floraison, au milieu des interlignes.

L'A.G.P.M. a réalisé de tels essais de son côté en localisant au binage. En 1964, année très sèche, l'azote a marqué positivement dans les essais pour les traitements à localisation en profondeur. Ainsi sur 8 essais :

azote au semis	= 46,5 q/ha
azote localisé au binage	= 55,6 q/ha
témoin sans azote	= 37,5 q/ha

En 1965, année assez humide, il n'y a pas d'effet.

azote au semis	= 71,0 q/ha
azote localisé au semis	= 71,6 q/ha
azote localisé au binage	= 70,1 q/ha
témoin sans azote	= 60,2 q/ha

• Doses d'azote et densités de peuplement

Des essais ont été conduits par l'A.G.P.M. en culture irriguée sur la variété INRA 258, à deux densités (58.000 et 71.000 plantes/hectare). Les moyennes des résultats obtenus en 1965 sur 5 essais furent les suivants (q/ha grains secs).

	0	60	120	180	Moyennes
d1	68,0	76,3	77,2	78,8	75,1
d2	67,1	79,7	84,6	84,5	79,0
Moyennes	67,5	78,0	80,9	81,6	

	Densités	Doses	Interaction
ppds 0,05	1,8	2,6	3,7
ppds 0,01	3,4	4,8	6,7

Pour la plus faible densité, le rendement proche du maximum est obtenu avec N60 alors que pour la densité plus forte, il est obtenu avec N120. Pour les témoins N0, les deux densités donnent des rendements équivalents, mais il y a interaction positive ; la forte densité valorise mieux la forte dose d'azote.

- La nature des engrais

En ce qui concerne les engrais simples on emploie en général les ammonitrates ou l'urée sans que l'on puisse, en conditions normales, conférer une supériorité à l'une des formes.

Fumure phosphatée

Dans le Sud-Ouest de la France, la pratique adoptée se base plus sur la pauvreté assez générale des sols en acide phosphorique que sur des besoins réels du maïs, qui ne sont pas considérables (0.9 à 1.2 kg de P2O5 par quintal de grain). Le problème P2O5 maïs est double : élever le niveau de fertilité des sols vis à vis de P2O5 et aussi fournir une forme rapidement assimilable par le maïs, au départ de la végétation.

Les doses de P2O5 appliquées sont très variables. On a tendance à mettre dans les premières années de maïs des quantités très importantes d'acide phosphorique (150 à 200 unités P2O5). Par la suite ces doses sont diminuées (100, 120 unités).

La fumure phosphatée est en général appliquée au premier labour ou disquage profond, suivant l'hiver.

Les diverses formes d'engrais phosphatés sont utilisées en tenant compte des types de sols.

Il est bon d'apporter une partie de la fumure phosphatée sous forme plus vite assimilable, soit sous forme de superphosphate avant le semis (30 unités P2O5) soit sous forme d'engrais localisé, avec en général addition d'insecticide.

Mais il est également possible de mettre à l'automne des scories potassiques et d'ajouter au moment du semis, avec la fumure azotée, une dose complémentaire de P2O5 sous forme de superphosphate et une dose de K2O du chlorure.

Fumure potassique

Le problème principal est celui de la dose. En effet, l'apport de doses plus ou moins importantes de K2O enfouies par un labour plus ou moins tôt avant la plantation, constitue la fumure potassique classique.

Aux Etats-Unis, on applique parfois également la potasse en ligne pendant la croissance du maïs.

Washko appliquant C1K à des époques variées (40, 59 et 73 jours après la plantation) a trouvé que l'efficacité la plus grande était celle de la première date, mais qu'il y aurait aussi une réponse à 73 jours (6).

Quant à la forme des engrais potassiques, c'est un problème secondaire sur maïs.

Les formes d'engrais potassiques, chlorure, sulfate, se sont révélées équivalentes comme sources de K2O sur maïs dans les essais complexes des Potasses d'Alsace. Le problème de l'ion Cl ne se pose qu'en cas de localisation de K Cl à des doses importantes (ce qui n'intervient pas dans la pratique). Dans ce dernier cas, la croissance du maïs ne serait ralentie que pour des doses de 50 kg Cl à l'hectare. Les faibles doses de chlore, généralement apportées avec K Cl dans ces conditions, sont plutôt bénéfiques. Si, dans certains cas, la forme sulfate peut présenter une légère supériorité pour la croissance, il semble peu probable, dans le cas du maïs, qu'il s'agisse d'une influence du soufre, car les exigences du maïs en cet élément sont faibles, de l'ordre de 12 à 15 kg/ha.

La dose de potasse

Elle dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont :

- teneur du sol en K échangeable, - capacité totale d'échange du sol, - pluviométrie de mai à août, - fumure organique éventuelle, - variétés cultivées, - densité, - antécédents culturaux, etc... Les sols ayant moins de 0.10 % K2O échangeable (environ 0.22 meq K %) sont considérés comme devant présenter une forte probabilité de réponse aux engrais potassiques. Pour les sols moins pauvres en potasse, on prend en considération outre la teneur en potassium échangeable, la capacité d'échange et le taux de saturation en K (2 - 3):

1.- En l'absence de fumure organique, les essais indiquent généralement une supériorité des fortes doses (150

et 160 kg K₂O) par rapport aux doses moyennes (100 kg) et faibles (75, 80 kg). Les différences de rendements entre les doses de 150 et 120 kg K₂O sont assez faibles mais généralement rentables (de l'ordre de 3 q/ha). Les très fortes doses ont été peu étudiées. Dans l'optique d'une culture irriguée visant un rendement de 85 à 90 q, il serait normal d'envisager un apport de 160 à 200 kg K₂O.

Dans les conditions très favorables de la région de Pau, les résultats suivants ont été obtenus dans le cadre d'un assolement maïs (4 ans) prairie temporaire (4 ans):

Grains q/ha	1963	1964	1965	1966
K50	35,1 (KO)	62,0	52,7	53,4
K100	75,9	72,5	71,1	81,1
K150	81,3	71,2	76,2	86,5
K200	81,4	78,0	84,2	90,6
K250	85,1	73,5	88,3	92,6
ppds 0,05		5,1	2,7	2,2
ppds 0,01		7,1	3,7	3,0

Le plus souvent, si la forte dose de 150 kg K₂O est bénéfique, elle réalise un certain enrichissement du sol. Par contre la dose de 100 kg semble bien une dose d'équilibre du bilan de la potasse.

- 2.- En culture successive sans fumier, l'optimum serait de 140 kg K₂O dans l'optique du maintien du rendement vers 65, 70 q, en l'absence d'aléas d'ordre pluviométrique (ou dans le cas de leur neutralisation par irrigation).
- 3.- Lorsqu'il y a apport de 25 à 30 tonnes de fumier sur maïs, la dose forte est inutile, la dose faible de 80 kg conduisant à un rendement assez proche du rendement maximum. Dans ce cas un apport de 100 kg K₂O semble justifié.

LA LOCALISATION D'UN ENGRAIS A LA PLANTATION

Position du problème; cas des pays à faible fertilisation

Il y a lieu de préciser le sens général à donner à la localisation. Celle-ci a pour but de mettre à la disposition de jeunes plantes des éléments nutritifs en plus grande concentration que par la fumure classique. Le principe est donc simple : il vise à obtenir l'utilisation la plus élevée possible des engrais par la plante ; les doses sont faibles, rapportées à la surface totale, mais élevées si rapportées à la surface de contact avec les racines.

Cette technique intéresse donc particulièrement les cultures à croissance rapide qui occupent le sol pendant un temps assez court. Le maïs est le type de plante recevant un engrais starter.

La technique de la localisation est susceptible de retenir l'attention dans les pays tropicaux d'Afrique. En effet, elle semble indiquée dans les pays où la fertilisation se développe lentement pour les deux raisons principales suivantes :

- 1.- Faible rentabilité. zone de petits rendements, de petits revenus.
- 2.- Bas niveau des connaissances en matière d'engrais.

En effet, dans de telles conditions : 1) la rentabilité de cet engrais localisé risque d'être plus élevée du fait de sa plus forte utilisation supposée.

2) Les effets se constatant parfois de visu par la meilleure croissance des cultures, les agriculteurs seront impressionnés, et viendront peu à peu à la fertilisation au sens général.

Il y a également un argument d'ordre agronomique qui a sa valeur dans les pays à faible fertilisation. L'élévation des rendements y butte contre des facteurs limitants qui sont généralement, dans l'ordre : le déficit d'acide phosphorique assimilable, la difficulté d'assurer une nutrition azotée correcte dans des sols pauvres en humus, la déficience en potasse échangeable. Les sols sont très loin de l'état d'entretien au point de vue réserves en éléments fertilisants, et il vient à l'idée que la localisation par ex. de P2O5 permet d'éluider en partie la difficulté agronomique et économique considérable qui consisterait à enrichir la totalité de la surface.

Ce dernier aspect, économie sur les engrais, est très valable en pays en voie de développement, surtout lorsque la fourchette prix des engrais prix du quintal de maïs leur est défavorable.

La localisation, considérée comme seule fertilisation pratiquée, ne peut convenir que dans de telles conditions. Il arrive cependant, dans des pays à maïsiculture intensive, que certains agriculteurs estiment que la localisation d'un engrais ou semis de maïs peut suffire à elle seule à assurer le maximum possible de rendement, en forçant la dose d'engrais localisé. Cette attitude va en réalité à l'encontre du véritable rôle de la localisation de l'engrais starter.

- L'engrais starter n'est qu'un complément à la fumure de base, dont le rôle est au contraire, de mettre les plantes en meilleur état de réceptivité à cette fumure grâce à un système racinaire plus développé, une surface foliaire plus grande.

- C'est aussi une assurance contre certains risques climatiques :

- a.- Les maïs, plus développés supporteront mieux une phase de sécheresse.
- b.- Le départ pourra être meilleur ; en sol gorgé d'eau, la levée sera facilitée.

La localisation dans la fumure du maïs

- Aux Etats-Unis

Le placement de quantités relativement faibles d'engrais dans des bandes, près de la graine, à la plantation, a été étudié surtout aux Etats-Unis. On y recommande l'application de 120 à 225 kg/ha de mélanges assez faibles en azote, tels que 3 - 12 - 12 et 3 - 18 - 9, dans des bandes près de la graine (à environ 3 à 5 cm de côté et 3 à 5 cm en dessous de la graine). En 1949, la formule 2 - 12 - 6 était la plus populaire pour la localisation sur le maïs. Puis, en 1957, les formules les plus importantes sont devenues 4-16-16 et 5-20-20. L'augmentation de la richesse des formules s'est opérée conjointement avec de meilleures méthodes de placement. La localisation est effectuée maintenant en une seule bande à 5 cm sur le côté et 5 cm en dessous de la ligne où sont disposées les graines (4).

Bien qu'on recommande aux Etats-Unis de forcer sur la quantité d'éléments fertilisants appliqués en localisation dans la plupart des cas ou conseille de ne pas dépasser un apport de 50 kg/ha pour le total N + K2O. C'est un principe de sécurité au cas où des conditions de sécheresse surviendraient dans les semaines suivant le semis.

D'après l'Université de Purdue, si l'on apporte assez de potasse lors des labours précédant le semis, il ne serait pas nécessaire d'inclure la potasse dans l'engrais localisé. Mais quand des quantités moyennes de potasse sont utilisées avant le semis, il est utile d'inclure la potasse en localisation avec les autres éléments fertilisants. La faible quantité de potasse ainsi apportée a d'ailleurs une efficacité sur le rendement, plus grande que si on l'avait incluse dans la fumure de base.

- En France

La localisation a connu une grande vogue il y a une dizaine d'années dans le Sud-Ouest de la France. Le problème présente de moins en moins d'actualité avec l'élévation des fumures de base (on est passé par 60 - 80 - 80 puis on a recommandé 100 - 100 - 100 ou 100 - 120 - 120 ou même 120 - 120 - 120).

L'engrais starter appliqué est souvent un binaire NP (ex : phosphate d'ammoniaque, binaire 4-15-0) mais une tendance se fait jour à l'emploi de formules NPK.

Ordinairement, l'engrais est appliqué avec un dispositif monté sur le semoir à 4 à 5 cm sur le côté et 4 à 5 cm au-dessous de la graine. L'engrais se trouve donc dans la zone des jeunes racines et la croissance des jeunes plantules peut s'en trouver accrue. On admet qu'à dose identique, le maïs tire meilleur profit de l'engrais localisé que de l'engrais épandu à la volée.

Pour la première période du développement du maïs, la place des engrais a donc une grande importance. La localisation de l'engrais, pour être efficace, doit évidemment concerner les jeunes racines. Si l'engrais doit être placé le plus près possible de la graine, il ne doit cependant pas risquer de nuire à la germination. Une diminution de germination peut résulter d'un contact trop direct de l'engrais avec la graine.

Cette toxicité est due à l'effet de salinité. C'est pourquoi il faut mettre en garde contre l'élévation de la dose localisée pour supprimer la fumure de base. L'engrais localisé fut aussi incriminé dans un passé récent dans des cas de troubles qui furent dénommés intoxication ammoniacale.

D'ailleurs pour les périodes ultérieures du développement, l'acide phosphorique et la potasse ne peuvent qu'être puisés dans les engrais enfouis par le labour. Aussi bien pour l'acide phosphorique que pour la potasse, la quantité localisée est toujours faible vis à vis des quantités nécessaires à la fumure de la plante (25 % pour P₂O₅ et 10 à 15 % pour K₂O).

Les effets à attendre de la localisation sont les suivants :

- un meilleur contrôle des mauvaises herbes du fait que le maïs plus développé se défend mieux contre les herbes.
- le système racinaire des jeunes plantes est plus développé et le maïs est plus apte à bénéficier des engrais apportés avant labour.
- le stade des « soies » peut être avancé de 2 à 10 jours et par suite la durée de maturation des épis se trouve abrégée d'autant.

En conclusion, si la fumure localisée starter peut dans certaines conditions apporter un supplément de récolte, elle ne doit constituer qu'un complément à une bonne fumure de base. Mais, comme il a été dit plus haut, en cas de fumure globale très modeste, il devrait être préférable de la localiser entièrement.

LA FUMURE DU MAIS EN RHODESIE DU SUD

En 1964, la Rhodésie du Sud a consommé 179.000 tonnes d'engrais (116.000 t. sous forme d'engrais complets et 63.000 t. sous forme d'engrais simples). Ces engrais allaient aux cultures suivantes : (maïs 42 % tabac 43 %, divers 15 %). C'est dire l'importance prise par la fertilisation du maïs au sein de la fertilisation globale.

Les engrais composés représentaient environ 65 % des tonnages en engrais, les engrais simples étant surtout représentés par l'azote (appliqué principalement en top dressing sur maïs).

Plus de 99 % des engrais sont consommés par les fermiers européens.

En 1963, les surfaces en maïs, sur les fermes européennes, étaient d'environ 146.000 hectares dont 124.000 en hybrides (Représentant 88 % des surfaces et 92 % de la récolte soit 3,7 millions de quintaux sur environ 4 millions).

Le tableau ci-dessous indique les consommations d'engrais, en kg/ha suivant les grandes divisions régionales.

LE MAIS SUR LES FERMES EUROPEENNES EN 1963

Régions (Zones de conservation des sols)	Surfaces totales en maïs (hybrides - autres variétés)	Engrais appliqués sur maïs (t)	Kg engrais hectare	Rendements en q/ha	
				hybrides	autres maïs
Matabeleland	10.100	2.211	218	19,2	14,3
Midlands	52.104	17.042	327	28,0	12,2
Mashonaland West	27.072	12.847	475	32,6	24,0
Mashonaland East	44.768	24.127	539	32,6	24,0
Eastern Region	12.340	4.901	397	22,4	13,4
Total Rhodésie du Sud	146.384	61.128	417	29,7	15,9

Les régions qui consomment le plus d'engrais, environ 500 kg/ha obtiennent les meilleurs rendements moyens (33 q/ha avec les hybrides).

En 1963, les principales formules NPK d'engrais maïs étaient les suivantes :

	N	P2O5	K2O	
formule D	8	16	8	représentant 17,2 % des engrais composés
formule M	9	12	9	" 8 % " " "
formule P	10	20	0	" 4 % " " "

Les formules D et M sont appelées « général mixtures »; l'azote y est sous forme ammoniacale et K2O sous forme de chlorure.

Une nouvelle formule NPK maïs, dénommée R de formule 9 - 12 - 15 a été lancée en 1965, dont la dose d'emploi conseillée est de 400 à 500 kg/ha.

Dans l'ensemble les fermiers apportent les quantités suivantes (en livres par acre) : 100 livres N, 40 livres P2O5, 40 livres K2O (soit environ 110 - 44 - 44 en kg/ha) en employant un engrais complet à bas dosage en azote et en complétant avec le CAN (calcium ammonium nitrate).

Sur une ferme comportant 440 acres de maïs, la fumure était de 500 livres 9 - 12 - 9 à la plantation puis 500 livres de CAN en top dressing pour un peuplement de 22.000 plantes/acre soit une fumure de 145 - 60 - 45 livres. Dans le cas d'un peuplement de 18.000 plantes par acre la fumure est ramenée à 400 livres de 9 - 12 - 9 et 400 livres de CAN. (Le CAN dose 20,5 % N mi nitrique, mi ammoniacal). Les fumures pratiquées sont donc caractérisées par de hauts niveaux en azote (de l'ordre de 100 à 120 kg/ha N) et de bas niveaux en P2O5 et K2O. Le besoin moyen en P2O5 a été estimé à 40 livres/acre (45 kg/ha) et celui en K2O à 30 livres par acre (33 kg/ha) d'où l'équilibre 8 - 12 - 9. Puis avec les progrès de la culture et l'élévation des rendements, on est passé à un équilibre P2O5/K2O 1/1 et l'évolution est dans le sens de l'élévation des apports K2O qui passent à 60 livres/acre. (La fumure devenant 100 - 40 - 60 en livres par acre N, P2O5, K2O). La nouvelle formule 9 - 12 - 15 exprime cette évolution.

Les fermiers africains n'utilisent pratiquement pas d'engrais. L'institution des « native purchase farmers » (disposant d'un certain capital et ayant une formation agricole) devrait amener des progrès en ce domaine. Un diplôme de « master farmer » est délivré aux meilleurs « purchase farmers ». La possibilité de réaliser des labours assez profonds semble être la première condition de l'efficacité des engrais en culture africaine. Ceci est très visible chez les fermiers dont une partie des champs de maïs est labourée par le fermier européen voisin et l'autre par leurs propres soins à la traction animale.

Signalons qu'en théorie, pour l'achat des engrais, l'African Development Company (organisme gouvernemental) avance l'argent aux Africains à 8 % d'intérêt, pour 12 mois. D'autre part, le Ministère de l'Agriculture avance jusqu'à 50 livres à 7 %. Le cultivateur africain ne paie donc rien en prenant les engrais. Cependant les rendements moyens en maïs obtenus par les « purchase farmers » sont de 50 % inférieurs à ceux des fermiers européens et en dehors des « native purchase areas » le rendement est encore plus bas et l'utilisation des engrais hors de question.

LA FUMURE DU MAIS EN AFRIQUE DU SUD

La culture du maïs est la plus importante culture d'Afrique du Sud. C'est elle qui contribue le plus à la consommation des engrais, malgré son caractère très extensif.

Les surfaces consacrées au maïs sont en effet très importantes, de l'ordre de 4 millions d'hectares et la production est d'environ 60 millions de quintaux alors qu'elle n'était que de 27 millions de quintaux en 1950.

La culture est aux mains de grands fermiers (25 % des fermiers produisent 90 % du total). Mais les rendements sont encore très modestes de l'ordre de 15 q/ha (7 q/ha en 1950). Sur les 34.000 fermiers, on estime que la moitié, correspondant aux plus grandes exploitations obtiennent des rendements moyens de 18 q, tandis que l'autre moitié obtient de très faibles rendements de 6 q.

Certains grands fermiers ont des rendements de 40 à 42 q/ha sur de grandes surfaces avec des coûts de production d'environ 530 F/ha. Même avec un prix de vente de 20 F/q, le bénéfice demeure de 270 F/ha.

Bien que des progrès importants soient enregistrés chaque année, la fumure minérale n'est pas encore une pratique très répandue et lorsqu'elle est pratiquée, elle se caractérise par une forte dominante azotée.

Examinons les systèmes de fumure adoptés sur trois fermes typiques de diverses régions :

- Région de Bapsfontein

La ferme cultive 650 ha de maïs, en culture continue depuis seize ans. Le peuplement va de 28.000 à 32.000 plantes/ha. Les tiges sont parfois enfouies et le plus souvent brûlées.

La fumure comporte l'apport, juste avant semis, de 570 livres/morgen de l'engrais 2 - 3 - 4 (dont le total des éléments est 19 % soit 4,2 N 6,3 P 8,5 K) correspondant à environ 16,8 kg/ha N, 57,5 kg/ha P2O5 41 kg/ha K2O. D'autre part, lorsque le maïs a la hauteur du genou, on ajoute 50 kg/ha N sous forme d'urée. La fertilisation globale en kg/ha N, P2O5, K2O est donc 67 - 58 - 41.

- Région de Viljoenskroon

La ferme cultive plus de 5.000 ha de maïs; la densité est d'environ 21.000 plantes/hectare (en raison des grands interlignes de 2,10 m nécessités par l'entretien mécanisé).

La fumure apporte 300 kg/ha d'un engrais (5 N - 14 P2O5 - 4,7 K2O) soit environ 15 kg/ha N; la fertilisation globale étant d'environ 60 - 42 - 14.

Le coût de production est ici de 360 F/ha avec 140 F/ha pour le poste engrais. On estime très payant un rendement de 30 q/ha qui laisse un bénéfice de 300 F/ha (le prix de vente du maïs étant de 22 F/quintal).

- Région de Mahem

Pour un peuplement de 30.000 plantes/ha on apporte environ 400 kg de l'engrais 2 - 3 - 2 (4,6 % N - 6,8 % P - 4,6 % K) correspondant à environ 18,4 kg/ha N - 62,4 kg/ha P2O5 - 22 kg/ha K2O; mais généralement on apporte 200 kg/ha de 2 - 3 - 2 soit environ 9 - 31 - 11. Le complément d'azote correspond ici à 40 kg/ha N sous forme de sulfate d'ammoniaque et la fertilisation ressort à 50 - 31 - 11.

Les rendements considérés comme de bonne rentabilité (30 q/ha) exportent en fait, en cas de restitution des tiges environ : 45 à 50 kg/ha N, 20 à 25 kg P2O5 et 20 kg K2O, quantités assez voisines des apports généralement réalisés (55 - 35 - 15).

Les faibles doses de potasse appliquées résultent en partie du fait que la fumure P K est du genre engrais starter (en l'absence de fumure de base).

Au Natal, à la suite d'essais factoriels, le professeur Orchard et les agronomes du Collège d'agriculture de Cedara, conseillent un engrais N, P2O5, K2O du type 1 - 1 - 1.

CONCLUSION

L'étude de la fumure du maïs a été faite ici, principalement à partir de l'exemple français qui ne correspond évidemment pas aux conditions de cultures faisant l'objet principal de ce colloque.

On peut cependant admettre que, compte tenu de la rapidité des progrès en maïsiculture, il peut y avoir intérêt à savoir ce qui se pratique en pays tempéré. La fumure du maïs présente des traits particuliers qui se retrouveront ailleurs à des degrés variables.

Pourtant il faut dire que la fertilisation en vue de l'obtention d'un rendement de 70 à 80 q/ha ne pose pas les mêmes problèmes que celle en vue de 30 q/ha et on peut penser qu'il n'y a pas de problèmes d'engrais en dessous de 20 q/ha (sinon de corriger des carences).

L'examen des fertilisations de pays très différents doit donc se faire en ayant présentes à l'esprit les conditions de culture et de milieu.

En France, la fumure du maïs est des plus élaborées : le plus souvent la fumure PK vise à assurer les exigences totales de la plante, et non les seules exportations, et à réaliser un certain enrichissement du sol

(surtout vis à vis de P2O5) dont on attend de meilleurs rendements moyens futurs. D'autre part la fumure azotée dépend des possibilités variétales et de la pluviométrie. Les frais de fumure représentent de 150 F/ha pour les exploitations de queue (très petites surfaces en maïs en général) à au moins 400 F/ha pour les exploitations de tête, représentant de 4 à 10 q/ha de grains.

En Rhodésie du Sud, la fumure est encore intensive en raison des niveaux azotés pratiqués, mais vis à vis de PK on cherche à maintenir le sol à son niveau actuel en couvrant les seules exportations par les épis.

En Afrique du Sud, la fumure est calquée sur les exportations par les seuls épis et pour un faible rendement (30 q/ha par exemple) dans le cadre d'une culture encore extensive (grandes surfaces très mécanisées et à faibles peuplements). La fumure est toujours à dominante azotée, les apports PK étant souvent très faibles.

L'importance relative des éléments N, P, K varie avec l'intensification de la fumure. La dominante P caractérise les petits ou très petits rendements. Il s'agit en général d'un problème de correction de carence. Ensuite la fumure devient NP ou NPK à faible K. Dès que le rendement recherché s'élève vers 40 q/ha la fumure est NPK à dominante N, puis enfin à dominante NK, ou à équilibre 1 - 1 - 1. Le schéma de la fertilisation se complique encore si l'on fait intervenir les prix respectifs du maïs et des divers engrais ou mieux des unités N, P2O5, K2O, selon les pays.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - BERGER J. 1962 - Maize production and the manuring of Maize
Centre d'Etude de l'azote Genève
- 2 - LOUE A. 1963 - Fumure potassique et nutrition cationique du maïs
World Crops n° 15 - 373-379
- 3 - LOUE A. 1963 - Contribution à l'étude de la nutrition cationique et plus particulièrement
potassique du Maïs - Fertilité (20) 57 p.
- 4 - NELSON W.L. 1957 - Potash fertilizers and their behaviour
Better Crops n° 2 pp 10-17
- 5 - SOUBIES L., GADET R., LENAIN M. 1956 - Une difficulté particulière à la fertilisation azotée du maïs et le moyen d'y
remédier - Ac. Agric. 42 - 246-250
- 6 - WASHIKO JB. 1945 - Correcting potash deficiency in growing corn Tennessee
Agric. Exper. Sta. 93 - p 4.