



IMPORTANCE DE L'INTERACTION AZOTE \times POTASSIUM DANS L'APPRÉCIATION DE LA RÉPONSE À LA POTASSE

par A. Loué (*)

(Note présentée par M. Drouineau)

SUMMARY

The N \times K interaction and its importance (particularly from 20 years trials on the Aspach Experimental Station and from S.C.P.A. trials out of the Station) in France have been surveyed. The role of N \times K interaction depends on the nature of the crop, on its mean response to N and K and on the studied levels of each element. Explanations have been offered for some N \times K interactions by means of the plant analysis, such as : 1) mineral nutrition of the plant, followed by plant analysis and foliar diagnosis and—2—potassium balance—sheets. When the factor N is led to the best possible level, the K requirements and the responses to K increase.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans une communication antérieure, on a considéré l'effet moyen de la fertilisation potassique en grande culture dans les essais permanents. Les résultats passés en revue correspondaient aux effets principaux K, qu'il s'agisse d'essais K ou factoriels N \times K ou N \times P \times K (c'est-à-dire tous les autres niveaux des autres facteurs, azote en particulier, confondus).

La prise en considération de l'interaction N \times K se révèle indispensable pour mieux mesurer les possibilités de réponses à la fumure potassique.

L'interaction azote \times potassium est la plus importante des interactions avec le potassium et une attention particulière lui sera ici accordée à partir des résultats expérimentaux obtenus depuis 25 ans en France par le Département d'Agronomie de la S.C.P.A.

En ce qui concerne la littérature, on doit à Munson, en 1970, une revue générale du sujet (11).

La méthode consiste ici à présenter la synthèse pour les principales cultures, des résultats pluriannuels de la Station agro-

(*) Département d'Agronomie S.C.P.A. Mulhouse.

Fonds Documentaire

N° : 82/79/00872

Cote : B -

Date : 24 FEVR. 1982

nomique d'Aspach et des résultats du réseau d'essais hors Station (8).

Les essais $N \times K$ de la Station d'Aspach, conçus vers 1955, étaient de type $3 N \times 3 K$ et portaient sur 8 soles consacrées à des rotations sur 8 ans. Ils se situaient en présence d'une fumure phosphatée uniforme et de restitutions organiques uniformes qui apportèrent en moyenne 50 kg K_2O /ha/an. Les résultats obtenus ont donné lieu à d'assez nombreuses publications par Garaudeaux et Chevalier, au cours de leur obtention (3-4).

Ils constituent la plus importante somme de résultats obtenus en un point donné sur ce sujet.

Les essais hors Station étaient de type $2 N \times 3 K$, $3 N \times 3 K$ et surtout $2 N \times 4 K$ et $4 N \times 4 K$ afin de tracer avec plus de sécurité les fonctions de production K .

En raison de la diversité des dispositifs hors Station, les résultats seront présentés sous forme d'une interaction $2 N \times 2 K$, entre le traitement minimal moyen des essais ($N1 K0$) et l'équilibre moyen correspondant à la moyenne des équilibres $N \times K$ de rendement maximal de chaque essai.

En ce qui concerne le traitement informatique des résultats, comme pour les effets principaux, c'est l'expression parabolique qui a été adoptée. La fonction $N \times K$ est représentée par une surface parabolique dans l'espace, de type :

$$\text{Rendement} = a + bN + cN^2 + dK + eK^2 + fNK.$$

En introduisant les prix agricoles et des éléments N et K , on en déduit la surface de profit, de type :

$$\text{Profit} = a' + b'N + c'N^2 + d'K + e'K^2 + f'NK.$$

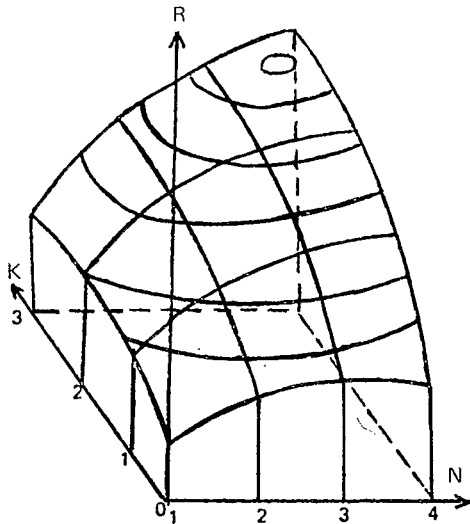
Le plus souvent, la surface de réponse est convexe vers le haut comme dans la figure ci-contre et on peut calculer rendement maximal et profit maximal ainsi que les doses ($N \times K$) correspondantes (ceci bien entendu à condition que la fonction calculée soit bien ajustée à la réalité observée).

Si on coupe cette surface par des plans parallèles au plan de base des fumures NK , on obtient des courbes d'égal rendement. Un même rendement peut être obtenu avec des fertilisations $N \times K$ très variables, et ce, d'autant plus que les rendements sont plus éloignés du rendement maximal.

1. POMME DE TERRE

Plante à forte réponse à K_2O , la pomme de terre est une culture qui tend à présenter des interactions $N \times K$ nettement positives (tableau 1).

Surface de réponse type N x K



Sur la Station d'Aspach, sur 17 ans, l'interaction est positive et significative (+ 2,3 t/ha). Le rendement maximal observé correspond à N 150 K 200, traitement supérieur. Mais le rendement maximal théorique (36,8 t/ha avec N185 K271) et l'équilibre de profit maximal (N 171 K 253) sont situés un peu en dehors des limites de l'essai, ce qui traduit l'insuffisance des doses expérimentées, compte tenu de l'importance de l'interaction N x K.

Hors Station, de 1963 à 1971, sur 11 résultats, le rendement maximal moyen a été de 38,0 t/ha avec N 168 K 269 et à ce point, l'interaction N x K était de + 3,4 t/ha (9).

2. BETTERAVE A SUCRE

Sur la Station d'Aspach, sur 18 ans, l'interaction est positive (+3,4 t/ha) et très hautement significative.

Le rendement maximal observé (45,1 t/ha) correspond au traitement supérieur N 150 K 200. Dans le cas présent, les points de rendement et de profit maximal calculés par les fonctions de production se sont situés beaucoup trop nettement hors essai pour être retenus.

Hors Station, de 1963 à 1976, sur 16 résultats, le rendement

TABLEAU 1
INTERACTION N × K SUR POMMES DE TERRE (t/ha)

INTERACTION MOYENNE SUR 17 ANS A ASPACH					INTERACTION MAXIMALE MOYENNE HORS STATION			
N \ K	K				N \ K	K		
	K0	K100	K200	Effet N		K0	K269	Effet N
N 50.	25,6	29,4	31,8	29,0	N 75.	21,9	33,0	27,4
N100.	27,1	32,5	34,5	31,4***	N168.	23,5	38,0	30,8
N150.	27,4	33,4	35,9	32,3***	—	—	—	
Effet K.	26,7	31,8***	34,1***	30,9	Effet K.	22,7	35,5	

TABLEAU 2
 INTERACTION N \times K SUR BETTERAVE A SUCRE (t/ha)

INTERACTION MOYENNE SUR 18 ANS A ASPACH					INTERACTION MAXIMALE MOYENNE HORS STATION			
N \ K	K				N \ K	K		
	K0	K100	K200	Effet N		K0	K256	Effet N
N 50	38,5	39,9	40,6	39,7	N 95	44,7	49,9	47,3
N100	39,4	42,0	44,8	42,0	N142	43,3	53,8	48,6
N150	39,4	43,7	45,1	42,7	—	—	—	—
Effet K	39,1	41,9	43,5	41,5	Effet K.	44,0	51,8	

maximal moyen a été de 53,8 t/ha avec N 142 K 256 et, à ce point, l'interaction N×K était de + 5,3 t/ha racines.

Sur betterave sucrière, l'interaction N×K joue favorablement sur trois aspects : rendements en racines brutes, richesse en sucre et, secondairement, pureté des jus (6).

3. MAÏS

La balance N×K est très importante pour cette culture qui absorbe N et K₂O dans des quantités assez voisines. L'équilibre N×K est très important dans les premiers stades de la croissance et il intervient dans le domaine de la verse.

Sur la Station d'Aspach, sur 9 ans, l'interaction est très positive (+ 5,2 q/ha) et significative. Le rendement maximal observé correspond à N 99 K 75. Mais le rendement maximal théorique calculé (67,5 q/ha avec N 133 K 180) et l'équilibre de profit maximal (N 115 K 138) se situent légèrement en dehors de l'essai.

Hors Station, de 1963 à 1976, sur 56 résultats, le rendement maximal moyen a été de 71,1 q/ha avec N 127 K 158 et, à ce point, l'interaction N×K était de + 6,0 q/ha.

4. BLÉ

Le problème N×K revêt une grande importance dans la production de matière sèche des graminées (14) et en particulier sur blé, avec l'élévation des fertilisations azotées.

Sur la Station d'Aspach, sur 13 ans, l'interaction est légèrement positive (+1,5 q/ha) mais non significative. Quatre traitements NK se révèlent à peu près équivalents.

Hors Station, de 1963 à 1976, sur 65 résultats, le rendement maximal moyen a été de 54,3 q/ha avec N104 K114 et, à ce point, l'interaction N×K était de + 3,6 q/ha. Ce résultat est nettement inférieur à celui du maïs, mais demeure appréciable.

L'interaction N×K intervient également dans le domaine de la qualité et le potassium apparaît souvent comme le contre-poids des fortes fumures azotées. Ainsi, l'interaction N×K est en général très positive en matière de poids spécifique (l'azote n'a pratiquement plus d'influence dépressive sur le PS en présence d'une certaine dose de potasse) et elle peut aussi se manifester dans le domaine de la qualité industrielle, maintien du coefficient de gonflement de la pâte (1).

TABLEAU 3
 INTERACTION N x K SUR MAÏS (q/ha grains secs)

INTERACTION MOYENNE SUR 9 ANS À ASPACH					INTERACTION MAXIMALE MOYENNE HORS STATION			
N \ K	K			Effet N	N \ K	K		Effet N
	K0	K75	K150			K0	K158	
N33	55,0	55,2	53,6	54,6	N 71	50,8	63,9	57,3
N66	58,8	61,3	63,0	61,0***	N127	52,0	71,1	61,6
N99	61,4	65,7	65,2	64,1***	—	—	—	—
Effet K	58,4	60,7*	60,6*	59,9	Effet K.	51,4	67,5	

TABLEAU 4
INTERACTION N × K SUR BLÉ (q/ha grains)

INTERACTION MOYENNE SUR 13 ANS À ASPACH					INTERACTION MAXIMALE MOYENNE HORS STATION			
N \ K	K				N \ K	K		
	K0	K80	K160	Effet N		K0	K114	Effet K
N 65	42,5	42,5	42,8	42,6	N 61	42,3	47,0	44,6
N 95	46,5	48,2	48,3	47,6***	N104	46,0	54,3	50,2
N125	46,8	48,1	48,6	47,8***	—	—	—	—
Effet K	45,2	46,3	46,5	46,0	Effet K	44,2	50,7	

TABLEAU 5
 INTERACTION N × K SUR ORGE (q/ha grains)

INTERACTION N × K MOYENNE SUR 14 ANS À ASPACH					INTERACTION MAXIMALE MOYENNE HORS STATION			
N \ K	K			Effet N	N	K		Effet N
	K0	K80	K160			K0	K112	
N30	33,3	35,4	36,0	34,9	N42	34,2	38,1	36,2
N50	37,6	40,4	39,4	39,1**	N88	37,0	44,4	40,7
N70	39,4	40,9	42,0	40,8***	—	—	—	—
Effet K	36,8	38,9**	39,1**	38,3	Effet K	35,6	41,2	

5. ORGE

Le problème se présente un peu comme pour le blé avec une tendance à moindre interaction.

Sur la Station d'Aspach, sur 14 ans, l'interaction est infime (-0,1 q/ha) et sans aucune signification. Le rendement maximal observé correspond à N70 K160. Le rendement maximal théorique calculé (41,7 q/ha avec N72 K129) et l'équilibre de profit maximal (N 68 K 82) se situent pratiquement à l'intérieur des doses en essai.

Hors Station, de 1963 à 1975, sur 24 résultats, le rendement maximal moyen a été de 44,4 q/ha avec N 88 K 112 et, à ce point, l'interaction $N \times K$ était de + 3,5 q/ha, résultat très voisin de celui obtenu dans le cas du blé.

6. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX PRÉCÉDENTS

Le tableau 6 résume l'importance de l'interaction azote \times potasse.

Ces excédents de rendements, véritables plus-values pour bonne fertilisation, sont imputables pour moitié à K_2O .

L'interaction $N \times K$ est donc une donnée importante qui conduit à rentabiliser des doses d'azote et de potasse plus élevées si l'on veut obtenir les meilleurs résultats. Ainsi, sur la Station d'Aspach, pour les cultures ayant présenté une forte interaction positive, on a constaté des écarts importants d'optimum de dose selon que l'on considérait les effets principaux N et K ou l'interaction $N \times K$ (N 171 K 253 au lieu de N 142 et K 223 sur pomme de terre, N 201 K 384 au lieu de N 125 et K 233 sur betterave sucrière, N 115 K 138 au lieu de N 104 et K 79 sur maïs). Le tableau 7 indique les équilibres $N \times K$ de rendement maximal (et de profit maximal pour la Station).

On peut constater qu'il y a une assez bonne concordance entre les résultats à long terme de la Station et les résultats dispersés dans l'espace, hors Station. Les cultures se trouvent classées ci-dessus dans un ordre décroissant de l'importance de la fertilisation optimale.

7. HERBAGES ET CULTURES FOURRAGÈRES

L'ensemble des herbages et des cultures fourragères présente une très grande densité, en ce qui concerne la flore, le mode de conduite et de culture, les niveaux de fertilisation, d'où il résulte une grande variabilité des interactions $N \times K$ (7, 10).

TABLEAU 6
IMPORTANCE QUANTITATIVE DE L'INTERACTION N × K

	STATION D'ASPACH INTERACTION N LINÉAIRE × K LINÉAIRE		HORS STATION INTERACTION MAXIMALE MOYENNE	
	Pomme de terre	17 ans	+ 2,3* t/ha	11 essais
Betterave sucrière	18 ans	+ 3,4** t/ha	16 essais	+ 5,3 t/ha
Maïs	9 ans	+ 5,2* q/ha	56 essais	+ 6,0 q/ha
Blé	13 ans	+ 1,5 q/ha	65 essais	+ 3,6 q/ha
Orge	14 ans	- 0,1 q/ha	24 essais	+ 3,5 q/ha

TABLEAU 7
ÉQUILIBRES N × K DE RENDEMENT MAXIMAL

	STATION D'ASPACH		HORS STATION
	Rendement maximal	Profit maximal	Rendement maximal
Pomme de terre	N185 K271	N171 K253	N168 K269
Betterave :			
Hors essai	N262 K530	N201 K384	N142 K256
Limites de l'essai	N150 K200	N150 K200	
Maïs	N133 K180	N115 K138	N127 K158
Blé	N125 K160	N 95 K80	N104 K114
Orge	N 72 K129	N 68 K82	N 88 K112

Les cultures fourragères ou la prairie entrant en rotation présentent souvent de fortes interactions N × K qui se répercutent sur l'épuisement du sol en potassium et sur la culture suivante.

L'interaction N × K joue non seulement sur la production de matière sèche, mais aussi sur le nombre d'exploitations par an, sur la longévité de la culture mais également sur la qualité des fourrages (15-16).

L'interaction N × K sur prairie temporaire à Aspach (exemple du dactyle)

L'interaction N × K a été très étudiée sur prairies temporaires sur cette Station à vocation fourragère. Les essais factoriels N × P × K de type 4 N × 2 P × 4 K y ont été instaurés à partir de 1968 sur graminées pérennes, exploitées en simulation de pâture. Le tableau suivant résume les résultats d'un essai en cours sur dactyle dont les résultats partiels ont déjà été présentés par Garaudeaux et Chevalier pour la période 1967-1974 (2-4).

TABLEAU 8

INTERACTION N · K MOYENNE SUR 10 ANS (1968-1977) SUR DACTYLE
(t/ha matière sèche), STATION ASPACH

N	K				EFFET N
	K0	K150	K300	K450	
N110.	8,32	8,40	8,80	8,41	8,48
N220.	9,13	10,49	10,83	11,18	10,40
N330.	8,70	10,49	12,25	12,74	11,04
N440.	9,27	10,57	11,95	12,96	11,19
Effet K.	8,85	9,99	10,96	11,32	10,28

L'interaction N × K fut hautement significative à partir de la seconde année. L'interaction N × K entre les quatre traitements extrêmes s'est considérablement accentuée avec la poursuite de l'essai, soit de 1968 à 1977, successivement : + 0,60 + 0,85 + 0,85 + 3,09 + 4,92 + 5,33 + 5,62 + 5,43 + 4,97 + 4,35 t/ha et, sur la moyenne sur 10 ans : + 3,60 t/ha.

En conclusion, les cultures fourragères donnant lieu à des prélèvements en potassium importants, l'intensification sera presque toujours de nature à favoriser des interactions positives avec l'azote.

8. CONSIDÉRATIONS SUR L'INTERACTION N × K

1) *L'importance de l'interaction N × K dans une région dépend de nombreux facteurs.*

Les effets de l'interaction N × K sur le rendement et la qualité dépendent beaucoup du matériel végétal cultivé et des conditions de milieu sol et du climat ainsi que des techniques culturales (dont surtout les niveaux de fertilisation).

La plupart des agricultures sont susceptibles de présenter des interactions $N \times K$ positives, en particulier avec les progrès dans l'amélioration du matériel végétal et dans les techniques culturales et de fertilisation.

Les conditions de milieu interfèrent beaucoup sur les besoins des plantes en azote et en potassium et aussi sur le rapport N/K permettant l'obtention du rendement maximal. Les espèces et même les variétés diffèrent quant à leur faculté d'utiliser le potassium.

Divers auteurs ont aussi montré que le meilleur rapport N/K pour une certaine composante du rendement n'était pas toujours le meilleur pour d'autres composantes. D'autre part, le rapport N/K conduisant à la plus forte production de matière sèche peut ne pas correspondre au plus fort rendement en protéines. Le rapport N/K interfère sur le métabolisme et la résistance aux maladies.

Son élévation tend à accroître la sensibilité à la pourriture des tiges et à diverses maladies cryptogamiques des céréales et du maïs.

2) *Il existe cependant des données permanentes du problème de l'interaction $N \times K$, liées au rôle des deux éléments.*

L'interaction $N \times K$ tire son importance du rôle des deux éléments dans la constitution du rendement et de la qualité.

A partir d'essais $N \times K$ en solutions nutritives sur avoine, Steineck a montré que les fonctions physiologiques de l'azote et du potassium dans la production végétale étaient étroitement reliées. L'effet spécifique du potassium se trouve indirectement démontré du fait que K accroît l'efficacité de l'utilisation de l'azote. Le potassium par son action spécifique, permet à la plante de synthétiser les composés organiques liés à l'absorption d'azote (13).

Le potassium influence également l'efficacité de N , par le fait qu'une absorption plus élevée de K entraîne un accroissement parallèle de l'absorption de N . L'accroissement de la fourniture de N , en présence d'un niveau élevé de K , majore également le prélèvement de K ; il semble, selon Steineck, que la plante absorbe seulement la quantité de K , nécessaire à une pleine utilisation de l'azote prélevé. Le comportement de la plante serait différent dans le cas opposé; c'est-à-dire qu'un accroissement de la fourniture de K , à un même niveau N , n'accroîtrait pas le prélèvement de N .

Le potassium exercerait donc une fonction régulatrice sur l'effet de l'azote qui entraînerait l'utilité d'appliquer une quantité suffisante de K , en présence d'apports croissants de N .

Résumant les résultats du Colloque d'Uppsala en 1971, Haeder indique que le synergisme observé entre l'azote et le potassium résulte de l'influence de K sur la synthèse des protéines. Ce synergisme est particulièrement étroit entre l'anion NO_3 et le cation K. La plus grande partie des protéines dans les jeunes plantes se trouve dans les enzymes. Le potassium est précisément indispensable pour l'activation de nombreux enzymes, en particulier des enzymes activant la formation de substances de poids moléculaires élevés, à partir de substances à poids moléculaires peu élevés (5).

3) *L'analyse de la plante, soit dans un but de diagnostic, soit dans le but d'établir des bilans potassiques, permet d'expliquer en partie l'allure de l'interaction $N \times K$.*

Il est intéressant de suivre les essais factoriels $N \times K$ par des contrôles de nutrition minérale de la plante au moyen des méthodes de diagnostic mises au point.

On peut ainsi essayer d'expliquer une table d'interaction $N \times K$ sur les rendements au moyen des tables d'interaction $N \times K$ sur les teneurs en N et K de l'organe analysé. Il existe évidemment de nombreux cas de figures mais certains résultats peuvent être considérés comme typiques.

Exemple de diagnostics potassiques en liaison avec $N \times K$.

L'interaction $N \times K$ sur les teneurs en potassium a été trouvée, d'une manière très générale, fortement positive et le plus souvent significative. On ne considérera, ci-contre, que quelques exemples en se limitant à l'interaction entre les quatre traitements extrêmes.

Le caractère positif très général de l'interaction $N \times K$ sur les teneurs du végétal en K résulte d'une double tendance de la fumure azotée : tendance à effet négatif avec K0 ou les faibles doses de potassium et tendance à effet positif avec K max. ou des doses assez élevées de potassium.

Les cas d'interaction $N \times K$ très positive sur les rendements correspondent en général à la réalisation de ce double effet, si la baisse de teneur en K (avec K0) en présence de doses croissantes N entraîne une stagnation ou une baisse de rendement. (De nombreux auteurs, dont Ollagnier et Ochs (12) ont signalé que la nutrition N et K réalisée avec le traitement de base NO K0, ou N min. K0, ou N min. K min., conditionnait en partie l'interaction $N \times K$ à attendre. Cette remarque est particulièrement valable en conditions de faibles rendements

TABLEAU 9
 INTERACTION N \times K ET TENEURS EN POTASSIUM DE LA PLANTE (K % matière sèche)

ESSAI	CULTURES	ORGANES	N MINIMUM		N MAXIMUM		INTERACTION
			K0	K max.	K0	K max.	
1976 : Coincy	blé	feuilles	1,41	2,48	1,06	2,78	+ 0,65
Rampillon	blé	feuilles	2,02	2,63	1,99	3,43	- 0,83
Aigues-Mortes	vigne	pétioles	2,31	3,53	2,15	4,05	+ 0,68
1975 : Puch.	blé	feuilles	2,09	3,45	0,98	3,30	+ 0,96
Aigues-Mortes.	vigne	pétioles	1,94	3,62	1,79	4,06	+ 0,59
1974 : Omiécourt	épinards	feuilles	4,31	6,52	4,22	7,92	- 1,49
Elliant	pois	fanes	2,06	2,38	1,82	2,61	+ 0,57
1973 : St-Étienne-en-Bresse	blé	feuilles	1,60	2,12	1,07	2,50	+ 0,91
1970 : Omiécourt	haricots	filets	2,07	2,71	1,21	2,73	+ 0,88
Le Chesnoy	orge	feuilles	1,40	1,64	1,35	1,96	+ 0,37
Tauxigny.	orge	feuilles	1,56	1,74	1,69	2,12	+ 0,25
1966 : Pont-St-Martin	blé	feuilles	0,85	2,20	0,55	2,45	+ 0,55

et de faibles fertilisations. D'autre part, l'interaction dépend évidemment des doses N2, N3, N max., K1, K2, K max. étudiées).

Mais le fait le plus utile est de constater qu'à partir d'une certaine dose K, l'absorption de K est également accrue par la fumure azotée. L'obtention des plus hauts rendements est réalisée à partir de certains équilibres N/K de la fertilisation. Ces constatations rejoignent les observations du paragraphe précédent.

Exemple de bilans potassiques en liaison avec N × K.

La considération des bilans K₂O (exportations par les cultures et apports), en particulier pour les cultures importantes consommatrices de K₂O comme les prairies temporaires à forte fertilisation azotée explique l'importance des interactions N × K correspondantes.

Ainsi l'interaction positive considérable enregistrée sur Dactyle sur la Station d'Aspach et citée plus haut, s'explique assez facilement au moyen des bilans K₂O, (tableau ci-dessous).

BILAN EN KA/HA K₂O SUR 10 ANS

	K0	K150	K300	K450
N1.	- 1917	- 1131	- 264	+ 1241
N2.	- 1749	- 1487	- 757	+ 191
N3.	- 1758	- 1270	- 1232	- 560
N4.	- 1999	- 1228	- 890	- 341

L'effet moyen azote sur les 10 ans croissait de K0 à K 450 selon : + 0,95 + 2,17 + 3,15 et + 4,55 t/ha matière sèche.

Parallèlement, l'écart de bilan K₂O entre N 1 et N 4 (effet N), croît aussi de K 0 à K 450 selon : - 87, - 97, - 626, - 1582 kg/ha K₂O.

Dans de tels cas, la table 4 N × 4 K d'interaction sur le rendement s'accompagne d'une table 4 N × 4 K très différenciée en ce qui concerne la teneur en potassium échangeable après un certain nombre d'années.

CONCLUSIONS

Selon certaines opinions, le principe d'interaction ne serait qu'une manière plus perfectionnée d'appliquer la vieille loi du

facteur limitant ; cela voudrait dire dans le cas présent, qu'avec l'élévation de la dose d'azote, le potassium pourrait devenir limitant.

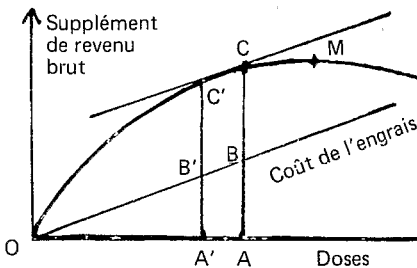
Certes, de nombreux cas d'interaction $N \times K$, en particulier dans les régions où peuvent beaucoup progresser les rendements et l'utilisation des engrais, peuvent être du ressort de ce principe.

Mais l'interaction $N \times K$, en particulier lorsqu'elle est positive et interfère sur la qualité, met en jeu de nombreux autres faits beaucoup plus complexes qui tiennent à l'importance de l'équilibre NK dans la nutrition des plantes, du fait du rôle fondamental de N, des propriétés spécifiques de K et de son absorption à peu près aussi importante que celle de N.

Une remarque finale est à faire à l'issue de ces deux communications sur la fertilisation potassique. Elle concerne la critique que l'on peut faire du raisonnement en termes de maximums. Il nous est apparu qu'en théorie, la recherche du profit maximal constituait la principale motivation des agriculteurs dans la décision de fertilisation à prendre puisque le but à atteindre reste celui de la rentabilité la plus élevée ou proche de celle-ci.

Mais l'agriculteur ignore le plus souvent les doses K et équilibres $N \times K$ de rendement maximal et de profit maximal des sols de son exploitation et il peut être motivé par d'autres considérations telles que celle de la charge globale de la fertilisation sur son exploitation. Ce dernier aspect peut même l'emporter en cas de difficultés de trésorerie.

On peut, d'autre part, critiquer la prise en considération excessive de la notion de profit maximal.



1) L'aplatissement de la courbe au voisinage du rendement maximal (M) confère à la dose dite de l'optimum (A) une précision illusoire. On peut souvent obtenir un profit très proche du profit maximal avec une dose inférieure (A').

2) Certains attachent plus d'importance au rapport $\frac{A' C'}{A' B'}$
ou valeur ajoutée
coût

pour mesurer la rentabilité. Ce rapport est plus élevé à gauche du point de profit maximal et certains pourront estimer qu'il vaut mieux rechercher un rapport élevé que le profit maximal lui-même.

Quoi qu'il en soit, en matière de résultats expérimentaux, il nous paraît préférable de raisonner en terme de profit maximal en se souvenant de la faible incidence de ± 10 unités fertilisantes de part et d'autre de ce point et en s'assurant qu'il y correspond une rentabilité du capital investi acceptable dans les conditions économiques du moment. En général cette dernière condition sera remplie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) CHEVALIER (H.). — The influence of nitrogen and potassium dressings on wheat quality. *11th Colloquium Int. Pot. Inst.*, 1975, 265-275.
- (2) CHEVALIER (H.). — Fertilisation azotée, phosphatée et potassique de la prairie temporaire exploitée au rythme de la pâture. *Fourrages*, 1975, n° 62, 133-159.
- (3) GARAUDEAUX (J.), CHEVALIER (H.). — Étude des interactions entre fumures azotées et potassiques. Résultats globaux obtenus dans les essais de longue durée de la Station Agronomique d'Aspach-le-Bas. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1975, n° 12, 746-759.
- (4) GARAUDEAUX (J.), CHEVALIER (H.). — Étude des interactions entre fumures azotées et potassiques sur une prairie temporaire de Dactyle. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1976, n° 8, 548-562.
- (5) HAEDER (H. E.). — Practical impact of Research Results presented at the Colloquium « Potassium in Biochemistry and Physiology ». *Potash Review*, 1971, Subject 3, 40th suite .
- (6) KÖCHL (A.). — The effects of nitrogen and potassium nutrition on yield and quality of sugar beet, in « Fertilizer use and production of Carbohydrates and Lipids ». *13th Colloquium Int. Pot. Inst.*, York, 1977, 159-169.
- (7) KRESGE (C. B.). — N-K partners in forage grass production. *Better Crops*, 1965, March-April, 22-27.
- (8) LOUÉ (A.). — Rapports annuels des essais de fertilisation. S.C.P.A. Mulhouse, 14 volumes, 1963 à 1976.
- (9) LOUÉ (A.). — Le potassium et la pomme de terre. *Dossier K₂O*, 1978, n° 10, mars, 40 p.
- (10) Mc LEOD (L. B.). — Effect of nitrogen and potassium on the yield and chemical composition of Alfalfa, Bromegrass, Orchardgrass and Timothy, grown as pure species. *Agron. J.*, 1965, vol. 57, 261-266.
- (11) MUNSON (R. D.). — N-K balance, an evaluation. *Potash Review*, 1970, Subject 16, 50th suite, p. 24 .

- (12) OLLAGNIER (R.), OCHS (R.). — Interaction entre l'azote et le potassium dans la nutrition des oléagineux tropicaux. *10^e Colloque Inst. Int. Pot.*, Abidjan, 1973, 215-231.
- (13) STEINECK (O.). — The relation between potassium and nitrogen in the production of plant material. *10th Congress Int. Pot. Inst.*, Budapest, 1974, 189-196.
- (14) TALIBUDEEN (O.), PAGE (M. B.), RAMACHANDRAN NAIR (P. V.). — The interaction of nitrogen and potassium nutrition on dry matter and nitrogen yields of the Graminae: Spring Wheat. *J. Sci. Fd Agric.*, 1976, 27, 1179-1189.
- (15) TALIBUDEEN (O.), PAGE (M. B.), MITCHELL (J. D. D.). — The interaction of nitrogen and potassium nutrition on dry matter and nitrogen yields of the Graminae: Perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *J. Sci. Fd Agric.*, 1976, 27, 999-1004.
- (16) TEEL (M. R.). — Nitrogen-potassium relationships and their influence on some biochemical intermediates and quality of crude protein in forages. *8th Congress Int. Pot. Inst.*, Brussels, 1965, 465-480.

M. Coïc. — Je félicite M. Loué d'avoir présenté une telle communication, fruit d'une très longue expérimentation et certainement d'un travail difficile d'interprétation.

Je pose la question de savoir s'il a pu tirer de cette interaction azote-potasse des conclusions quant aux deux aspects fondamentaux de la fertilisation.

1° Le niveau de richesse optimal en potassium du sol : avec une vitesse de croissance accélérée, due à une meilleure fertilisation azotée, l'absorption du potassium par unité de temps doit être accélérée ;

2° La fumure d'entretien ou fumure de restitution pour maintenir le niveau de richesse du sol : rien ne permet de penser que les exportations soient proportionnelles au supplément de rendement obtenu par une meilleure fertilisation azotée. Bien entendu la relation obtenue dépend des cultures.

Il peut aussi y avoir une incidence sur le plan de fumure-restitution au cours de l'assolement, notamment par le fait que le potassium de la fumure (qui est tant soit peu localisé) peut être plus rapidement absorbé que celui du sol ; et qu'il ne faut pas créer de consommation dite « de luxe » (aspect d'ailleurs bien souvent exagéré).

M. Drouineau. — C'était bien la préoccupation de nos collègues qui ont mis en place cette expérimentation. Il est donc possible de répondre à votre première question pour laquelle on a des teneurs en potassium des sols qui sont variables.

Pour le second point, sur lequel je n'ai pas insisté, l'interaction sur les teneurs en potassium de la plante, dans un tableau que je n'ai pas pu vous présenter, on voit qu'il y a une interaction positive et significative.

FD Imprimerie Alençonnaise, rue Édouard-Belin, B. P. 57 — 61002 Alençon
Dépôt légal : 3^e trimestre 1979 - N° 90.954
G.P.P.P. 23.579
