

INFLUENCE DE LA FUMURE AZOTÉE SUR LA PRODUCTION DE SEMENCES DE DACTYLE A DIFFÉRENTS ÉCARTEMENTS

A LA STATION D'AMELIORATION DES PLANTES FOURRAGERES DE LUSIGNAN, L'ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA FUMURE AZOTEE SUR LA PRODUCTION DE SEMENCES DE DACTYLE A différents écartements a fait l'objet de deux essais, l'un installé en 1961 et exploité pendant trois années : 1962, 1963, 1964, et l'autre installé en 1963, exploité seulement en 1964 (R 1 1964).

Pour ces deux essais, le protocole était le même avec un dispositif factoriel à neuf traitements :

trois écartements :	E 1	38,4 cm
	E 2	57,6 cm
	E 3	76,8 cm
trois doses d'azote :	(a)	100 unités/ha
	(b)	150 unités/ha
	(c)	200 unités/ha

La fumure azotée était apportée en deux périodes, janvier et juillet, par fractions égales (50, 75, 100). La fumure phospho-potassique était de 150 unités P_2O_5 et K_2O par hectare et par an. En première année, il n'y a eu qu'un apport d'azote en janvier.

La densité sur la ligne était la même à tous les écartements, calculée 32 sur la base de 10 kg/ha à 38,4 cm.

par H. Gallais
et J.-P. Bessac.

I. — ACTION DE L'ECARTEMENT

1) Sur le rendement global (rendement net).

Année	1962	1963	1964	X_E année
<i>Ecartement</i>				
E 1	6,8	6,0	5,49	6,1
E 2	6,3	6,6	5,94	6,28
E 3	5,3	6,2	5,21	5,57
	E 1 > E 2 > E 3	N.S.	E 2 > E 1 = E 3	E 2 = E 1 > E 3

En première année, c'est l'écartement le plus faible qui conduit au meilleur rendement. Cet avantage diminue en deuxième année bien qu'il ne soit pas significatif.

En troisième année, le niveau de rendement est sensiblement le même qu'au deuxième écartement E 2.

L'écartement E 2 (60 cm) atteint son rendement maximum en deuxième année ; la même variation est observée à l'écartement E 3 (80 cm) ; il s'agit d'un effet âge.

L'écartement le plus fort est significativement plus faible en première année et en troisième année.

Le rendement moyen des trois années montre que les deux premiers écartements ne sont pas significativement différents ; par contre le troisième écartement est plus faible. Pour une production s'étalant sur trois années. 80 cm est un écartement trop fort. Le deuxième écartement 60 cm semble un optimum. Il se pourrait que le rendement en première année soit plus élevé avec des lignes plus rapprochées 20 cm. L'évolution du rendement au cours des années, avec un tel écartement serait sans doute de même sens que pour l'écartement E 1 40 cm avec une diminution plus marquée.

En 1964, pour une culture d'un an, avec la même variété et les mêmes écartements, les résultats ont été les suivants :

E 1	6,6
E 2	6,1
E 3	6,3

Les différences sont non significatives et l'avantage de E 1 est faible. Il s'agit là d'un effet année qui se retrouvera ailleurs.

Les analyses des résultats du premier essai montrent une *interaction écartement × année* significative. Cela tient au *déplacement de l'optimum de densité au cours du vieillissement de la culture*. Mais l'année 1964 est toutefois significativement inférieure. Les deux premières années ne sont pas significativement différentes par suite d'une compensation au niveau E 1 et E 3.

Il y a diminution au niveau E 1 en passant de 1962 à 1963, stabilité pour E 2 et augmentation pour E 3. La chute du rendement est générale en troisième année pour tous les traitements, bien que plus marquée pour l'écartement le plus fort. Au grand écartement, il est possible qu'il y ait eu un plus grand nombre d'apex gelés, l'hiver 1963-1964 ayant été froid. Ceci est confirmé par d'autres résultats. Le grand écartement a été plus sensible à l'action des mulots.

Pour comprendre ces résultats, il peut être intéressant de voir la réaction de chaque facteur du rendement : essentiellement nombre de *tiges fructifères* et poids de graines par panicules.

2) Réaction des facteurs du rendement.

a) Nombre de panicules au mètre linéaire et à l'unité de surface :
— au mètre linéaire :

Année	1962	1963	1964	RI. 1964
<i>Ecartement</i>				
E 1	275	278	132	195
E 2	311	340	199	276
E 3	341	350	197	300
Signification	E 3 > E 1	E 3 = E 2 > E 1	E 3 = E 2 > E 1	E 3 = E 2 > E 1

Le nombre de talles fertiles augmente avec l'écartement, en passant de E 1 à E 2 quelle que soit l'année. A l'écartement le plus grand E 3, le nombre de talles fertiles n'est supérieur à E 2 qu'en première année. En deuxième et troisième années le nombre de tiges fertiles est identique aux écartements les plus forts. La compétition sur la ligne devient plus forte que la compétition entre lignes et est identique au niveau E 2 et E 3 : la réaction à la densité est la même pour une année donnée, il n'y a pas d'interaction année × écartement pour ce facteur.

L'effet année est au contraire très significatif, bien qu'il se superpose en fait à un effet âge, c'est-à-dire à un effet compétition sur la ligne. Cependant, la chute en 1964 est vraiment trop importante pour penser qu'il s'agit

seulement de l'effet âge. Nous retrouvons donc là l'effet année 1964 signalé précédemment en ce qui concerne le comportement de l'essai installé en 1963 (à l'automne). Cet effet n'est pas seulement un effet du froid, car le grand écartement devrait être plus affecté, ni seulement un effet des mulots. Il s'agit d'un effet année propre sur la physiologie. L'effet de compensation, c'est-à-dire l'augmentation du nombre de tiges avec l'écartement, est beaucoup plus net pour le semis de 1963.

Les chiffres sont plus faibles que ceux observés en 1962 pour une culture de même âge. 1964 n'a donc pas été favorable à la formation d'épis, ce qui rejoint la conclusion précédente.

— à l'unité de surface :

Le peuplement épis sur la ligne étant une fonction de l'écartement, il est nécessaire, pour apprécier l'influence de ce facteur sur le rendement, de le ramener à l'unité de surface (mètre carré).

Année	1962	1963	1964
<i>Ecartement</i>			
E 1	714	724	342
E 2	538	588	347
E 3	444	455	257
S.	E 1 > E 2 = E 3	E 1 > E 3	E 1 = E 2 > E 3

Les peuplements les plus denses sont évidemment obtenus aux faibles écartements : l'augmentation du nombre de tiges par plantes aux grands écartements E 2 et E 3 n'est pas suffisante pour compenser l'effet diminution du peuplement plantes à l'unité de surface.

La comparaison de ce tableau avec le tableau du rendement montre que le nombre de tiges ne change rien au rendement lorsqu'il varie entre 455 et 724 pour 1963. Par contre il semble qu'au-dessous d'un certain seuil, *il devienne un facteur du rendement*. En 1964, l'écartement le plus fort donne le plus faible rendement et a le plus faible (5,21) nombre de tiges. D'ailleurs, pour cette année-là, il y a une bonne corrélation rendement/nombre de tiges, corrélation qui n'est pas vérifiée pour 1963. En 1964, le facteur limitant était une cause agissant sur le nombre de tiges, la compétition intralignes, comme le suggèrent les résultats.

En 1962 et 1963, le facteur limitant était d'une autre nature (compétition entre talles fertiles, voir ci-dessous). Cependant, la corrélation globale sur les trois années rendement/nombre de tiges est significative.

L'essai installé en 1963 montre également la relative indépendance rendement-nombre de tiges à l'unité de surface.

E 1	510
E 2	477
E 3	390

Aux grands écartements, les racines prospectent mieux l'interligne et il y a une compétition lumière et nutritive moindre ce qui se traduit par l'augmentation du nombre d'épis par plante, en première année :

	E 1	E 2	E 3
S 61 R 62	3,8	4,5	5,2
S 63 R 64	3,7	4,4	4,5

Cependant, au délai de E 2 (60 cm) c'est la *compétition* sur la ligne qui l'emporte.

A des densités plus élevées, voisines de l'optimum pour le rendement, le nombre de tiges ne suffit pas à expliquer les variations du rendement. Il faut donc examiner la variation de l'autre facteur principal, le poids de graines par épis et le nombre de graines par épis.

b) *Poids de grains par épis* (en grammes) :

	1962	1963	1964	R 1 1964
E 1	0,12	0,07	0,11	0,15
E 2	0,16	0,09	0,13	0,18
E 3	0,17	0,11	0,15	0,20
S	1 < 2 = 3	1 < 2 < 3	1 < 2 < 3	1 < 2 < 3

Alors que pour le nombre de tiges par plante la compétition sur la ligne devenait le facteur limitant, le poids de grains par panicules est moins affecté par cette compétition puisque directement lié à l'écartement. La variation de ce caractère est toutefois faible et ne peut pas compenser le plus faible peuplement à l'unité de surface pour les grands écartements (E 3). C'est pourquoi à ce niveau c'est le nombre de tiges qui compte le plus.

La compensation se fait sensiblement en première et deuxième année pour les deux premiers écartements. En troisième année, et pour l'écartement E 3 dès la première année, la compensation ne se fait plus, c'est le nombre de tiges qui est le facteur limitant.

Il est possible de constater un effet âge de la culture sur ce caractère en comparant les résultats relatifs à 1962 et 1964 pour le premier semis et ceux de 1964 du deuxième semis. Ces derniers sont du même ordre que ceux de 1962 (culture d'un an) et supérieurs à ceux relatifs à la récolte de 1964, culture de trois ans.

Avec l'âge de la culture, la compétition sur la ligne devient plus sévère et affecte non seulement le nombre de tiges, mais aussi le poids de grains par tiges (nombre de ramifications).

c) *Poids de mille grains et nombre de grains par épis :*

	1962	1963	1964	R 1 1964
E 1	1,175	0,918	0,833	0,850
E 2	1,172	0,890	0,830	0,800
E 3	1,175	0,922	0,842	0,820
S	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

L'écartement n'agit pas sur le poids de mille grains qui apparaît comme un caractère relativement stable pour une année. Mais, entre années, les différences sont importantes et font ressortir l'influence des conditions climatiques au moment de la maturation, plutôt qu'un effet de l'âge de la culture. Devant la constance de ce caractère pour une année, c'est donc le nombre de grains par panicule qui est le facteur déterminant du poids de grains par panicule. Le tableau suivant est donc très comparatif à celui des poids de panicules.

	1962	1963	1964	R 1 1964
E 1	99	80	128	180
E 2	131	100	154	219
E 3	135	123	173	245
	1 < 2 = 3	1 = 2 < 3	1 < 2 < 3	1 < 2 = 3

Les mêmes conclusions s'y appliquent donc. C'est un caractère peu affecté par la compétition sur la ligne.

La corrélation est évidemment négative entre le nombre de grains par tiges et le nombre de tiges par unité de surface. Mais sur la ligne et pour une année, la variation est dans le même sens. L'écartement en affectant le nombre de tiges affecte aussi le nombre de grains par panicule dans le même sens.

Conclusion.

En première année, l'écartement le plus faible est le plus favorable au rendement. En deuxième et troisième années, c'est l'écartement moyen (60 cm) qui a donné le meilleur rendement. L'écartement optimum dépend de l'âge de la culture. En première année la culture se comporte comme une culture annuelle et c'est le peuplement qui compte le plus, en conditionnant le nombre de tiges.

Le nombre de tiges est apparu en effet comme le facteur limitant du rendement.

II. — INFLUENCE DE L'AZOTE

1) Sur le rendement global.

	1962	1963	1964	Moyenne des trois années
a 100	5,7	5,1	4,57	5,13
b 150	6,3	6,1	5,23	5,87
c 200	6,4	7,5	6,82	6,9
S	N.S.	a < b < c	a = b < c	a < b < c

En première année, il n'y a pas de différence significative, malgré une légère tendance, on peut donc admettre qu'en première année l'azote n'a pas été le facteur limitant, on peut aussi dire que cela est dû à une insuffisance d'azote (demi-dose seulement en première année). Par contre la compétition nutritive devenant plus intense *avec le vieillissement de la culture*, il semble normal d'attendre une réponse à l'azote, ce qui est observé pour 1963 et 1964 de façon très significative.

Le manque de réponse en première année est aussi observé sur le semis de 1963.

(a)	6,4
(b)	6,1
(c)	6,5

Sur l'ensemble des trois années, le rendement est directement proportionnel à la dose d'azote : 200 unités apparaît comme une dose insuffisante.

2) Réaction des facteurs du rendement.

a) Nombre de panicules au mètre linéaire et à l'unité de surface :

— au mètre linéaire :

	1962	1963	1964	R 1 1964
(a)	306	286	174	248
(b)	295	333	160	252
(c)	326	348	195	271
S	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Il n'apparaît pas de différences significatives pour une année donnée, mais, sur la moyenne des trois années, l'effet est significatif pour le traitement (c) à 200 unités ($200 > 150 = 100$). Là encore la dose 200 apparaît insuffisante.

La stabilité du caractère entre 1962 et 1963 apparaît encore. Pour 1964, il se fait sentir un effet année se superposant à un effet âge comme le montrent les deux dernières colonnes.

Le nombre d'épis par plante n'augmente pas avec la dose d'azote :

		100	150	200
S. 61 R. 62	4,6	4,3	4,7
S. 63 R. 64	4,2	4,2	4,1

— à l'unité de surface (mètre carré) :

Les conclusions précédentes ne sont pas modifiées puisque ces moyennes sont obtenues sur la moyenne des trois écartements : la dose la plus élevée donne le plus grand nombre d'épis.

b) Poids de grains par épis :

	1962	1963	1964	R 1 1964
a	0,14	0,09	0,11	0,16
b	0,16	0,09	0,12	0,19
c	0,15	0,09	0,15	0,20
S	N.S.	N.S.	a = b < c	a < b = c

L'azote ne marque sur le poids de grains par épis qu'en troisième année et aussi en première année de semis 1963: il pourrait donc s'agir d'un effet année.

Il faut remarquer que lorsque l'effet de l'azote est significatif, ou voisin de la signification, le poids de grains par épis est affecté comme le nombre de tiges.

c) Poids de mille grains et nombre de grains par épis :

	1962	1963	1964	R 1 1964
a	1,162	0,927	0,837	0,830
b	1,183	0,914	0,838	0,810
c	1,180	0,892	0,830	0,820
S	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Comme l'écartement, l'azote n'agit pas sur le poids de mille grains. C'est l'effet année et non l'effet âge qui est le plus marquant, comme le montre la comparaison des deux dernières colonnes du tableau ci-dessus. C'est donc le nombre de grains par panicule qui est le facteur déterminant du poids par inflorescence.

	1962	1963	1964	R 1 1964
(a)	120	101	133	206
(b)	128	96	141	242
(c)	126	106	181	294
S	N.S.	N.S.	a = b < c	a < b < c

Les deux premières années l'azote n'a pas d'effet sur ce caractère, mais, lorsque cet effet existe ou est proche de la signification, il est dans le même sens que celui sur le nombre des tiges fertiles, ce qui rejoint les résultats écartements en ce qui concerne le nombre d'épis sur la ligne.

Ainsi, pour une densité donnée, c'est le nombre de grains par panicule qui compte le plus, surtout en troisième année (1964) où le peuplement tige était inférieur. A nombre de tiges faibles (facteur limitant) il y a compensation par le nombre de grains.

Mais, dans l'ensemble, c'est le nombre de tiges qui reste le facteur le plus important et il y a une bonne corrélation pour une année donnée entre le nombre de tiges et le rendement.

Il n'y a pas de corrélation nombre de tiges et nombre de grains. Il semble qu'avec le vieillissement de la culture le caractère nombre de grains prenne plus d'importance dans la réalisation du rendement.

La façon dont se réalise le rendement évolue dans le temps, et si cette évolution est vérifiée il peut être intéressant d'en tenir compte pour la fertilisation azotée : une fois le peuplement tiges réalisé, il faut limiter la compétition entre talles reproductrices, qui se ferait aux dépens de la fertilité épis.

III. — INTERACTION FUMURE AZOTEE X DENSITE

1) Rendement global.

	1962			1963			1964			R 1 1964		
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
E 1	6,6	7,4	6,3	5,0	5,4	7,7	4,4	4,8	7,3	6,2	6,9	6,8
E 2	5,7	6,5	6,8	5,2	6,8	7,9	4,5	6,0	7,3	6,6	5,6	6,1
E 3	4,9	4,9	6,1	5,2	6,1	7,2	4,8	4,9	5,9	6,5	5,8	6,6
Moy.	5,7	6,3	6,4	5,1	6,1	7,5	4,6	5,2	6,8	5,1	5,9	6,9

Ce tableau rend compte de la réponse de chaque écartement aux différentes doses d'azote pour les différentes années.

L'interaction calculée pour l'ensemble des trois années n'est pas significative. L'action de l'azote est la même à tous les écartements pour les années 1963 et 1964 : le rendement augmente avec la dose d'azote. La comparaison des résultats de 1962 à ceux du deuxième essai récolté en 1964 (R 1) montre qu'en première année il n'y a pas d'effet d'azote quel que soit l'écartement. En première année l'écartement apparaît comme le facteur le plus important, pour une dose d'azote donnée, l'effet écartement est identique, bien que, en 1963, la dose 200 masque les différences dues à l'écartement. Pour 1964, nous retrouvons les différences dues à l'écartement, l'écartement E 1 ne réagit pas à la dose 150, mais à la dose 200 et rattrape le niveau E 2. Il y a additivité des effets directs, azote et écartement, l'effet azote étant marqué en deuxième et troisième années et d'autant plus que la dose est plus élevée.

L'azote supprime donc, dans une certaine mesure, l'effet compétition dû au vieillissement de la culture, mais uniquement à la dose la plus élevée (200 unités). La dose la plus élevée au grand écartement peut être utilisée pour la décomposition du feutrage radiculaire inter-lignes.

Le fait qu'en 1964 l'écartement E 3 soit significativement inférieur, même à la dose 200 vient d'un effet année, par déplacement de l'optimum de densité, avec le vieillissement de la culture. 1964 a particulièrement défavorisé l'écartement E 3, effet qui n'a pas pu être compensé par la dose d'azote (oscinie, mulots, froid).

L'écartement optimum varie avec la dose d'azote seulement en première année : la dose la plus élevée a été défavorable à l'écartement le plus faible.

2) Réaction des facteurs du rendement.

Parmi les quatre facteurs :

nombre de tiges à l'unité surface,
 poids des panicules,
 poids de mille grains,
 nombre de graines par panicule,
 pour une année considérée, seuls le premier et le quatrième sont importants à retenir. Le poids des panicules est évidemment lié au nombre de grains par panicule pour une année donnée, puisque le poids de mille grains traduit un effet année et n'est pas significativement affecté par écartement et la fumure azotée.

a) Nombre de tiges à l'unité surface :

	1962			1963			1964			R 1 1964		
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
E 1	701	693	748	665	672	835	382	251	395	471	523	536
E 2	521	521	571	482	650	632	316	325	401	488	434	510
E 3	452	411	468	423	479	464	252	254	266	367	396	406

L'interaction fumure \times écartement n'est pas significative.

En première année, l'azote n'a pas d'effet significatif sur le nombre de tiges quel que soit l'écartement, malgré une légère tendance à l'augmentation. Mais à un écartement donné, il n'y a pas liaison rendement nombre de tiges.

En deuxième année cette relation n'est pas vérifiée non plus, en ce sens que les plus forts rendements ne sont pas donnés par un peuplement tiges élevé,

*Fumure azotée et
semences de Dactyle*

mais les rendements les plus faibles correspondent toutefois au nombre de tiges le plus faible. (*Si le facteur nombre de tiges est limitant, il y a liaison avec le rendement.*) Ceci est nettement vérifié pour 1964, à l'écartement E 3 où le nombre de tiges est vraiment le facteur limitant.

L'azote augmente donc en moyenne le nombre de tiges et il ne peut compenser la perte due à l'écartement, bien que l'effet âge tamponne les résultats de la combinaison des deux effets. Il n'y a donc pas d'interaction au sens propre du terme. Par contre, comme pour le rendement global, il y a interaction avec l'année, cette interaction est en fait un *effet d'âge* plus ou moins *marqué par l'effet année propre*, et son interaction avec les autres facteurs.

b) *Nombre de grains par panicule :*

	1962			1963			1964			R 1 1964		
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
E 1	103	103	93	71	76	92	100	126	157	167	221	152
E 2	115	127	151	105	88	108	128	149	185	230	233	194
E 3	142	147	135	127	124	118	171	147	204	239	272	286

Pour ce caractère il n'y a pas non plus d'interaction mais *additivité* stricte des effets azote et écartement. Il n'y a pas de modification de classement par rapport au classement attendu par sommation des effets. *L'effet écartement est toutefois plus important que l'effet azote.* Il peut donc s'agir là d'un effet de la compétition entre lignes que l'azote ne compense pas *avec les doses utilisées.*

La comparaison de ces résultats au *nombre de tiges sur la ligne* est intéressante.

c) *Nombre de tiges sur la ligne :*

	1962			1963			1964			R 1 1964		
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
E 1	270	267	288	255	258	320	147	97	152	180	200	205
E 2	302	302	330	278	374	368	182	187	230	282	261	295
E 3	347	316	361	325	368	357	192	195	205	283	305	312

La variation de ce caractère est dans le même sens que le nombre de grains, mais là aussi l'effet écartement est plus important que l'effet azote bien qu'il s'atténue avec le vieillissement de la culture.

Il apparaît une bonne corrélation nombre de tiges sur la ligne et nombre de grains/panicule, *entre traitement élémentaire* augmentation de l'écartement affecte les mêmes facteurs que l'augmentation de la dose d'azote.

CONCLUSIONS

Pour l'écartement, les conclusions sont assez nettes : un écartement faible est favorable en première année (40 cm ou moins peut-être). En deuxième année et troisième, c'est un écartement moyen (60 cm) qui est favorable, quelle que soit la dose d'azote. Un écartement trop élevé qui devrait être favorable en troisième année, est en fait très sensible aux facteurs du milieu.

Par contre, malgré les effets observés, l'action de l'azote semble limitée. L'azote du sol peut intervenir en première année et masquer les résultats, l'azote apporté peut être utilisé par les micro-organismes du sol. En dehors de ces considérations, il ne faut pas oublier que *l'azote est utilisé aussi pour la production d'herbe après la récolte* : en 1962 et 1963, deux coupes ont été faites donnant en moyenne 2 tonnes de matière sèche/ha avec un net effet de la dose d'azote $200 > 150 > 100$.

L'action de l'azote se fait aussi sentir sur la hauteur des plantes. Les tiges sont significativement plus hautes aux doses les plus élevées. De même, à l'écartement le plus faible, les tiges sont plus courtes. Le nombre de talles herbacées n'a pas été étudié.

Il est d'ailleurs remarquable de voir, dans cet essai, *le parallélisme d'action de l'azote et de l'écartement* sur les différents facteurs du rendement, leurs effets s'additionnant en général, en première année il apparaît une légère interaction azote \times écartement. Mais, tous ces résultats mettent en évidence *l'importance des phénomènes de compétition sur la ligne et entre lignes, les deux étant d'ailleurs liés.*

A. GALLAIS et J.-P. BESSAC,

Station d'Amélioration des Plantes Fourragères,
Lusignan (Vienne).

Fumure azotée et
semences de Dactyle