

Fertilisation du maïs

Localiser l'engrais au semis pour une meilleure vigueur au départ

La localisation des engrais au semis est une pratique très répandue sur maïs. Les essais montrent qu'elle a souvent un réel intérêt pour le phosphore : elle améliore la disponibilité de cet élément à la jeune plante, ce qui se traduit par un gain de vigueur au départ et peut avoir des effets bénéfiques sur le rendement et l'humidité du grain à la récolte. Elle peut également être opportune pour le potassium, et dans certains cas pour l'azote.

La fertilisation localisée consiste à placer au moment de l'implantation une faible quantité d'éléments fertilisants, phosphore et azote voire potassium, à proximité de la semence. Le but premier est d'assurer une bonne alimentation minérale des jeunes plantes en augmentant fortement la disponibilité de ces éléments dans un faible volume de terre auquel les racines des jeunes plantes ont rapidement accès. En second, la technique peut contribuer à limiter les pertes en éléments fertilisants.

Éviter les carences aux stades jeunes

Elle a un intérêt particulier en maïs car c'est pendant les phases juvéniles de son développement, soit entre les stades 3 et 12 feuilles, que

L'engrais localisé peut être apporté en fumure starter en dessous et à côté de la semence ou bien sous forme de microgranulés déposés dans la ligne de semis.

la plante est la plus affectée par les carences nutritionnelles en phosphore. Le faible développement des racines pendant cette période limite la prospection pour les éléments minéraux au volume de terre environnant la ligne de semis. Pour satisfaire la demande des parties aériennes, qui est d'autant plus forte que la température de l'air est élevée, ce volume de terre doit être suffisamment enrichi en phosphore voire en potassium. C'est moins vrai pour l'azote, car cet élément est plus mobile et les besoins au semis du maïs sont faibles.

Le positionnement « starter » plus efficace

Deux techniques permettent de localiser l'engrais au semis : le positionnement « starter », qui consiste à déposer l'engrais sous et à côté

de la semence, ou l'apport en « microgranulés » qui le place dans la ligne de semis (figure 1). Dans le second cas, la quantité d'éléments minéraux fournie est fortement limitée par le volume d'engrais que cette technique permet d'apporter.

Les apports sous forme de microgranulés ont au final un effet parfois moins marqué que celui obtenu avec un positionnement starter, méthode la plus répandue et la plus efficace sur maïs.

De plus, le placement au niveau de la graine restreint l'accès aux minéraux pour les racines séminales qui descendent plus en profondeur. Les apports sous forme de microgranulés ont au final un effet parfois moins marqué que celui obtenu avec un positionnement starter, méthode la plus répandue et la plus efficace sur maïs. Celle-ci est reconnue pour permettre une croissance plus rapide des jeunes plantes, des gains de précocité à la récolte qui se traduisent par moins d'humidité, et assez souvent une production plus élevée.

Des gains de rendements et d'humidité

Deux synthèses d'expérimentations sur la localisation du phos-



Des techniques de localisation multiples

Deux techniques de localisation au semis existent : l'apport « starter », où l'engrais est placé 5 cm à côté de la semence et 5 cm en-dessous, et l'apport en « microgranulés », dans la ligne de semis (*figure 1*). L'enfouissement en végétation, par une bineuse dans l'inter-rang, ou bien plus en profondeur le long du rang, avec des outils à dent ou à disque, est également possible.



Lorsqu'il est positionné trop proche de la semence, l'engrais starter apporté en localisé peut entraîner un rougissement des feuilles.

Dans tous les cas, la précision et la régularité de la distribution le long du rang est très importante. De celle-ci, dépend l'homogénéité du peuplement et l'absence de concurrence entre plante du même rang. Lorsque certaines plantes sont dominées, leur niveau de production peut être très tôt compromis. Ce phénomène peut aussi par exemple complexifier la castration en production de semences, les gabarits et les dates de floraison étant différents. Lorsque ces conditions sont respectées, une dose de phosphore limitée est très souvent suffisante. Tout risque d'intoxication de la jeune plantule, du par exemple à la trop grande proximité de la semence, est ainsi évité.

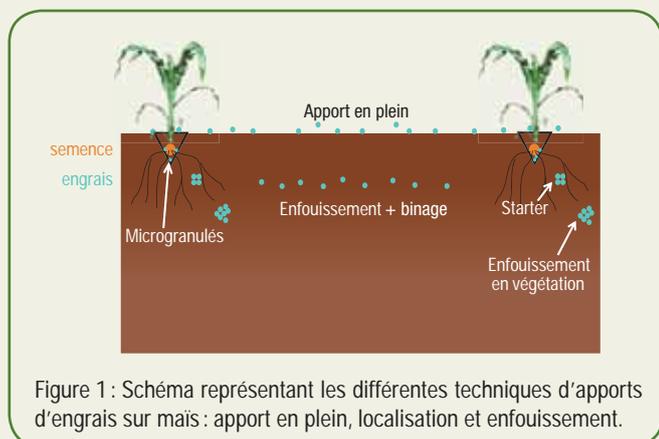


Figure 1 : Schéma représentant les différentes techniques d'apports d'engrais sur maïs : apport en plein, localisation et enfouissement.

Une technique avantageuse sur sol froid

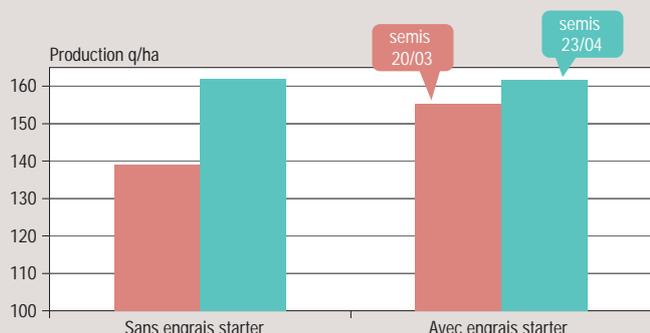


Figure 2 : Effet de l'engrais starter (61 kg P₂O₅/ha de 14-48 localisé au semis) sur la production de grain pour deux dates de semis. Essais ARVALIS-Institut du végétal - 2009 à Calmont (31).

phore au semis du maïs ont été menées. La première porte sur 133 essais effectués de 1967 à 1985, la seconde sur 52 essais réalisés de 1989 à 2004. Conduits d'abord par l'AGPM-Technique seule puis conjointement avec l'ITCF-ARVALIS - Institut du végétal, ces travaux ont permis de chiffrer les gains d'efficacité sur le rendement et l'humidité du grain permis par la localisation de l'engrais phosphaté. Dans les essais menés de 1989 à 2004, l'apport de phosphore au plus près des racines a fait gagner en moyenne 2,5 q/ha tout en diminuant d'1,1 % l'humidité du grain par rapport à un apport en plein enfoui par le travail du sol. L'enjeu est donc important.

La localisation du phosphore assure en fait une meilleure prospection du volume de sol par les racines.

Des essais de longue durée réalisés à Presly dans le Cher de 1989 à 2004 (1) et à Montans dans le Tarn de 1991 à 2004 (2) ont aidé à comprendre les mécanismes en jeu. La localisation du phosphore assure en fait une meilleure prospection du volume de sol par les racines. Comme celles-ci se développent plus rapidement, plus densément et plus profondément, la nutrition minérale en début de cycle s'en trouve améliorée, au moins

jusqu'au stade 12 feuilles. Etant donné l'interdépendance chez le maïs entre la croissance des racines et celle des feuilles, ce phénomène se traduit par une accélération de la vitesse de développement de la jeune plante et une précocification de la floraison mâle et femelle.

Une pratique nécessaire en conditions difficiles

D'autres essais ont mis en évidence l'intérêt de localiser le phosphore lorsque les conditions de semis sont difficiles, ce qui est le cas sur sol froid (figure 2) ou en présence de parasitisme tellurique, en sols infestés de nématodes. Dans ces situations, le gain de vigueur au départ fourni par la localisation du phosphore au semis permet au maïs de mieux supporter ces facteurs limitants initiaux.

Si l'effet visuel de la fumure starter sur le développement des jeunes maïs est très fréquent et parfois spectaculaire, cette pratique ne se traduit pas de façon systématique par des effets bénéfiques. Elle est sans intérêt dans les sols sains et où la disponibilité du phosphore est élevée (tableau 1). Elle est en revanche fortement recommandée dans tous les sols où la disponibi-

Localiser le phosphore lorsque c'est utile

Disponibilité du phosphore dans le sol	Conditions difficiles (sol froid, excès d'eau, forte acidité, parasitisme tellurique...)	Sol sain
Très faible	Localisation recommandée (à compléter avec un apport en plein)	Localisation recommandée (à compléter avec un apport en plein)
Faible à moyen	Localisation recommandée	Localisation recommandée
Élevée	Localisation recommandée	Apport de phosphore inutile

Tableau 1 : Préconisations relatives à l'emploi d'engrais phosphaté localisé au semis du maïs.





© J. Molins, ARVALIS - Institut du végétal

lité du phosphore est faible ainsi que dans toutes les parcelles où la croissance et le développement des racines risquent d'être freinés par des conditions telles un sol froid, un excès d'eau, une trop forte acidité induisant la toxicité de l'aluminium (pH eau < 5,5), une présence de ravageurs dans le sol comme les nématodes ou les taupins.

Bien qu'il y ait peu de références sur la localisation du potassium, les intérêts de cette technique sont probablement les mêmes que pour le phosphore : il s'agit également d'un élément peu mobile, dont les besoins se concentrent en début de cycle lors de la mise en place du système racinaire. Les quelques essais qui ont été menés dans les années 70 vont dans ce sens-là.

Limiter les pertes d'azote par volatilisation

En ce qui concerne l'azote, la technique a surtout l'avantage de réduire les pertes par volatilisation. Une fois épandu, un engrais azoté est soumis à différents processus physiques et biologiques qui peuvent entrer en concurrence avec son absorption par la culture et altérer son efficacité. En premier lieu, la forme ammoniacale, qui provient soit directement de l'engrais soit de l'hydrolyse de la forme uréique, est soumise au phénomène de volatilisation dans l'atmosphère. Ce processus rapide est fortement lié aux propriétés du sol et aux conditions durant les heures voire les jours suivants l'épandage. Au final, la volatilisation peut parfois faire perdre plus

de 30 % de l'azote apporté. En permettant un enfouissement rapide de l'engrais, la localisation constitue donc une barrière physique et limite fortement la volatilisation. Mais attention : les besoins en azote au semis sont faibles pour le maïs et cet élément est bien plus mobile que le phosphore et le potassium. La localisation au semis ne doit donc concerner que de petites quantités d'azote, pas plus de 50 unités. Cette technique, à rai-

L'apport starter permet d'éviter les hétérogénéités de peuplement, comme ici.

sonner dans le cadre du fractionnement des apports, a son intérêt compte tenu de l'écartement entre les rangs et des contraintes matérielles pour les épandages tardifs. Toutefois, les effets constatés sur la localisation de 18-46 au semis sont principalement dus au phosphore. Pour les apports plus tardifs réalisés en végétation à 6-8 feuilles, l'enfouissement des engrais azotés peut être intéressant, ne serait-ce que pour limiter les pertes, plus particulièrement dans le cas de l'urée et de la solution azotée, plus sensibles à la volatilisation que l'ammonitrate. ■

(1) réalisés par l'UCATA, l'AGPM-Technique et ARVALIS-Institut du végétal.

(2) réalisés par l'AGPM-Technique et ARVALIS-Institut du végétal.

Baptiste Soenen

b.soenen@arvalisinstitutduvegetal.fr

Jean-Pierre Cohan

jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr

Damien Brun

d.brun@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

La localisation en TCS avantageuse dans les parcelles juste converties

Conséquences des TCS sur le sol	Élément plus intéressant à localiser en TCS (explications)	Élément moins intéressant à localiser en TCS (explications)
Diminution des T°C de surface	N car il existe des variations temporelles des flux de minéralisation PK car le développement racinaire est plus lent	
Destruction tardive des couverts	N car l'organisation de l'azote de l'engrais augmente pour les couverts à C/N élevé (ex. : non légumineuse)	N car la minéralisation précoce de l'azote augmente pour les couverts à C/N faible (ex. : légumineuse)
Résidus en surface	N car le risque de volatilisation augmente PK car le développement racinaire est plus lent	
Gradient vertical en matière organique (MO) (*)	N car l'organisation de l'azote de l'engrais augmente	PK car la biodisponibilité de ces éléments par la MO augmente
Gradient vertical en PK (*)		PK car la biodisponibilité de ces éléments en surface augmente
Gradient vertical de pH (*)		N car les conditions sont moins volatilissantes

(*) conséquences visibles seulement après plusieurs années en TCS

Tableau 2 : Spécificité des systèmes en TCS vis-à-vis de la localisation des engrais sur maïs. Analyse *a priori*, les effets se confondent dans la plupart des dispositifs expérimentaux.

La question de la localisation des engrais se pose aussi quand les parcelles sont conduites en Techniques culturales simplifiées (TCS). Les conséquences de ce type d'itinéraire sur certaines caractéristiques du sol peuvent rendre la localisation plus ou moins intéressante (tableau 2). Dans les systèmes qui viennent de passer en TCS, cette technique n'a *a priori* que des effets positifs, compte tenu de l'abondance des résidus en surface, des températures de sol plus faible... Dans ceux en place depuis plusieurs années, des effets de gradients verticaux de teneurs dans le sol voient le jour et pourraient contrebalancer en partie certains intérêts de la localisation des engrais.