

FERTILISATION DU MAÏS-GRAINS CULTIVE SOUS PIVOT EN CONDITIONS ARIDES.
(Communication SudAgral 18-20 décembre 2013)

BELAID Djamel. Enseignant chercheur.

L.E.G JEAN ROSTAND. Laboratoires de Sciences de la Vie et de la Terre. Place Georges Paquier. BP

60329 60634 CHANTILLY CEDEX. FRANCE.

djamel.belaid@ac-amiens.fr

En Algérie la culture du maïs-grains en climat aride sous pivot est récente. Des rendement de 75 qx/ha ont été obtenus à Adrar en 2013. Le maïs peut être est inclu dans une rotation blé-maïs grain. Outre le déficit hydrique climatique permanent, la culture doit faire face à des sols particulièrement peu fertiles. Les besoins nutritifs de la culture peuvent être assurés par la fertilisation minérale mais aussi par des mesures agronomiques concourant à l'amélioration de la fertilité des sols.

I- Des sols filtrants et calcaires.

Les sols des régions arides sont légers, à dominance sableuse et à structure particulière. Ces sols sont pauvres en matières organiques (MOS), le pH est alcalin. On note une faible activité biologique ainsi qu'une assez forte salinité. Le pourcentage d'argile est faible (souvent inférieur à 5%) ce qui concourt à une faible capacité d'échanges cationiques (Tableau 1). La pratique de l'irrigation a pour effet d'entraîner une augmentation de salinité et de la sodicité.

	Site: El-Menia. (El Goléa). (MIHOUB 2012)	Site: Ouargla (KOULL 2007)
Granulométrie (%)		
-Argile	A + L: 6,8	2,6
-Limon		27,7
-Sable	SF: 37,4 SG: 55,9	69,8
pH	8,6	8,27
CE	0,11	4,03
salure	0,57	
Calcaire total	1,84	5,2
Matière organique (%)	0,6	0,51
Azote total (%)	0,01	0,02
Phosphore assimilable	45,6 ppm	7,8 Olsen mg/kg
Potassium échangeable ppm	63	51,7
CEC (méq/100g sol)	4,2	6,08
Ca ²⁺	3,905	4,60
Mg ²⁺	0,185	0,31
K ⁺	0,058	0,11
Na ⁺	0,034	1,02

Tableau 1: Analyse de sol (0-30 cm) sur deux stations.

Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols nécessitent le recours à des pratiques agronomiques adaptées. La structure sableuse du sol est à l'origine d'une rapide minéralisation de la MOS en cas d'irrigation et de travail du sol. Le faible taux de MOS et le faible taux d'argile ont pour conséquence une faible CEC. Quant au pH, il est à l'origine d'un fort pouvoir fixateur vis à vis des engrais phosphatés.

II-Stratégie d'utilisation des engrais.

A-Les besoins de la plante:

Les dates d'apports en éléments minéraux doivent tenir compte de la croissance rapide du maïs. D'autant plus que sous pivot sont choisies des variétés à cycle court (80j pour un maïs fourrager et 110j pour un maïs grain). Depuis le stade 10 feuilles jusqu'à la floraison, la plante absorbe jusqu'à 4 kg N, 1 kg P2O5 et 10 kg K2O par jour (Tableau 2).

Nutriment	kg/ha	Nutriment	kg/ha
N	240	Fer	1900
P2O5	90	Manganèse	340
K2O	270	Zinc	300
SO3	65	Bore	200
MgO	40	Cuivre	100
CaO	60	Molybdène	10

Tableau 2. Besoins du maïs en éléments nutritifs.

Un pH supérieur à 7 rend inassimilable pour le maïs le Fe, B, Zn et Mn du sol. Or, le maïs a des besoins importants en certains oligo-éléments. Les oligo-éléments majoritairement prélevés sont le fer et le manganèse. Viennent ensuite le bore et le zinc. Le maïs est très sensible à une carence en zinc. En sol carencé, on observe dès le stade 6-8 feuilles des décolorations jaunes entre les nervures. Des applications foliaires de zinc sont possibles.

A-La fertilisation azotée.

On veillera à réaliser une mesure du reliquat azoté avant chaque culture afin d'ajuster les doses optimales. Cela est d'autant plus vrai sur les parcelles cultivées depuis plusieurs années et où aura été pratiquée une politique de restitutions organiques. L'équation du bilan azoté se résume comme suit:

BESOINS ($B \times r + Rf$) – FOURNITURES ($Mr + Mmo + Mh + Rh$) = DOSE d'engrais minéral à apporter.

B: Besoin de la culture

r: Objectif de rendement réaliste dans la régionale

Rf: Reliquat d'azote dans le sol après la récolte

Mr: minéralisation des résidus de récolte

Mmo: Minéralisation des matières organiques apportées

Mh: Minéralisation de l'humus

Rh: Reliquat d'azote dans le sol au printemps.

B-Fertilisation phosphatée.

Le fort pouvoir fixateur du sol vis à vis du phosphore nécessite l'emploi de stratégies permettant de valoriser pleinement l'engrais apporté. Différentes solutions sont possibles.

-Utiliser un engrais acidifiant type MAP.

Contrairement au Simple Super-Phosphate (SSP) le Mono-Ammonium-Phosphate (MAP) est moins vite rétrogradé en sol saharien. Cela est à mettre en relation avec le pouvoir acidifiant du MAP qui présente les plus faibles pH (Tableau: 3).

	15 jours	30 jours	45 jours
Témoin	64 (8,6)	75 (8,55)	84 (8,44)
MAP	122 (7,84)	145 (7,91)	121 (7,81)
SSP	104 (8,12)	107 (8,14)	102 (8,13)

Tableau 3 : Evolution du taux de P (Olsen) et du pH du sol suite à l'apport de divers types d'engrais phosphatés (MIHOUB 2012).

-Localisation de l'engrais.

Il s'agit de localiser l'engrais sur la ligne de semis ou à 5 centimètres de celle-ci grâce à un dispositif adapté

monté sur le semoir. Il existe pas de références locales en la matière. En France, dans des conditions climatiques et pédologiques moins contraignantes, la localisation a permis en moyenne des gains de : -2,7 qx/ha (synthèse pluriannuelles de 135 essais) réalisés par ARVALIS, -0,6 à 1 tonne de MS/ha en ensilage en 2005 et 2006 (90 comparaisons réalisées par les Chambres d'Agriculture de Bretagne).

-Pulvérisations foliaires.

Sur orge MECKLICHE ET al., (2011) obtiennent un gain intéressant grâce à des pulvérisations foliaires de phosphore et oligo-éléments (Agriphos). En absences de références locales, on peut penser qu'étant donné le fort pouvoir fixateur des sols sahariens, des apports complémentaires peuvent s'avérer bénéfiques.

Traitements	Rendement en grains (qx/ha).	Rendement en paille (qx/ha)
T1 : Témoin sans fertilisation foliaire	26,4	40
T2 : Fertilisation foliaire (Agriphos : phosphore et oligo-éléments)	39,4	48,2

Tableau 4: Résultats (extraits) d'un essai d'optimisation de fertilisation foliaire mené en zone semi-aride sur orge (MECKLICHE et al.,2011).

-Associer sur la même parcelle maïs et féverole.

Il s'agit de semer de la féverole avec des plants de maïs en inter-rangs. L'activité acidifiante des racines de féverole permet au maïs de prélever de plus grandes quantités du phosphore peu disponible dans le sol.

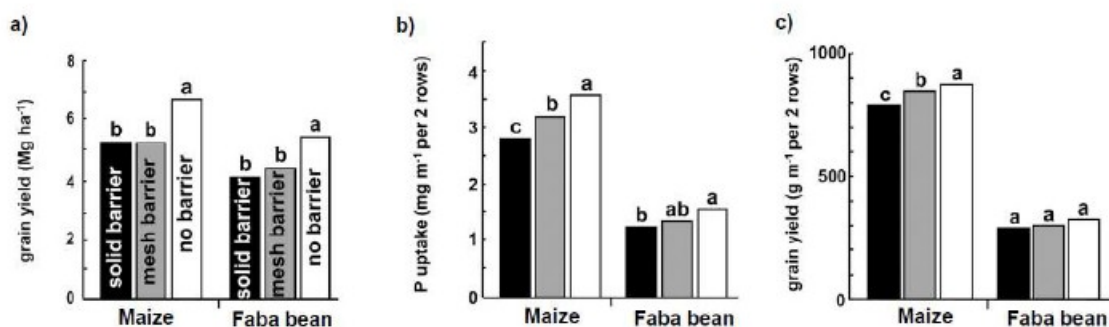


Figure. Expérience de culture associée: maïs-féverole avec 3 types de barrière entre plants. Barrière imperméable (en noir); Barrière de nylon empêchant le contact entre racines maïs permettant le passage de

soluté (en gris); Sans barrière entre les racines des deux plantes (en blanc). LI et al. (2007).

C-Fertilisation potassique.

C'est le taux de potassium dans la plante qui commande la fermeture des stomates des feuilles. Lorsque les pertes en eau de la plante par transpiration sont supérieures à la capacité d'approvisionnement en eau par les racines, les stomates se ferment. Le potassium constitue donc un élément de base dans la régulation du flux hydrique de la plante.

Il existe un antagonisme entre potassium et magnésium. Les besoins du maïs en magnésium se situent entre 50 – 70 kg de MgO/ha. Les deux tiers de du MgO sont absorbés entre la fermeture des rangs et la floraison. On veillera à ce que le rapport K/MgO dans le sol ne soit pas supérieur à 2/1. Le fumier de bovin avec un rapport K/MgO de 4,5/1 ne peut suffire.

III-Amélioration de la fertilité.

La faible rétention de l'eau par le sol et la faible CEC montrent tout l'intérêt d'améliorer le taux de MOS du sol. Diverses stratégies sont envisageables.

-Préserver la MOS du sol par le non-labour.

Les racines et les résidus de récoltes enrichissent le sol. On utilisera le semis-direct afin de ne pas oxygéner le sol et donc de ne pas favoriser l'action des bactéries minéralisatrices. D'autant plus que le taux de minéralisation de la MOS augmente en fonction de la température et des arrosages.

-Apporter du fumier d'ovins et bovins.

L'apport de fumier d'ovins ou de bovins permet de modifier certains paramètres du sol: diminution du pH de 8,72 à 7,73, augmentation de la conductivité électrique de 4,30 à 7,83 dS/m, augmentation de la capacité de rétention en eau de 29,96 à 39,45 % et augmentation de la capacité d'échange cationique de 7,85 à 18,12 méq/100g de sol (KOULL 2007). Outre le fumier, il peut être envisageable d'utiliser des boues résiduaires de stations d'épuration des eaux usées. En l'absence de disponibilités locales en amendements organiques, il peut être envisager d'inclure dans la rotation des engrais vert (sorgho, féveroles, ...).

-Réaliser un semis direct sous couvert végétal.

Là encore il n'existe pas de références locales. Mais afin d'améliorer la fertilité du sol, en absence de disponibilité d'amendements organiques (fumier d'ovins et de bovins), il est envisageable d'utiliser des couverts végétaux à croissance rapide (crucifères, légumineuses, mélange des deux). Ceux-ci peuvent être plantés dès la récolte de blé effectuée. Le maïs grain sera semé au sein de ce couvert qui assurera une protection pour les jeunes plants. En fonction des espèces choisies pour le couvert végétal et de leur concurrence ou non vis à vis de la culture de maïs en cours deux possibilités seront offertes. i) le couvert concurrence le maïs, dans ce cas là il sera détruit par un herbicide; ii) le couvert ne concurrence pas le maïs dans ce cas là il sera maintenue. Dans le cas d'un couvert rampant de légumineuse (trèfles), il pourra constituer un pâturage ou un apport d'azote et de matière organique pour le blé qui suivra.

Toujours en matière de SCV, le couvert peut être constituer seulement des tiges de maïs grains qui ne seront ni récoltées ni enfouies au sol.

CONCLUSION

Cultiver du maïs grain sous pivot en milieu aride nécessite d'améliorer la fertilité du sol afin d'optimiser la nutrition minérale de la plante. Des restitutions organiques sont souhaitables (résidus de récolte, fumier). Une amélioration du taux de MOS permet une meilleure rétention de l'eau d'irrigation, une meilleure CEC et un abaissement relatif du pH. Les prélèvements de phosphore et d'oligo-éléments s'en trouvent améliorés.

Les engrais acidifiants doivent être préférés de même que la localisation des engrais phosphatés. L'optimisation des doses d'azote implique de réaliser des mesures de reliquats azotés. Lorsque les conditions de pH du sol ne sont pas réunies, le recours à la pulvérisation foliaire (P et oligo-éléments) est nécessaire.

Cependant, la nutrition du maïs-grain n'est pas seulement une question de fertilisation minérale. Des mesures agronomiques peuvent concourir à cette nutrition. C'est le cas du semis-direct avec emploi de couverts végétaux dont la féverole. Ceux-ci visent un apport de MOS, un meilleur prélèvement du phosphore ou la fixation d'azote atmosphérique. Envisager des SCV nécessite de développer un savoir local (choix des espèces, des dates de semis). Un SCV de maïs fourrage offre plus de possibilités dans le choix des espèces car ce couvert peut être récolté avec le maïs. Enfin, les possibilités d'irrigation et la température peuvent permettre de s'affranchir des dates de semis propres aux climats tempérés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

KOULL N., 2007 Effet de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de Ouargla. Mémoire de Magister. Université Ouargla.

Li L, Li SM, Sun JH, Zhou LL, Bao XG, Zhang HG, Zhang FS. (2007) Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. Proc Natl Acad Sci USA 104: 11192–11196

MEKLCHE A., DAHMANI S., HABBES S., HANIFI-MEKLCHE L. 2001 Optimisation de la production d'orge en semis direct dans la région de Meskiana (Oum El Bouaghi). Options Méditerranéennes : Série A. 96: 147-151.

MIHOUB A., 2012 Dynamique du phosphore dans le système sol-plante en conditions pédo-climatiques sahariennes. Mémoire de Magister. Université de Ouargla. 101p.