

INTERET DES NOUVEAUX INDICATEURS DU PHOSPHORE BIODISPONIBLE DU SOL : LE CAS DU HARICOT

Kouassi A-S (UNILET-Artiguères) - Denoroy P.& Morel C. (INRA TCEM Bordeaux)

Thème et Objectif

Dans le volet 1 du projet CASDAR RIP¹, on a étudié la pertinence des indicateurs 'concentration des ions phosphate' (Cp) et 'quantité des ions phosphates diffusibles à l'interface solide-solution' (Pr) pour rendre compte de la réponse au P d'une espèce de grandes cultures donnée dans des conditions pédoclimatiques diverses. (Denoroy & al, 2011)

Le cas du haricot vert constitue un bon test de la validité du modèle pour plusieurs raisons :

- dans la famille des Légumineuses, le P joue un rôle multiple dans la nutrition, y compris dans la nutrition azotée via la fixation symbiotique
- cette culture légumière, récoltée à un stade physiologique immature (cycle de 60 jours environ pour une récolte en gousses vertes), dotée d'un enracinement médiocre, paraît *a priori* exposée au risque de carence précoce et donc sensible à la dynamique du P dans la solution du sol.

Méthodes

La relation entre le phosphore biodisponible et la production a été testée sur la culture de haricot vert au cours des campagnes 2008 et 2009 dans 5 sites d'essais choisis pour leur faible teneur en P (moins de 50 mg P₂O₅ Olsen / kg). Les propriétés physico-chimiques de ces sols sont variées et permettent de tester la capacité prédictive des nouveaux indicateurs et de la comparer aux indicateurs classiques.

Le gradient de P phytodisponible a été créé en incorporant des doses croissantes de superphosphate triple avant implantation de la culture. Le dispositif comporte ainsi 10 à 12 doses échelonnées de 10 à 320 kg P₂O₅/ha, sans répétition. Plusieurs témoins (3 à 5) sans apport sont répartis dans le dispositif pour évaluer la variabilité intrinsèque de l'essai.

La valeur de Cp est mesurée à partir d'un prélèvement de sol par parcelle (sur 5 à 30 cm selon essais, soit la profondeur d'enfouissement de l'engrais) environ 1 mois après le semis. Le paramétrage de l'équation décrivant Pr en fonction de Cp et de la durée de réapprovisionnement est effectué par traçage isotopique.

Le rendement du haricot est mesuré par échantillonnage des gousses à la maturité optimale pour une utilisation industrielle.

Résultats et discussion

On constate pour chaque essai une relation croissante entre la dose d'engrais phosphaté et le rendement du haricot, quoiqu'avec une forte variabilité résiduelle. Mais cette relation n'atteint pas nettement un maximum (plateau) de rendement, même pour des niveaux d'apport très supérieurs aux besoins de la culture². Ceci souligne la forte dépendance du haricot à la disponibilité en P.

La relation Rendement = f(C_p) et son ajustement à une fonction quadratique – plateau permettent d'établir, pour chaque site, le rendement maximum. Il est alors possible d'exprimer tous les rendements en Indice de Rendement (IR) et de comparer les essais sur une même échelle (Fig. 1).

De plus, une tentative d'homogénéisation des rendements (ici, par le biais du calibrage) permet dans 3 cas sur 4, de réduire la variabilité de la réponse. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où

¹ Raisonnement Innovant de la fertilisation Phosphatée (Ce projet est financé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche) (appel à projet CAS-DAR 2007, n° 7152)

² La quantité de P assimilée par une culture de haricot vert est environ de 40 kg P₂O₅/ha, dont 10 sont exportés à la récolte.

le P joue, via des décalages de précocité, sur le déroulement de la floraison et le groupement de maturité.

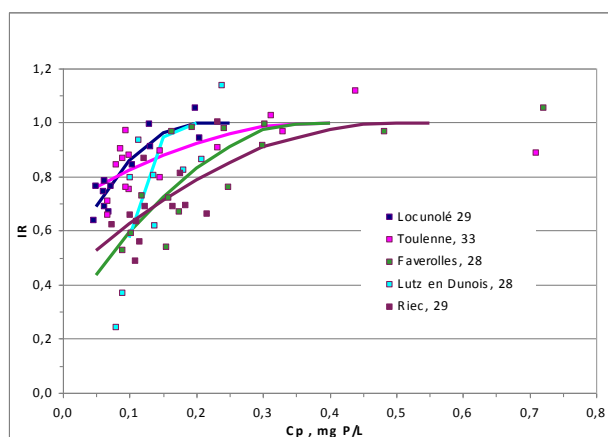


Fig.1 : Réponse du rendement indicé des 5 essais haricot au P soluble

Le regroupement des 5 sites d'essai (fig.1) donne un nuage de points assez éclaté qui en majorité se situe dans la zone de réponse de la culture à l'indicateur. Il est impossible à ce stade de valider l'existence d'une réponse unique et d'une convergence des seuils de non-réponse car les réponses des différents sites se distinguent encore les unes des autres.

Différents causes peuvent expliquer cette dispersion :

- l'imprécision du prélèvement de terre par rapport à la profondeur réelle de mélange de l'engrais
- l'imprécision sur la définition du rendement maximal donc la normalisation du rendement
- la non-prise en compte de la pierrosité et de la porosité du sol

En comparant divers indicateurs de l'offre P (tab. 1), on constate que C_p est celui qui rend le mieux compte de l'ensemble des résultats expérimentaux. Contrairement au cas des autres cultures étudiées dans le projet, la prise en compte du P diffusible ($E_{1'}$ ou $E_{100'}$) n'améliore pas les ajustements, et C_p reste plus pertinent que le P Olsen.

Conclusion

Cette série de 5 essais menés au champ selon un protocole commun a permis d'acquérir des références sur la nutrition phosphatée du haricot. Pour peu que le niveau de départ soit suffisamment bas, la culture répond fortement au phosphore dans des conditions agricoles, aussi bien par la quantité totale de gousses produites que par le groupement de maturité, composantes clés d'un rendement aux normes industrielles. Ces éléments confirment que le haricot doit être considéré comme une culture « exigeante » en P.

D'ores et déjà, il semble que le P soluble (C_p) rend mieux compte que l'extraction Olsen des réponses dans les 5 contextes pédoclimatiques étudiés. La prise en compte du P diffusible, dans le cas de cette culture, n'améliore pas le diagnostic. Toutefois, l'ajustement assez médiocre du rendement aux divers indicateurs d'offre P du sol, peut-être du fait d'imprécisions expérimentales, devra être expliquée par des travaux supplémentaires.

Bibliographie

Denoroy P., Butler F., Castillon P., Champolivier L., Duval R., Fourrié L., Hanocq D., Kouassi A.-S., Métraille M., Morel C., Rabourdin N., Raynal C., Savoie T., Souplet N., 2011, Vers un raisonnement innovant de la fertilisation phosphatée, 10eme Rencontres de la Fertilisation Raisonnée et de l'Analyse, Reims, 23 & 24 novembre 2011.

indicateur	unité	r^2
C_p	mg P/l	0,37
P Olsen	kg P/ha	0,18
$E_{1'}=10 C_p + Pr_{1'}$	kg P/ha	0,11
$E_{100'}=10 C_p + Pr_{100'}$	kg P/ha	0,11

Tab 1 : Réponse multisites de l'indice de rendement à différents indicateurs de P : qualité de l'ajustement à une fonction de Mitscherlich : $y = a - b \cdot e^{-c}$