

EVALUATION D'UN NOUVEL INDICATEUR DE LA PHYTODISPONIBILITE DU PHOSPHORE DANS LE SOL POUR LA CULTURE DU COLZA D'HIVER

Champolivier L. (CETIOM), Denoroy P. (INRA), Montagnier C. (INRA), Morel C. (INRA)

INTRODUCTION

Les travaux menés par la recherche agronomique ces dernières décennies ont abouti à proposer de nouveaux indicateurs de la phytodisponibilité du phosphore pour mieux caractériser le fonctionnement et les mécanismes qui conditionnent le prélèvement de P par les plantes (Pellerin *et al.*, 2001). Il s'agit de la concentration ("Cp") des ions phosphate dissous déterminée après filtration poussée (<0.2µm) d'une suspension de terre dans l'eau (1 g:10 ml) et de la quantité d'ions phosphate diffusibles ("Pr") qui équilibre Cp. Pr dépend du temps de diffusion (t) et de Cp suivant la relation : $Pr = v.Cp^w.t^p$, avec $Pr < P$ minéral. Le P phytodisponible du sol est la somme des ions phosphate en solution ($Q_w = Cp.V/M$) et diffusibles (Pr). L'hypothèse suivante a été émise : la grandeur $E = Q_w + Pr$ serait un indicateur plus pertinent et fiable que les extractions chimiques utilisées dans les systèmes de diagnostic/prescription de la fertilisation phosphatée des plantes de grandes cultures puisqu'il intègre à la fois le pouvoir tampon et fixateur du sol vis-à-vis des ions phosphate (Morel, 2009).

L'objectif de ce travail est de mettre à l'épreuve cette hypothèse pour le colza d'hiver, culture réputée très exigeante vis-à-vis du phosphore. *Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet soutenu financièrement par le ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire et associant l'ACTA (coordinateur), Arvalis-Institut du végétal, le CETA de Romilly, le CETIOM, la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, le CTIFL, l'INRA, l'ITB et l'UNILET.*

MATERIEL ET METHODES

Neuf situations ont permis d'obtenir des données exploitables (tableau 1) :

- 7 essais annuels conduits par le CETIOM (4 en 2009 et 3 en 2010) sur des parcelles d'agriculteurs identifiées comme pauvres en phosphore ; aucun essai n'a été labouré l'année de sa réalisation ; plusieurs sols présentent une teneur élevée en $CaCO_3$;
- 2 situations conduites par l'INRA (1 site x 2 années : 2008 et 2010) sur l'essai longue durée P de Grignon ; ces essais ont fait l'objet d'un labour après l'apport de P.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des expérimentations conduites sur colza d'hiver

Réalisateur	Commune essai (code)	Département	Année	Type essai	Argile %	Refus %	CaCO ₃ %	pH eau	Dernier labour	Profondeur incorporation P
INRA	Grignon (INRA_08)	78	2008	LD	30	0	2.4	8.1	2007	25 cm
CETIOM	Lagardelle (31009)	31	2009	A	13	5	0	4,8	2004	4 cm
CETIOM	Montagnac (47013)	47	2009	A	49	30	35	8,2	"jamais"	6 cm
CETIOM	Vaudremont (52023)	52	2009	A	47	40	32	8,1	2007	5 cm
CETIOM	Rosieres (54022)	54	2009	A	32	45	10	8,1	2005	4 cm
CETIOM	Fonters (11010)	11	2010	A	30	0	20	8,4	> 5 ans	6 cm
CETIOM	Vaux (52002)	52	2010	A	28	10	53	8,3	2007	5 cm
CETIOM	Villey (54003)	54	2010	A	31	0	0	7,4	"jamais"	5 cm
INRA	Grignon (INRA_10)	78	2010	LD	27.2	0	1.3	8.1	2009	25 cm

LD : essai longue durée ; A : essai annuel ; Argile ; teneur en argile après décarbonatation.

Chaque essai annuel comportait 10 modalités correspondant à 9 doses non répétées d'apport de phosphore (20, 40, 60, 90, 120, 160, 200, 300, 400 kg P₂O₅/ha) et un témoin (sans apport) répété pour appréhender la variabilité au sein de l'essai. Le phosphore a été apporté juste avant le semis et enfoui superficiellement (tableau 1).

Les mesures réalisées ont été les suivantes :

- avant les apports d'engrais phosphaté sur les modalités et sur un échantillon moyen par essai issu de la couche superficielle du sol (0-20 cm) : analyse physico-chimique complète (INRA Arras) et détermination des paramètres de l'équation cinétique de Freundlich (v, w et p) permettant de calculer les valeurs de E à partir des mesures de Cp (INRA Bordeaux) ;

- après les apports d'engrais, à un stade juvénile de la culture (2 à 3 mois après le semis selon les essais) : détermination du Cp par modalité sur la couche de sol correspondant à la profondeur d'enfouissement du phosphore et sur la couche sous-jacente (jusqu'à la profondeur de travail profond du sol) et mesure du P Olsen sur les mêmes échantillons ;
- à la récolte du colza, détermination du rendement aux normes (2 % d'impureté et 9 % d'humidité).

Les régressions entre le rendement et l'offre du sol en P (indicateur E ou P Olsen) ont été estimées suivant un modèle quadratique + plateau (Q+P). Pour permettre le regroupement des essais, les rendements étaient exprimés en indice : rendement d'une modalité / rendement maximum de l'essai (valeur plateau de la fonction Q+P entre le rendement et Cp). L'offre du sol (masse P/ ha) était calculée en tenant compte de la masse de terre fine et en pondérant les analyses de chaque horizon par la masse de terre correspondante.

RESULTATS

Sur le critère de la minimisation de la somme des carrés des écarts (SCE) entre les indices de rendement (IR) observés et simulés, le meilleur ajustement entre l'IR et E, tous essais confondus, est obtenu en considérant la couche de sol 0-10 cm. Cette faible profondeur est cohérente avec le fait que la culture paraît surtout affectée pendant ses stades juvéniles.

Le niveau d'amélioration lié à la prise en compte du P dissous et diffusible par rapport à l'indicateur P Olsen a été évalué (figure 1). La relation générale est beaucoup plus étroite avec E (SCE=1.34) qu'avec P Olsen (SCE=3.68). Ceci confirme l'intérêt de la grandeur E comme indicateur plus mécaniste et universel de la disponibilité en phosphore. Toutefois les valeurs seuils de E permettant d'atteindre le rendement maximal ajustées essai par essai ne sont que légèrement moins dispersées qu'avec P Olsen (coefficient de variation de 43 % pour E contre 52 % pour P Olsen).

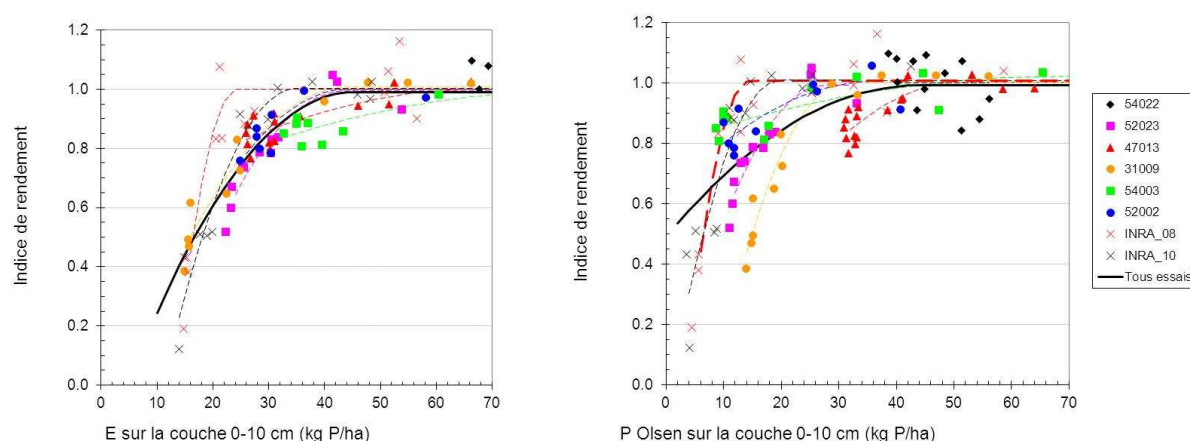


Figure 1 : Relations entre l'indice de rendement et les indicateurs E (à gauche) et P Olsen (à droite) calculés sur la couche de sol 0-10 cm, en tenant compte de la masse de terre fine et t = 800 mn pour E

DISCUSSION - CONCLUSION

L'indicateur E (*a priori* plus mécaniste que le P Olsen) testé dans une large variété de situations expérimentales, semble plus pertinent pour rendre compte de la réponse du colza à de large gammes d'offre en P du sol. Toutefois, il ne permet pas d'annihiler la variabilité entre sites quant à l'ajustement de seuils de réponse opérationnels pour le raisonnement de la fertilisation. La mise en pratique de ce nouvel indicateur va donc dépendre des exigences quant à la précision d'un seuil de prise de décision

Références bibliographiques :

PELLERIN S., MOREL C., SCHNEIDER A., MOLLIER A., DENOROY P., JORDAN-MEILLE L., 2001. Transfert sol-plante des éléments minéraux : avancées des connaissances et perspectives d'application. *Pp. In : Les nouveaux défis de la fertilisation raisonnée. Eds G. Thévenet et A. Joubert. 5 emes rencontres de l'analyse e terre et de la fertilisation raisonnée, Blois, 27-29/11/2001, 390 p.*

MOREL C., 2009, Mobilité et biodisponibilité du phosphore dans les sols cultivés : mécanismes, modélisation et diagnostic. *Océanis*, 33-1/2, pp.51-74