

SUIVANT L'ESPECE, LE RENDEMENT AFFECTE DIFFEREMMENT LA TENEUR EN PHOSPHORE DES GRAINS DE CEREALES

Pascal DENOROY *pascal.denoroy@bordeaux.inra.fr* INRA UMR ISPA Bordeaux
Centre de Recherche de Bordeaux 71 avenue Edouard Bourlaux 33882 Villenave d'Ornon Cedex
Christophe MONTAGNIER INRA UE Versailles-Grignon
Centre de Recherche de Versailles-Grignon Rd 10 - Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles

La teneur en minéraux des récoltes est un facteur déterminant du bilan en phosphore à la parcelle, à égalité avec le rendement. La teneur en P des graines varie suivant l'offre P du sol (Colomb *et al.*, 2007, Denoroy *et al.*, 2015), quoique cette dernière variable n'explique qu'une partie de la variabilité rencontrée.

On cite souvent une diminution de la teneur minérale des grains quand leur biomasse -donc le rendement- augmente (Rose & Wissuwa, 2012), et elle est attribuée à une dilution des minéraux dans les composés carbonés.

Cette dilution du phosphore existe-telle sous une large gamme d'offre en P du sol qui conduirait à même offre P du sol, à une diminution de la teneur en P des grains quand le rendement augmente ? Pour le calcul de l'exportation de P, cette diminution de teneur des récoltes compense-t-elle l'augmentation du rendement ?

Matériel & méthode

Pour isoler –à côté de la disponibilité en P du sol- le facteur rendement des autres facteurs souvent cités comme participant à la définition de la teneur minérale de récoltes (conditions expérimentales, espèce et variété), on a considéré des couples d'années d'essais où dans un site, la même variété d'une même espèce a donné des rendements les plus contrastés possibles lors d'années climatiques différentes. On fait ainsi l'hypothèse que -hormis la nutrition P- seul le potentiel de photosynthèse a été discriminant pour définir la fixation de C et donc le rendement (autres facteurs nutritionnels ou sanitaires non limitants ni discriminants).

Pour sélectionner ces essais on considère le rendement potentiel annuel évalué par la moyenne des rendements des parcelles à nutrition P non limitante et on traite ici les années à rendements potentiels extrêmes.

La comparaison des essais pour la relation entre teneur P des grains et teneur P_{Olsen} du sol met en œuvre le modèle de Mitscherlich (Denoroy *et al.*, 2015) :

$$P_{\text{grain}} = \text{asymptote} * (1 - \exp(-(P_{\text{Olsen}} - a)/b))$$

Les ajustements sont réalisés en utilisant la fonction nls du logiciel R.

Les sites d'essais sont Grignon Folleville (78) sur luvisol, Cestas-Pierroton (33) sur podzol et Carcares Sainte-Croix (40) sur sable. A Folleville, on a étudié le blé tendre (cv. Isengrain), le blé dur (cv. Pescadou), l'orge d'hiver (cv. Cervoise) et le maïs (cv. Troubadour & Kohérens). Les autres sites portaient du maïs de diverses variétés : Volga, Cecilia, DKC5783. Les rapports des rendements des traitements les mieux fertilisés, entre l'année de plus fort au plus faible rendement, variaient de 1.14 à 1.71 et toujours significativement différents de 1 cas.

On teste dans chaque couple (années) de cultures la significativité :

- de la différence de teneur P des grains, pour le traitement le plus fertilisé.
- de la différence de paramétrage du modèle de Mitscherlich, qui indiquerait des réponses différentes de la teneur P des grains.

Résultats et discussion :

Les paramétrages sont souvent significativement différents dans un couple d'essais, ce qui indique bien des rôles conjoints de l'offre du sol et des conditions climatiques annuelles (\leftrightarrow rendement potentiel) sur la détermination de la teneur en P des grains.

Ceci apparait aussi dans la figure 1 qui est un exemple des différences entre essais comparés, pour les données et les modèles ajustés.

La teneur en P de grains diminue par dilution dans la biomasse quand le rendement augmente pour le blé tendre, le blé dur ou l'orge. Mais pour le maïs, les différences de teneur aux fortes offre en P du sol sont non significatives, voire inverses à l'attente (exprimant peut-être un problème de remobilisation du phosphore dans les cultures de faible rendement). Ce constat est cohérent avec les valeurs estimées de l'asymptote du modèle de Mitscherlich, qui sont très proches dans le cas du maïs. Pour le maïs, les différences de paramétrages du modèle entre essais s'exprimeraient davantage dans les autres paramètres du modèle.

La confrontation pour les situations à nutrition P élevée (P3), du rapport des rendements au rapport inverse des teneurs des récoltes montre une moindre variabilité des teneurs P des grains que dans le cas d'une stricte dilution du P, ce qui laisse penser que d'autres mécanismes conditionnent la teneur des grains et tempèrent la simple dilution.

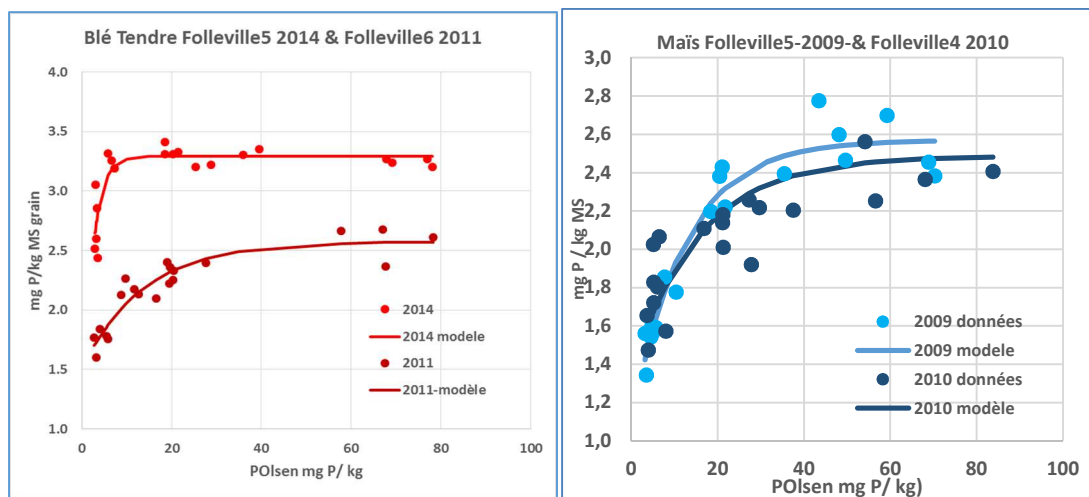


Figure 1 : exemple de réponses et ajustement des modèles

Conclusion :

Pour le blé tendre, le blé dur et l'orge, la teneur en P des grains dépend clairement du rendement en sus de dépendre de l'offre en P du sol, et la dilution du P dans la biomasse s'exprime nettement, sans toutefois rendre compte de toute la variation de teneur. Pour le maïs, la teneur en P des grains dépend de l'offre en P du sol mais moins nettement du rendement.

Un modèle de prévision de la teneur en P des récoltes devra prendre en compte ces deux variables d'effets antagonistes : niveau d'offre en P du sol et rendement et rendre compte d'une variabilité observée sur tous les paramètres du modèle de Mitscherlich.

Ces résultats acquis dans un nombre limité de sites doivent encore être validés dans davantage de situations

Références bibliographiques :

- Colomb B, Debaeke P, Jouany C, Nolot JM., 2007, Phosphorus management in low input stockless cropping systems: Crop and soil responses to contrasting P regimes in a 36-year experiment in southern France. Eur J Agron 26:154–165. doi: 10.1016/j.eja.2006.09.004
- Denoroy P, Montagnier C., Gavaland A., 2015 La teneur en phosphore des grains dépend fortement de l'offre en phosphate du sol ; *Comment formaliser cette relation ?* COMIFER-GEMAS, 12èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse – COMIFER- GEMAS Lyon 18 et 19 novembre 2015
- Rose T.J.& Wissuwa M., 2012, Rethinking internal phosphorus utilization efficiency : a new approach is needed to improve PUE in grain crops. Advances in Agronomy, 116, 185-268