

COMIFER Groupe PKMg
Compte-rendu de la réunion du 12 mars 2015
(à la Maison Nationale des Eleveurs, Paris)

Participants :

AGASSE Sophie (APCA), BARANGER-DALLERAC Myriam (Lhoist), BOUTHIER Alain (Arvalis), CHEVALIER Christophe (K+S France), DAGUENET Gérard (EuroChemAgro), DENOROY Pascal (INRA ISPA Bordeaux), EVEILLARD Philippe (UNIFA), FELIX FAURE Bruno (Galys Laboratoire), HEURTAUX Mathilde (ACTA), JORDAN-MEILLE Lionel (Bordeaux Science Agro), KALT Sébastien (Laboratoire LCA), LAMBERT Marc (Yara), LANDAIS Franck (Agroqualita), LECONTE Laetitia (COMIFER), LE SOUDER Christine (Arvalis), MONTAGNIER Christophe (INRA UE Versailles-Grignon), PARMENTIER Jean-Marie (Rosier), REGNIEZ Emile (Bordeaux-Sc.Agro. / SAS), ROISIN Christian (Université Gembloux), SAGOT Stéphanie (LDAR), THIEBAUT Florent (CETA Romilly), VALE Mathieu (Laboratoire SAS)

Ordre du jour :

- Actualités du COMIFER et du Groupe PKMg
- Exposés :
 - o L'essai PK de Gembloux (B) (C.Roisin - Université de Gembloux & JM Parmentier - Rozier)
 - o L'essai PK de Changins (CH) (S.Sinaj – Agroscope ; *présenté par P.Denoroy - INRA*)
 - o L'essai K d'Aspach (C.Chevalier - K+S)
 - o Le dispositif PK de Grignon-Folleville (P.Denoroy - INRA & C.Montagnier - INRA)
- Avenir du groupe, autres questions

1) Actualités du COMIFER et du Groupe PKMg

Actualités du COMIFER (voir pdf de présentation « COMIFER-PKMg-2015mars12.pdf » en pièce jointe) :

Christine Le Souder annonce le départ de notre délégué générale, Tassadit Moucer, suite à son licenciement par l'UNIFA. Elle présente la nouvelle organisation pour 2015 : Esma Boukraa s'occupe de la partie secrétariat et Sophie David-Droisier, consultante en événementiel, prend en charge la préparation des 12^{èmes} Rencontres Comifer-Gemas (Lyon, 18-19 novembre 2015). Il est envisagé de recruter une déléguée générale à mi-temps à partir de 2016.

Christine présente les principaux points du dernier conseil d'administration (14 janvier 2015) :

- Un point important de l'activité du COMIFER concerne la convention avec les Ministères pour l'accompagnement national des GREN (Groupes Régionaux d'Expertise Nitrate), notamment pour la procédure de reconnaissance réglementaire des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote. Pour cela, un groupe d'appui COMIFER – RMT Fertilisation & Environnement et un comité de pilotage ont été créés. Ils font des propositions mais ce sont les Ministères qui prennent les décisions.
- Le site internet du COMIFER est en train d'être actualisé sur le fond et la forme pour mettre en valeur les activités des groupes. L'objectif est que le site soit opérationnel pour la gestion des inscriptions des 12^{èmes} Rencontres.
- Le guide de la fertilisation raisonnée, dont la première version date de 2005, est en cours de réécriture. Bruno Colomb est chargé de la coordination. L'objectif initial reste que la nouvelle version soit prête pour les 12^{èmes} Rencontres.

L'Assemblée Générale du COMIFER aura lieu le 2 avril 2015 matin à la MNE et sera suivie d'un Conseil d'Administration. Parmi les points sont à l'ordre du jour de l'AG : le renouvellement du conseil d'administration et une intervention sur le sujet des nouveaux paradigmes du raisonnement de la fertilisation azotée (JM Meynard, C.Ravier) ; l'ordre du jour détaillé sera prochainement diffusé aux adhérents.

Une journée d'hommage à Jean-Claude Fardeau est organisée en association avec l'AFES le 13 avril 2015 à AgroParisTech. La journée sera composée de témoignages et d'exposés scientifiques & techniques sur des thèmes traités par Jean-Claude Fardeau durant sa carrière. Une inscription payante sera demandée (contribution aux frais).

Pascal Denoroy rappelle que les 12^{èmes} Rencontres auront lieu le 18 et 19 novembre 2015 et présente les titres des sessions des journées :

- Session 1 : Gestion de la nutrition azotée
- Session 2 : Emission de GES, innovations en systèmes de cultures
- Session 3 : Fertilisation PK, analyses de terre
- Session 4 : Indicateurs biologiques du sol

Suite à l'appel à communication, 55 propositions ont été reçues. Parmi elles, il y aura 21 présentations orales et les autres sujets feront l'objet de posters. Le programme détaillé sera rendu public prochainement.

Actualité du Groupe PKMg : profondeur de prélèvement de terre en cas d'absence de prolongée du labour (voir pdf de présentation « stage profondeur prélèvement travail du sol-MValé.pdf » en pièce jointe) :

Matthieu Valé présente les réflexions du groupe de travail constitué de : Alain Bouthier (ARVALIS), Bruno Félix-Faure (GALYS), Pascal Denoroy (INRA), Christine Le Souder (ARVALIS / COMIFER), François Servain (LDAR / GEMAS), Bernard Verbèque (CA 45), Matthieu Valé (SAS Laboratoire / AGRO-Systèmes). Cette thématique a été récemment relancée à la demande du GEMAS, elle concerne particulièrement la gestion des éléments P, K et Mg, peu mobiles dans le sol.

Trois réunions téléphoniques ont été organisées depuis le dernier Groupe PKMg en octobre 2014.

L'absence de travail est à l'origine de l'apparition de gradients. La surface s'enrichit en P (et K & Mg) alors que le sol en profondeur reste à teneur constante voire s'appauvrit. Le gradient va dépendre de la durée sans labour et de l'itinéraire technique.

Plusieurs questions se posent :

- La profondeur de prélèvement historique (« labour ») reste-t-elle valide ?
- Comment quantifier l'enrichissement en surface ? Les normes d'interprétation actuelles sont-elles adaptées à un prélèvement de terre en surface ?
- Un prélèvement de terre en surface est-il suffisant pour une interprétation pertinente de la réalité en termes d'offre de nutriments du sol aux cultures, sachant les racines explorent également la couche non travaillée ?

L'objectif est de trouver un consensus technique et partagé entre tous les opérateurs sur une règle de décision simple. Pour cela, il a été décidé de construire un arbre de décision afin de cibler les situations avec un risque de gradient et de tester l'impact de ce gradient sur le conseil délivré à partir des analyses (PK et chaulage).

Ces réflexions font l'objet du stage de fin d'étude d'Emile Régniez (Bordeaux Sciences Agro).

La 1^{ère} étape sera de traiter les données provenant d'essais déjà réalisés et d'acquérir de nouvelles références sur un réseau de parcelles. Le comité de pilotage se réunit début avril pour sélectionner les parcelles et fixer le mode opératoire pour le prélèvement et l'analyse des échantillons.

Matthieu Valé précise qu'on ne peut pas dissocier les profondeurs de prélèvement des paramètres à analyser pour porter un diagnostic.

Pour l'analyse de terre et son interprétation, la normalisation porte sur les méthodes d'analyses mais pas sur l'échantillonnage (pour lequel des principes généraux sont énoncés).

La profondeur de prélèvement fait partie des informations à fournir pour la BDAT (Base de Données des Analyses de Terre du GISSOL à Orléans).

Divers :

- Philippe Eveillard présente les tendances de livraison d'engrais minéraux pour la campagne 2014-2015 (voir pdf de présentation « COMIFER PKMg 12mars2015-Marché-engrais-PhE.pdf » en pièce jointe). Il y a peu d'évolution pour l'azote et le soufre, le magnésium est en légère progression, le phosphore et le potassium sont en recul. Cependant, la saison de livraison n'est pas terminée pour les cultures 2015, donc les tendances sont provisoires. Philippe présente également l'évolution des livraisons d'éléments fertilisants en kg/ha (prairies comprises) entre 1999 et 2014. L'azote est autour de 90 kg/ha. Le phosphore et le potassium sont autour de 20 kg/ha et le soufre est passé légèrement au-dessus.

- Le règlement européen harmonisé sur l'ensemble des matières fertilisantes est actuellement en *stand-by* complet et sera relancé fin 2015 au mieux.
- Une conférence européenne sur le phosphore a été organisée le 5 et 6 mars 2015 à Berlin : <http://www.phosphorusplatform.eu/conference/espc2015.html>. Une station d'épuration y a déjà mis en place un procédé d'extraction du phosphore sous forme de struvite.
- Le MAAF vient de mettre en ligne le rapport sur les produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes commandé auprès de Rittmo : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_final_ETUDE_Produits_de_stimulation_en_agriculture_2014_cle8632c3.pdf. Il dresse un état des lieux des connaissances disponibles sur le sujet.
- Arvalis a également publié un document sur le test de divers produits sur 3 ans, avec analyses statistique des résultats.
- G.Daguenet signale une possible évolution de la réglementation qui conduirait à devoir obtenir une autorisation d'expérimentation avant de pouvoir faire des tests d'efficacité de matière fertilisante. Cette réglementation calquée sur celle des produits phytosanitaires pourrait devenir un frein à l'expérimentation sur de nouveaux fertilisants.
- L'UMT Alter'N « connaitre les sources alternatives d'azote (légumineuses et produits résiduaux organiques) pour gérer des systèmes de culture à faibles pertes azotées et moins dépendants aux engrais de synthèse » a été agréée. Le Groupe PKMg pourra être amené à travailler avec cette UMT portée par le CETIOM, sur l'aspect « gestion du phosphore ».
- L'AFPF (Association Française pour la Production Fourragère) organise 1.5 jours sur la fertilité des sols dans les systèmes fourragers les 8 et 9 avril 2015 à Paris.

2) Exposés (voir pdf des présentations en pièces jointes)

- L'essai PK de Gembloux (B) (C.Roisin - Université de Gembloux & JM Parmentier - Rozier)

L'essai a été mis en place en 1967 avec un objectif de départ vaste : « Etudier l'influence des fumures minérales appliquées aux plantes de grande culture sur le rendement, les normes qualitatives, les teneurs et les exportations des récoltes ainsi que sur les paramètres chimiques du sol sans négliger l'aspect économique ».

L'essai est mené sur un sol limoneux (%Argile = 15-18%, %Sable = 8-9%) avec une teneur en MO de 2% et un pH_{eau} de 7. La rotation est principalement triennale : betterave, blé, escourgeon.

Trois niveaux de fertilisation P et K sont testés et croisés, soit 9 traitements initialement, avec 6 répétitions. Les apports d'engrais sont en tête de rotation, et il y a restitution des résidus de culture :

- P0 ou K0 : Impasse
- P1 ou K1 : Apports = exportations ; Soit 180 kg P₂O₅ et 270 kg K₂O pour 3 ans.
- P2 ou K2 : Apports = 2 x exportations en 1967, apports = 1.5 x exportations depuis 12 ans

Les modalités N ont été abandonnées dans les années 70, la fertilisation minérale est de forme identique sur toutes les parcelles (aucun apport de matières organiques).

Depuis 2012, chaque parcelle a été divisée en 2 :

- Sur une moitié, protocole inchangé
- Sur l'autre moitié, apport d'une fumure raisonnée (P1, K1 + S) fractionnée sur 3 ans au lieu d'un apport en tête de rotation (y compris sur les ex-modalités P0 et K0)

Pour l'analyse de terre, les extractions de P et K sont réalisées à l'acétate lactate (méthode différente de l'acétate-lactate-EDTA des laboratoires provinciaux belges). En 1967, le sol était « bien pourvu » en P et K (entre 10 et 15 mg P ou K /100 g). En 2013, les teneurs ont bien baissé (autour de 5 mg pour le P0 et entre 5 et 10 mg pour le K0). Mais les bilans calculés sur la base des déterminations analytiques sont toujours inférieurs à ceux basés sur le bilan des entrées et sorties minérales, illustrant le pouvoir tampon des sols vis-à-vis des éléments P & K

En 2013, une culture de lin a été introduite. Le lin est une plante exigeante au niveau nutritif, en K en particulier, son cycle est très court et elle est sensible aux carences. L'état de la végétation a été mesuré le 15 mai avec le GPN Pilot. D'après les mesures réalisées, on remarque que :

- Il existe une bonne corrélation entre le rendement paille et l'état de la végétation et une faible corrélation entre la teneur en fibre et l'état de végétation. Un bon départ de végétation peut néanmoins favoriser la fibre.
- Le P joue un rôle déterminant sur le développement végétatif et donc sur le rendement et la teneur en fibre.
- Il n'est pas possible de mettre en évidence un effet du K sur le rendement. Le niveau de K a un effet sur la teneur en fibre indépendamment du développement végétatif.

D'après les photos (mais aussi des mesures de pénétrométrie), le K aurait également un effet sur le niveau de régularité de la culture et sur la structure du sol (interaction avec les feuillets d'argile).

En marge de l'exposé, C.Roisin nous a présenté rapidement son équipement automatisé de mesure de pénétrométrie : fichier ButtePDT-Kain-CRoisin.pdf

Concernant les rendements des cultures obtenus au cours des dix dernières années, on constate que :

- Avec K1, il n'y a pas de gain de rendement en P2 par rapport à P1 (sauf pour le lin). La baisse de rendement en P0 varie selon les cultures. La betterave, l'escourgeon et le lin sont plus pénalisés.
- Avec P1, il n'y a pas de gain de rendement en K2 par rapport à K1 (sauf pour le lin). En K0, la pomme de terre et le lin sont très pénalisés. Sur la betterave, l'impact sur le rendement fluctue avec les conditions climatiques.
- Il semblerait que le blé profite des restitutions de feuilles de la betterave et que l'escourgeon, en 2^{ème} paille, soit plus pénalisé.

Sur les parcelles où la nouvelle fumure est appliquée (P+K+S), les observations sont les suivantes pour le lin :

- L'apport de P, K&S au printemps a un effet bénéfique sur l'état de végétation dans les parcelles les plus carencées (modalités P0 et K0). Cependant, la nouvelle fumure a effet sur le rendement paille pour quelques modalités seulement : phénomène de « récupération » en cours de croissance.

- L'apport de P, K&S a un effet sur la teneur en fibre sur presque toutes les modalités et un effet sur le rendement en fibre sauf pour les parcelles les plus riches.
- Le rendement du lin a augmenté par rapport au P2 (il y a donc une suspicion de carence en S sur tout l'essai) et il n'y a pas beaucoup de différence avec le K2.

Pour l'escourgeon, on observe un gain de rendement avec le soufre de l'ordre de 6 q dans les modalités non déficitaires en P ou K. Le gain de rendement est important dès la deuxième année avec ajout de P dans les anciennes modalités P0.

Jean-Marie Parmentier présente ensuite la DIP (Dissolved Ions Photography), méthode qu'il développe pour la mesure et l'interprétation du phosphate et autres ions soluble à l'eau. La solution du sol a été suivie sur l'essai durant 6 campagnes. Les teneurs en P mesurées varient au cours de l'année, en fonction de la culture, de l'apport d'engrais et des conditions climatiques. Voir les fichiers joints « Suivi DIP dans essai LD CRA-W - COMIFER.pdf » et sur un suivi à venir : « bett reuliaux.pdf »).

- L'essai PK de Changins (CH) (S.Sinaj – Agroscope ; présenté par P.Denoroy - INRA)

L'essai a été mis en place en 1971. Il est mené sur un sol argileux (%Argile = 52%) avec une teneur en MO de 5% et un pH_{eau} de 6.7. La rotation est la suivante : blé d'hiver, maïs, blé d'hiver, colza. 5 niveaux de fertilisation P et K sont testés :

- OP - OK
- OP - Norme K
- Norme P - OK
- Norme PK
- Norme P + 60 kg/ha P2O5 - Norme K + 200 kg/ha K2O

Des « normes » officielles P/K sont établies en fonction des cultures (Sinaj et al. 2009).

Les teneurs en P et K disponibles dans le sol sont mesurées via différentes méthodes (chimiques ou isotopiques). Les teneurs en P et N sont également mesurées dans la plante durant sa croissance et à la récolte. Les rendements des cultures sont comparés.

La différence de dilution du P dans la plante selon le traitement, semble plus nette pour le blé que pour le maïs.

- L'essai K d'Aspach (C.Chevalier - K+S)

L'essai a été mis en place au milieu des années 80 sur un sol de limon avec une teneur en MO de 2%.

Il s'est déroulé sur 3 phases :

- 1984-1992 : expérimentations menées par la SADEF
- Arrêt de l'essai pendant 10 ans (apport par l'agriculteur de N uniquement)
- Reprise de l'essai car effet marqué de la fertilisation mise en place lors des expérimentations sur le rendement (-30% sur le maïs)

Aujourd'hui, 3 niveaux de fertilisation sont testés, croisés avec les traitements précédents :

- Impasse
- Apport préconisations COMIFER R1 (qui peut donc parfois être nulle)
- Apport renforcé $R2 = 2 * R1$

Aucune mesure de la teneur en K dans le sol n'a été réalisée en 1992 ; on partait de 150 ppm K₂O en 1984. Depuis la reprise de l'essai, on observe une différenciation des teneurs en fonction des modalités et une augmentation d'une classe en 10 ans dans les modalités fertilisées. Il n'y a pas de différence entre H0 et H1.

Les rendements obtenus avec une impasse de K décrochent plus lors des années climatiques atypiques (sécheresse, gel). Les baisses de rendement sont moindres dans les autres modalités (H1, H2, H3).

On remarque que les épis fusariés sont plus importants avec une teneur en K faible. Il en est de même pour les attaques de rhizoctone sur betterave. Les dégâts de gel sont aussi plus importants (destruction plus forte).

Une fertilisation raisonnée en K permet de lisser les impacts des aléas climatiques.

Une approche économique a également été réalisée. La préconisation du COMIFER a permis de dégager une marge additionnelle de 186 €/ha, environ 40 € en plus par rapport au H0. Les parcelles avec la préconisation du COMIFER ont une meilleure marge additionnelle que le H2. Le prix des engrais K (notamment en 2008 et 2009) impacte évidemment les résultats.

- Le dispositif PK de Grignon-Folleville (P.Denoroy - INRA & C.Montagnier - INRA)

Le dispositif a été mis en place il y a 50 ans sur un sol de plateau limoneux. Créé par le SNIE en 1958, il a été rétrocédé à l'INRA en 1993. Il était constitué à l'origine de 7 « soles » différentes (en pratique, ce sont des essais indépendants), il en existe 5 aujourd'hui. Les protocoles ont évolué au cours du temps, notamment sur 2007-2010 lors de la participation au projet CASDAR-RIP (Raisonnement Innovation de la fertilisation Phosphatée).

Dans l'essai P, c'est à dire pour les soles 4 à 7, 5 niveaux de fertilisation sont testés depuis 1986 jusqu'en 2008 :

- P0 = impasse
- P1 = 60 kg P₂O₅/ha
- P2 = 120 kg P₂O₅/ha
- P3 = 240 kg P₂O₅/ha
- Phosphate naturel à 120 kg P₂O₅/ha

Ils ne sont plus maintenus ainsi que dans la sole VII.

Dans la sole II, on a un essai croisé P*K avec subdivision de parcelles en 1965 et 1978. Ces traitements sont toujours en cours.

On observe des baisses de rendement dans les modalités les moins fertilisées ou fertilisées avec un phosphore non soluble-eau. Les rendements décrochent en particulier en P0 et avec le phosphate naturel.

Toutes les soles ne semblent pas équivalentes en potentiel de rendement en fonction de leur localisation (plateau ou bas de pente) et de l'historique des traitements.

Lors du projet CASDAR RIP, le protocole de fertilisation a été modifié :

- Ex-P0 et P1 : création de traitements intermédiaires (0, 15, 30 et 60 kg P₂O₅/ha)
- Ex-P2 : impasse
- Ex-P3 : diminution de 240 à 120 kg P₂O₅/ha

Depuis 2011, dans les soles 4 à 6, tous les traitements sont en impasse sauf les ex-P4 qui reçoivent 120 kg P₂O₅ /an.an. Dans ces soles, les indices de rendement des traitements P1 et P2 en impasse ont tendance à diminuer par rapport au P3, ce qui montrerait une disponibilité moins bonne du stock de phosphate « ancien » ; à confirmer.

D'après les analyses, on remarque une faible disponibilité du P issu du phosphate naturel : le P Olsen des parcelles fertilisées en phosphate naturel est équivalent à la modalité P0 sur 0-25 cm, alors qu'il n'y a pas d'effet-bloc sur les blocs 2 à 5 où sont testées les modalités-doses en superphosphate .

Par ailleurs, les teneurs en phosphore total sont plus basses en profondeur sur le bord Est du dispositif (« bloc 1 ») où est testé le phosphate naturel ce qui explique des incohérences de bilans (P total) entre P2-superphosphate et P2-phosphate naturel

Des courbes « typiques » de réponse du rendement à l'offre P du sol sont obtenues. Il est possible de classer les espèces en fonction de leur réponse. Par exemple, le colza supporterait une carence plus importante mais l'indice de rendement chute fortement à partir d'un seuil.

La teneur en P des grains varie curvilinéairement dans le sens de l'offre P du sol. Cela serait à prendre en compte pour le calcul des exports de P dans les bilans. Pour des offres du sol (teneurs en P Olsen) très faibles, on observe un nouveau enrichissement en P des graines qui s'explique par des rendements très faibles et donc une moindre dilution du P.

3) Avenir du groupe, autres questions

Pascal Denoroy souhaiterait que le document de référence sur la fertilisation PK, édité en 1993, soit réécrit sous une forme plus accessible et que les seuils et modes de calcul soient remis à jour progressivement.

Le groupe décide de traiter les deux sujets suivants lors de la prochaine réunion :

- Où en est-on dans la mesure des éléments solubles du sol (P, K, Mg) : méthode de mesure, interprétation,...
- La profondeur de prélèvement de terre en cas d'absence de prolongée du labour (cf. présentation de M.Valé) : le stage d'Emile Régniez sera alors terminé et le sujet aura été débattu aux journées de Lyon.)

La prochaine réunion aura lieu au mois de janvier ou février 2016. Un sondage sera lancé par internet prochainement pour fixer la date.

Pièces jointes :

- Présentation guide de la journée/actualités du COMIFER : COMIFER-PKMg-2015mars12.pdf
- Présentation Matthieu Valé : stage profondeur prélèvement travail du sol.pdf
- Présentation Philippe Eveillard : COMIFER PKMg 12mars2015-Marché-engrais-PhE.pdf
- Présentation C.Roisin : COMIFER-EssaiPK-Gembloux-Roisin Mars 2015.pdf et ButtePDT-Kain-CRoisin.pdf
- Présentation JM Parmentier : Suivi DIP dans essai LD CRA-W – COMIFER.pdf & bettreuliaux.pdf
- Présentation Sokrat Sinaj : Essai PK-Changins (CH)_Sinaj.pdf
- Présentation Christophe Chevalier : Essai K longue durée dAspach-le-Bas(68)-K+S-.pdf
- Présentation Pascal Denoroy et Christophe Montagnier : Folleville-PK-2015mars12-.pdf

Laëtitia LECONTE et Pascal DENOROY
30 mars 2015