

Compte-rendu de la réunion du 2 octobre 2018

(GDS, 37 rue de Lyon)

Participants (32) :

AGASSE Sophie (APCA), BUMOD Remy (Crop nutrition), CANARD Alain (Soufflet), CARNEC Frederic (ICL Fertilizers), CASSAN Laurent (APEF), CLAUDE Pierre-Philippe (POLYOR), de BANDT Marie (COMIFER), DENOROY Pascal (INRA), DEVILLERS Jean (Agricompost), DESCAMPS Claude (AZE Conseil), DIZIEN Caroline (Agrosolutions), DUVAL Rémy (ITB), EVEILLARD Philippe (UNIFA), FELIX-FAURE Bruno (GALYS), GRATECAP Jean-Baptiste (CA Eure et Loir), HANOCK Daniel (CRAB), JORDAN-MEILLE Lionel (Bordeaux Sciences Agro), LAMBERT Marc (YARA), LANDAIS Franck (SUMI agro), LECOMTE Rémy (Eurochem), LE SOUDER Christine (Arvalis), MAQUOI Simon (Agricompost), MONPROFIT Cédric (K+S KALI), RAVENEL Coraline (FNAMS), NOBILLE Cécile (Unilasalle), REGNIEZ Emile (AUREA), SAGOT Stéphanie (LDAR), SAVOIE Thierry (CA Eure et Loir), SEXE Mathias (EMC2), STERCKEMAN Thibault (INRA), TAUVEL Paul (ITB), THIEBAUT Florent (CETA Romilly sur seine), XARDEL Sophie (LORCA)

Ordre du jour

- Nouvelles du COMIFER et actualités autour des problématiques PK - P. Denoroy
- Revue de presse sur l'actualité PK en recherche, travaux associant INRA sur 2017-2018, L. Jordan-Meille
- Travaux en cours du groupe P K Mg
 - - Brochure "Les bases du raisonnement COMIFER pour la fertilisation P-K-Mg", S. Sagot
 - Réponse et suite à donner au CASDAR "Gestafert PK", P. Denoroy
 - Etude méthodologique liée à la fixation de seuils de référence pour le pilotage de la fertilisation phosphatée, L. Jordan-Meille
- Spéciation chimique et phytodisponibilité du phosphore en sols tropicaux amendés en produits résiduaux organiques , Cécile Nobile)
- Présentation de l'essai de longue durée P K de Miermaigne T. Savoie, J.B. Gratecap, Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir et R. Duval, P. Tauvel, Institut Technique de la Betterave
- Problématique sur Cd, engrais P et sols agricoles (Thibault Sterckeman)
- Vœux sur sujets à aborder à la prochaine réunion.

Pièces jointes à ce compte rendu (déposées sur le site du COMIFER, espace P K Mg):

- trame de la présentation générale, y compris étude bibliographique (L. Jordan-Meille)
- exposés de C. Nobile, T. Sterckeman, T. Savoie & J.B. Gratecap, R. Duval & P. Tauvel,
- article de Sterckeman *et al.* 2018,

Nouvelles du COMIFER et actualités problématiques PK (P. Denoroy).

- La date des prochaines rencontres a été fixée : Les 20 et 21 novembre 2019 à Dijon

Le Comité d'organisation est ouvert aux adhérents pour l'organisation des rencontres.

L'appel à Communication a été lancé, toutes les personnes souhaitant faire connaître leurs travaux ou résultats récents sont invitées à proposer leurs communications et à les transmettre au COMIFER **au plus tard le 17 décembre 2018** par mail à s.droisier@comifer.fr en précisant «Proposition de Communication_14èmes Rencontres 2019». Cette année il est possible de mettre en liens sur le site les posters en version anglaise

- Journée "Ammoniac" le 14 mars 2019

Afin de participer à la réflexion collective face aux enjeux de la France de réduire les émissions d'ammoniac pour 2020

- Groupe Fertilité et vie biologique des sols

Les Inscriptions sont toujours ouvertes pour le nouveau groupe fertilité et vie biologique des sols

- Labellisation des outils de calcul des doses prévisionnelles d'azote

Lancée depuis cet été, la première phase de labellisation est en cours.

- Site du Comifer

Un travail a été mené afin d'améliorer la fonction "recherche" du site internet. Nous sommes actuellement en recherche de volontaire pour l'indexation des documents. Ce travail aura lieu courant 2019 suite à la définition des mots clé et revoir l'interface avec notre prestataire

- Etat du marché des fertilisants

Les résultats de l'année ne sont pas encore disponibles pour faire l'état du marché pour 2018. Concernant le Règlement européen sur les fertilisants, ce dernier a été suspendu pour l'instant.

- Parangonnage

Dans le cadre du dossier de parangonnage, soit de l'étude des méthodes de fertilisation dans les pays européens, nous sommes en recherche de contacts pour mieux comprendre l'utilisation des méthodes.

Revue de presse sur l'actualité PK en recherche et cartographie des thèses en cours sur P K Mg

Cette veille scientifique a été effectuée par Lionel Jordan-Meille et fait état des articles traitant de P, K et Mg, parus depuis 2017, auxquels ont participé des chercheurs de l'INRA. Les contenus des articles, rapidement présentés, peuvent permettre de choisir un thème à approfondir lors de la prochaine réunion, en invitant par exemple l'un des auteurs cités.

Articles traitant de Potassium :

- 1. Croiser alimentation K et Eau : Etude du niveau de la nappe phréatique et de la consommation des arbres pour analyser les effets du stress hydrique.
- 2. Suivi du devenir des sucres dans les feuilles de plantes carencées en potassium selon différents niveaux de stress hydrique.
- 3. Etude en plein champ potassium et eau : les résultats montrent des moindres résistances des tiges suites aux analyses mais pas de différences de composition des tiges sur la teneur en lignine. Les tiges sont plus petites et de diamètres inférieures et ravagées par la pyrale.
- 4. Les formes de phosphore dans le canton de Fribourg en Suisse : Mesure du potassium total et deux autres mesures, étude des corrélations avec les types d'occupation du sol, le type du sol, la roche mère, création d'une carte des teneurs de Kech.

Articles traitant de Phosphore :

Modélisation des cycles au niveau global

- 5. Données globalisées sur les teneurs des sols en phosphore dans les sols
- 6. Flux de P à l'échelle mondiale, dépendance des échanges de denrées alimentaires
- 7. représentation mondiale des teneurs en P dans les sols avec des données macro agricoles (P total, P bio-disponible): .
- 8. Modélisation globale (modèle Orchidée)
- 9. Diagnostic de la dynamique du P dans des écosystèmes naturels. Avec les changements globaux, la hausse de CO₂ devrait s'accompagner d'une meilleure productivité, ce qui n'est pas constaté. Il faudra du P et de l'N pour accompagner la hausse de la production mondiale.
- 10. Enrichissement en CO₂ dans une forêt d'eucalyptus : pas de résultats significatifs ce qui montre que le P est un facteur limitant et que l'effet du CO₂ n'est pas significatif.

Transferts de P

- 11. Effet des zones tampons et sur les flux de P soluble : impact de la remise en eau sur les pics de transferts de P.

- 12. Flux de P soluble de la remise en eau de ces zones lorsque l'anoxie est prolongée.
- 13. Comment améliorer la connaissance des flux de P total et de matières en suspension à partir de données hydrologiques peu coûteuses.
- 14. Méthode de détermination de l'origine du P dans les sédiments, utilisant le traçage isotopique de l'¹⁸O des phosphates
- 15. Relation nitrate/phosphate en bassin forestier: la teneur en P soluble augmentent avec les années, alors que les nitrates diminuent. La concentration de P est naturelle l'été dans les rivières et n'est donc pas une pollution diffuse. Ce projet soulève des questions sur la relation entre la diminution des nitrates dans les eaux et l'augmentation parallèle du P dans les eaux.

Bio géochimie

- 16. Des espèces ont une bonne efficacité de prélèvement du P mais cette efficacité dépend du pH du sol (neutre, alcalin etc), ainsi les variétés sont efficaces dans un contexte pédologique donné.
- 17. Le citrate augmente la disponibilité du P dans la rhizosphère, l'activité microbienne autour des racines est faible et la plante bénéficie des échanges en cation citrate.
- 18. L'activité rhyzo-bactérienne des légumineuses est possible même quand le sol est pauvre en P.
- 19. Intérêt sur les études sur le P organique : préconisations de recherche
- 20. Comparaison de cinq pays européens et de leurs méthodes d'analyse du P biodis.

Travail du sol

- 21. Géostatistique : quel impact du travail du sol sur la distribution du P ?
- 22. Projet sur le maïs : impacts du travail du sol sur des gradients de teneurs en P du sol.

Ecophysiologie

- 23. Réponse de la croissance de prairies au P et sur le prélèvement d'N.
- 24. Processus photosynthétique et rôle du P dans la respiration nocturne. Quels effets de l'N et du P et de leurs carences ?
- 25. Effet de la profondeur d'enfouissement de la graine au semis avec l'effet sur la croissance.

Recyclage du phosphore

- 26. Traitements séquentiels du P dans les stations d'épuration.
- 27. Biodisponibilité du PO₃ (phosphite) : sélective (OGM), permet de lutter contre les adventices dans les sols carencés en P.

Travaux en cours du groupe P K Mg

Brochure "Les bases du raisonnement COMIFER pour la fertilisation P-K-Mg" (S. Sagot)

La brochure PKMg a été revue entièrement, sur la base d'une page blanche. Certaines questions sont remontées et la brochure a été réécrite en sachant les éléments suivants :

- Conservation des éléments concernant le Mg;
- Restreint aux cultures de plein champ;
- Pas de raisonnement économique développer;
- Ajout en annexe des documents COMIFER avec les grilles de coefficient.

Aujourd'hui la brochure est en phase de relecture. Les questions encore en discussions sont :

- Est-ce qu'il faut publier les seuils ? Il n'y a pas eu de nouvelles publications depuis la création de la grille en 1995, mais il serait intéressant de les mettre dans la nouvelle brochure en les complétant avec les tableaux Arvalis
- Cas des fertilisants non complètement solubles : il avait été décidé de garder un paragraphe sur cette question, quel est l'avis du groupe ? le nom de ce sujet n'est pas très clair, « soluble dans quoi ? » mais cette question est intéressante à développer mais il faudrait revoir le titre.
- Pas de conclusions à ce jour : il est nécessaire d'inclure une conclusion sur les travaux ou les futurs travaux du groupe, et de faire une ouverture sur les méthodes utilisées dans d'autres pays et d'indiquer qu'on est globalement sur les mêmes méthodes.

Cette brochure sera normalement finalisée pour la prochaine réunion.

Réponse et suite à donner au CASDAR "Gestafert PK" (P. Denoroy)

Ce projet a été bâti afin d'actualiser le raisonnement publié dans les années 90, en intégrant notamment les résultats des essais qui ont été fait en France et a l'étranger et en intégrant également de nouvelles références sur les intercultures, la diversification du travail du sol, l'Agriculture biologique etc. ...

Le projet n'a pas été retenu dans le cadre de la procédure CASDAR. Quelles suites à donner aujourd'hui ?

Deux pistes aujourd'hui :

- Reproposer le projet au CASDAR l'année prochaine. Mais avec quel porteur de projet ? Cela pourra être encore le Comifer ; quel chef de projet ? Pascal Denoroy ne pourra pas assurer la responsabilité car il sera en retraite ; les retours de l'évaluation du projet ont indiqué que le projet était trop gros et qu'il faudrait séparer les parties 2.1 ("Actualisation du raisonnement sur la base des analyses de terre") et 2.2 ("Intégration des systèmes de culture dans le raisonnement à échelle multi annuelle et autres systèmes de production"); si cette solution est retenue il faut déposer une manifestation d'intérêt pour le 20 novembre.
- La deuxième hypothèse est de faire sans financement ; Le Comifer peut prendre en charge un étudiant qui permettrait de démarrer ce sujet

Etude méthodologique liée à la fixation de seuils de référence pour le pilotage de la fertilisation phosphatée (L. Jordan-Meille)

L'objectif de cette étude était de tester, sur un jeu de données issues d'une essai P de longue durée (Pierroton, INRA), différents modèles d'ajustements (linéaire-plateau, quadratique-plateau, Mitscherlich, Cate Neslon). Les tests ont portés sur les données brutes ainsi que des données où les teneurs en P dans le sol sont interpolées entre deux périodes de mesures. Deux méthodes ont été mises en œuvre pour calculer les indices de rendements (division par la valeur maximum enregistrée sur une année données, ou par la valeur moyenne des rendements du traitements P4). Des seuils de non réponses ainsi ont été établis, assortis d'intervalles de confiance.

Sur cet essai particulier (sols sableux, maïs, phosphore), c'est en utilisant l'indice rendement IRmoy et en enrichissant les données brutes d'interpolations qu'on observe le moins d'incertitudes sur les valeurs des seuils estimés. Dans ce cas la fonction linéaire-plus-plateau et Mitscherlich qui ont des valeurs proches peuvent être utilisées. On peut privilégier la fonction Mitscherlich celle-ci étant plus robuste.

Spéciation chimique et phytodisponibilité du phosphore en sols tropicaux amendés en produits résiduaux organiques (Cécile Nobile)

Contexte, objectifs : Le recyclage des résidus organiques (RO) en agriculture pourrait permettre de limiter l'utilisation des ressources minérales de phosphore (P), à condition de déterminer leur efficacité pour fournir du P aux cultures. L'objectif de ce travail était donc d'étudier les mécanismes déterminant l'effet des RO apportés au sol sur la biodisponibilité du P pour la plante (phytodisponibilité).

M&M : Ce travail a été basé sur cinq essais de terrain à La Réunion, fertilisés sur une décennie avec des fertilisants organiques ou minéraux, et sur des expérimentations d'incubations en conditions contrôlées et de cultures de plantes en pot. Le P inorganique (Pi) et organique (Po) disponible du sol a été déterminé par des extractions (eau, Olsen), la technique des diffusifs gradients in thin films (DGT) et la dilution isotopique associée à des membranes échangeuses d'ions. La capacité de sorption en Pi des sols a été évaluée avec des courbes de sorption. Le P phytodisponible a été déterminé en mesurant le P prélevé par la plante.

Résultats : Dans les différents types de sol (andosol, andique cambisol, nitisol et arenosol), l'apport de RO a augmenté le Pi disponible relativement au Po, suggérant que la minéralisation du Po issu des RO n'est pas un facteur limitant la disponibilité du Pi. Les RO ont augmenté le Pi disponible principalement par l'augmentation du pH du sol et par conséquent la diminution de sa capacité de sorption de Pi. Le P phytodisponible a augmenté avec le Pi disponible du sol, mais a diminué avec l'augmentation du pH du sol. Au-delà de la dose de P, l'effet de l'apport de RO à long-terme sur la phytodisponibilité du P semble principalement contrôlé par l'évolution induite du pH du sol.

Conclusions, Perspectives : il est pertinent d'appliquer les résidus organiques sur les sols à forte capacité de sorption afin d'augmenter la disponibilité du P. Proposition d'amélioration de l'outil de la fertilisation organique en prenant en compte l'effet alcalinisant des résidus organiques. Déterminer comment les résidus organiques modifient le pH ; associer les effets à courts terme et à long terme des résidus organiques

Remarques du public

B Félix Faure : Les méthodes de mesure de la valeur neutralisante des amendements organiques ne sont pas adaptées aux amendements organiques.

T Sterckeman : la mesure de CEC à la cobaltihexime n'est pas adaptée aux andosols

T Savoie : liens entre nutrition azotée, variation du pH, variation de CEC

Présentation de l'essai de longue durée P K de Miermaigne (T. Savoie, J.B. Gratecap, Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir et R. Duval, P. Tauvel, Institut Technique de la Betterave)

Cet essai a été mis en place en 1984, initialement conduit en 4 blocs avec 9 modalités (croisant 4 niveaux d'apports en P et autant en K), qui ont évolué en 1993. Beaucoup de cultures différentes sont présentes sur l'essai; avant 1993 la rotation était essentiellement maïs ensilage/blé/blé, après 1993, plus de cultures ont été intégrées.

Les différents niveaux de K n'ont jamais conduit à des baisse de rendement. Les teneurs en potassium échangeable (K_{ech}) sont stables sur la modalité K0, malgré les exportations et les bilans déficitaires. La nature limono-argileuse du sol est en cause.

Sur cet essai PK longue durée, l'aspect rouge des plantes n'est jamais ressorti comme un manque de P, mais par contre les plantes carencées étaient plus petite, avec moins de biomasse.

Effet sur les rendements :

- Perte de rendement important sur P0 notamment de blé de blé, sur le colza ; les pertes de rendements ont tendance à se tasser : creuser pour savoir pourquoi ?
- P2 et P3 l'impact sur le rendement est fort les premières années jusqu'en 1993, le rendement diminue après sur P3 mais pas P2,
- Pas de différence significative entre P1 et P2
- Sur P3, attendre 6 années d'impasse avant d'avoir un impact sur le rendement ;

Pour 2019 il est prévu d'intégrer une 2eme paille car cette succession n'a pas été observée depuis quelques années.

Il n'y a pas d'impact significatif des impasses de P. Mais plus on est sur des cultures avec des exigences fortes plus les baisses de rendements sont importants en P0.

Essai betterave :

La récolte de 2017 n'a pas eu de stress hydrique. Le protocole se faisait avec deux mesures, une initial et une au stade 2-6 feuilles qui correspond à un stade de haute sensibilité pour la betterave.

Trois éléments ont été étudiés sur cet essai : poids racine, richesse et rendement en sucre.

L'effet de P et K est plutôt significatif sur le poids racine. La carence en P est visible sur le développement végétatif et le nombre de feuilles, mais pas sur le taux de sucre. Le rendement-sucre est affecté via le rendement-racine. Au contraire, le niveau de nutrition en K influence le taux de sucre, mais la relation n'est pas linéaire.

Il n'y a pas eu d'observations particulières sur l'aspect sanitaire des betteraves

Problématique sur Cd, engrais P et sols agricoles (Thibault Sterckeman)

Ce programme est extrait du projet Varytex , qui fait état de la surconcentration de cadmium dans les pays du monde dans des sols cultivés et des denrées végétales. Les engrais phosphatés représentent environ 75 % de la part d'apport de cadmium dans les sols. IL y a 51 ppm en moyenne de Cd dans les phosphates utilisés en agriculture (provenance Afrique du Nord). Depuis 2003 l'union européenne demande aux états de réduire cette exposition (objectifs de ramener les concentration en Cd dans les engras à 20 ppm) et de mener des recherches pour réduire les transferts vers les végétaux.

Le projet visait à travailler sur la phytoextraction du Cd et donc à une dépollution des sols. C'est une étude prospective sur des couverts pièges a métal (CIPAM) via une brassicacée. Il y a plus de phytoextraction dans les feuilles que dans les racines, ce qui permet d'extraire de manière optimisé le cadmium du sol. Aucune application commerciale de cette étude n'est aujourd'hui possible car il n'y a pas de production de semence.

Les différents postes du bilan de Cd dans les sols concernent les apports atmosphériques, par les engrais, les MAFOR et les amendements basiques calciques. Les sorties sont représentées par le lixiviation, les récoltes. La différence de bilan exprime l'enrichissement. On analyse la sensibilité des teneurs en Cd dans les sols en fonction de la fréquence d'utilisation de CIPAM.

Cependant les données Agreste en fertilisation qui ont été utilisées sont une moyenne de la fertilisation sur les parcelles qui sont en situation fertilisées : une correction de l'article est en cours.

Aujourd'hui en 2017 on est sur une utilisation moyenne française de 22 kg de P2O5. Différents modèles de baisse sont présentés dans le power point. Dans l'ensemble pas de grande variation de cadmium dans les sols c'est pourquoi des essais de phytoextraction ont été mis en place.

Un autre axe de travail serait intéressant de travailler est de réduire la mobilité du cadmium dans les sols.

Actuellement le cadmium est classé cancérigène mutagène reprotoxique (CMR); il est corrélé à la présence de marqueurs de dysfonctionnement et des taux sanguins.

Il y a actuellement une exposition moyenne de la population au Cd de l'ordre de trois fois supérieur à la "norme". Parallèlement, les teneurs en Cd dans les sols sont trois fois plus concentrées que celles du bruit de fond naturel.

Vœux sur sujets à aborder à la prochaine réunion.

Travail simplifié du sol et références pour la fertilisation,

Focus sur les cultures intermédiaires et la gestion de la fertilité PK

Présentation de l'outil Merci par Sébastien Minette

Présentation de l'essai de longue durée de Rothamsted

...