



Comité Français d'Étude et de Développement  
de la Fertilisation Raisonnée

## Réunion du groupe de travail P K Mg

02 juin 2022 à Paris

09h30 – 16h30

Bourdelat Alain	Propriétaire agricole
Agasse Sophie	UNIFA
Amy Charlotte	UniLaSalle Rouen
Carnec Frédéric	ICL Europe
Collard Jean-François	Agricompost
David Julien	Emc2
Diedhiou Khady	COMIFER
Gratecap Jean-Baptiste	CA 28
Jordan-Meille Lionel	Bdx Sc Agro
Lambert Marc	YARA
Lecomte Rémy	Eurochem
Lemoine Agathe	CRA Pays de la Loire
Le Roux Benjamin	Auréa Agrosiences
Maignan Morgan	ARVALIS
Maquoi Simon	Agricompost
Nobile Cécile	CIRAD
Sagot Stéphanie	LDAR (labo départemental)
Thiebaut Florent	CETA de Romilly-sur-Seine
Tourlière Pierre-Yves	Timac Agro
Vandermeersch Elise	CRA Normandie

**09h30 : Début de réunion ; tour de table.**

### **Actualité du COMIFER (Lionel Jordan-Meille, BSA)**

Retour rapide sur le dernier grand évènement du COMIFER : les 15<sup>e</sup> Rencontres COMIFER-GEMAS.

Rappel des thèmes abordés qui ont constitué l'actualité de la fertilisation en 2021 : prédominance de la thématique azote ; un thème émergent (les indicateurs microbiologiques) ; rappel des thèmes des posters.

Présentation des thèmes ressortis de l'enquête diffusé à l'issue des 15<sup>e</sup> rencontres : parler du phosphore, des demandes d'approches plus globales, et la prise en compte de l'aspect économique de la fertilisation. Le rappel des fondamentaux de la fertilisation semble aussi être une attente de certains participants.

Information à propos de la prochaine réunion des animateurs des groupes de travail du COMIFER ayant pour but de travailler sur la synergie entre les groupes et discuter des thématiques à aborder lors des prochaines rencontres.

Un appel au volontariat est lancé pour participer au comité de pilotage des 16<sup>e</sup> Rencontres prévues en fin 2023. Tout adhérent qui le souhaite peut participer à l'organisation des prochaines rencontres.

### **Etat des lieux sur le marché des matières fertilisantes (Frédéric Carnec, ICL Group)**

Point sur la situation de marché actuelle, avec l'augmentation de la demande, et donc des prix des engrais, situation amplifiée du fait de la situation en Ukraine. L'impact mondial de cette situation est très différent de son impact en France

Les chiffres présentés révèlent une forte hausse de la demande d'engrais en Amérique Latine, en Asie du Sud et du Sud-Est. Cela correspond aussi à une hausse des surfaces en céréales dans ces zones, ce qui induit une hausse du prix des engrais. Avec l'augmentation du prix de vente des céréales, cela devient stratégique de se procurer de l'engrais

En Amérique et en Asie, le phosphore et le potassium sont aussi importants que l'azote alors qu'en Europe certains sols sont généralement bien pourvus en ces éléments. L'impact à court terme de la hausse des prix des engrais P et K est alors possiblement moins important en Europe.

Un point sur les réserves mondiales en phosphate (Maroc -très grande réserve (50 Mt) -, Chine (3 Mt), Algérie, etc.) a permis d'aborder et de mieux comprendre les flux mondiaux. Les Canadiens sont les plus grands exportateurs devant la Russie, l'Europe de l'Est et le Maroc. Les importateurs principaux sont l'Amérique du Nord et le Brésil (très impactant sur le marché : gros consommateur mais pas du tout producteur).

Par rapport à la dépendance vis-à-vis de l'Ukraine et la Russie, le Brésil est fortement dépendant surtout sur les engrais K, ensuite vient la Chine (juste sur le K, pas de données pour P et N) et l'Europe.

Une forte augmentation de la demande mondiale est enregistrée, notamment sur les engrais K. Certains pays comme le Brésil ont des besoins importants et mettent le prix fort tandis que les agriculteurs des pays européens ne sont pas disposés à payer ces mêmes prix.

Les évolutions des cours de différents engrais phosphatés ont permis de constater que les prix ont quasiment triplé. Par conséquent, les livraisons d'engrais ont fortement diminué en France depuis 2017 : 30% (-14% sur les apports de P et K sur la dernière campagne). Une baisse est encore prévue pour la campagne en venir.

### **Discussions / Echanges**

Les échanges entre les membres du groupe ont permis de souligner dans le même temps une légère progression des apports de P et K à travers les apports d'engrais organiques, avec notamment une hausse de la commercialisation des engrais organiques d'origine étrangère.

L'accent est mis sur le risque d'apport insuffisant en P et K, notamment puisque les quantités utilisées ces dernières années étaient déjà en forte réduction. Les cultures vont inévitablement souffrir des apports en baisse, notamment sur le K qui contribue à la résistance aux périodes de sécheresse. La hausse du prix des céréales de cette année permettra de compenser la hausse du prix des engrais. Néanmoins, l'incertitude sur les prix des récoltes à la prochaine campagne est bien réelle et les agriculteurs peuvent se retrouver en difficulté si les prix des engrais continuent d'augmenter. Il serait donc intéressant de réaliser des matrices en guise d'outils d'aide à la décision, qui serviront à identifier les situations pour lesquelles les apports de P et K sont les plus rentables, en utilisant des essais longues durée : travailler à la production d'indices de profitabilités (identification des apports bénéfiques).

### **✚ Existe-t-il un risque d'appauvrissement des sols en P et K ? Quels risques pour les cultures ? Retours d'expériences. (L. Jordan-Meille et tous)**

Les éléments présentés et discutés sont basés sur :

- les bilans régionaux de fertilisation en France entre 1988 et 2013
- les données de la BDAT de 2016 sur le phosphore, le potassium et le magnésium
- les données statistiques de l'UNIFA en 2022

Il en ressort que depuis 2013 jusqu'à 2020, les entrées d'engrais minéraux sont plutôt stables et le bilan des entrées/sorties est légèrement positif avec un léger excédent pour le phosphore. Cependant il y a de fortes disparités entre les régions.

Pour  $K_2O$  en 2012/2013, le bilan au niveau des sols français était nul (imports = exports). Actuellement, les bilans sont négatifs. Il faut donc réaliser des apports

Concernant le potassium, certains types de sol sont naturellement riches en cet élément et ne sont donc pas concernés par les risques de carence (des problèmes de biodisponibilité peuvent néanmoins exister). Dans les sols argilo-limoneux, on apporte plus de potassium, ce qui paraît

contradictoire mais les apports ne sont en général pas tout de suite disponibles pour les plantes et on observe des carences du fait des problèmes de biodisponibilités.

Un tableau de synthèse des risques selon les fonctions de l'agrosystème impactées par les carences de P K et Mg est présenté (cf. PPT p.30) : une plante moins nourrie en K maîtrise moins ses pertes en eau (régulation stomatique, enrroulements foliaires) ; une carence en Mg induit un préjudice à la photosynthèse (taches jaunes) ; absence de K : tige fine et plus sensible à la verse ; croissance racinaire réduite en cas de carence en P, etc.

Pour éviter ces problèmes, il faut convaincre les agriculteurs à fertiliser davantage en P, K et Mg si les analyses confirment une carence : plus de racines en cas de sécheresse ; nutriments utiles dans un contexte de réduction des produits phytosanitaires ; effet positif du potassium sur la turgescence ; etc.

Cas des essais longues durées : il n'y en a pas beaucoup, les principaux sont actuellement exploités dans le cadre de la rénovation des seuils de P et K. Une mise à jour des bilan P K Mg dans les sols français est prévue en 2023 par l'UNIFA.

Globalement, d'après les bilans, la situation pour le potassium devient critique et c'est l'élément à bien surveiller, relativement au P et au Mg qui sont, en moyenne, moins déficitaires à l'échelle nationale.

### **Etat d'avancement du projet "PhosphoBio " sur la fertilité en phosphore des exploitations grandes cultures et polyculture-élevage en Agriculture Biologique -AB- (Morgan Maignan, ARVALIS)**

Ce projet a débuté fin 2020 et comporte 4 principales actions : état des lieux, diagnostic, pronostic, valorisation.

L'objectif est de concevoir des références dans un contexte de hausse des surfaces en AB, la rareté des ressources en phosphore, et le constat du peu (ou pas) d'apports de fertilisants organiques dans certaines exploitations.

Les premiers résultats présentés aujourd'hui se concentrent sur les actions 1 (observatoire de 202 parcelles) et 2 (indice de nutrition,).

Dans le cadre de l'observatoire, des analyses de terres ont été réalisées durant l'hiver 2021/2022 sur chaque parcelle. Des analyses foliaires sont aussi réalisées sur maïs et blé avant la floraison et à l'épiaison, soja, luzerne, ainsi que sur prairies. L'étude s'est focalisée sur ces cultures car il y a des références existantes et/ou des parcelles d'essais mis en place.

Méthode Olsen utilisée pour les extractions car c'est la plus répandue. et car une étude INRAE de Bordeaux a montré la pertinence de cette méthode au regard d'autres analyses.

Le choix a été pris au début du projet de ne pas travailler sur l'efficacité de différents produits du commerce riche en phosphore.

Le travail est réalisé sur des parcelles anciennement et nouvellement converties en AB. Sur des vieilles parcelles en AB sans apports, on observe déjà des teneurs très basses en P.

Remarque : cela peut être lié à l'effet sol, à l'historique de fertilisation, la présence d'élevage et pas qu'aux pratiques de fertilisation actuels

Présentation des résultats sur 200 parcelles : une bonne partie des parcelles sont sous le seuil de renforcement ou à la limite de ce seuil (pour une culture à faible exigence comme le blé) : une moyenne de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen à 45ppm.

Pour le K<sub>2</sub>O, la situation est moins critique : moyenne à 245 ppm.

En Occitanie pour P et K : Présentation de quelques tendances également.

Spatialement, à l'échelle de la France, il y a une disparité sur les teneurs du sol. Les seuils sont supérieurs au seuil de renforcement (seuil COMIFER) pour certains territoires mais il sont plus bas dans le sud-ouest (15 à 20 ppm de moins dans le sud-ouest et inférieurs à T<sub>renf</sub> pour des cultures peu exigeantes). Sur certaines parcelles, on observe des bilans P « fertilisations – exportations » très élevés car il y a beaucoup d'apports de matières organiques exogènes, notamment des fientes de volailles.

Des enquêtes en cours permettront d'aller plus loin dans les interprétations, avec la prise en compte des apports exogènes.

Les teneurs sont relativement stables pour le P Olsen entre 2017 et 2021 sur 43 parcelles du Sud-Ouest (ancien observatoire Occitanie). Les références vont aussi permettre de remettre à jour les bilans et avoir des références pour l'AB si les différences sont significatives par rapport au conventionnel.

### **Revue de littérature scientifique -2021-22- (Lionel Jordan-Meille)**

Retour sur l'actualité scientifique avec la présentation de 3 articles scientifiques choisis par les membres du groupe parmi l'ensemble des articles initialement proposés.

Les articles choisis sont :

Sur le phosphore :

- *Plant & Soils test to optimize Phosphorus fertilization management of grasslands*
- *Critical plant phosphorus for winter wheat assessed from long-term field experiments*

Sur « l'interaction » entre le magnésium et le phosphore :

- *Evidence for magnesium-phosphorus synergism and co-limitation of grain yield in wheat agriculture*

Cf. PPT '2022.06.02 Articles approfondis' pour le détail des articles.

## **Raisonnement de la fertilisation P et K des CIVE (Stéphanie Sagot, LDAR et sous-groupe de travail)**

Problématique : est-il nécessaire de fertiliser les CIVE ? La réponse est oui compte tenu de l'importance des rendements. Comment raisonner cette fertilisation ? Faut-il fertiliser directement la CIVE ou la culture d'après pour ne compenser que les exportations réelles ?

Le choix du sous-groupe est de fertiliser la CIVE, en se basant sur l'objectif de rendement.

Pour les CIVE suivies de céréales d'hiver on observe que leurs rendements sont assez stables d'année en année et que le rattrapage du rendement de la céréale est possible par un apport l'année N. Dans l'objectif de ne pas surfertiliser, on proposera par contre des plafonds sur les doses en K, comme les exportations sont très élevées pour cet élément.

La variabilité des teneurs en P, K (nécessaires au calcul des exportations) est importante entre les espèces de CIVE. Une typologie « CIVE céréale à paille d'hiver » est donc proposée pour regrouper les différentes espèces actuellement exploitées (seigle, orge, triticale, ...) en attendant une éventuelle collecte de données plus importante permettant de les différencier. Remarque du groupe : ce sont les niveaux de maturité qui distinguent les espèces : A une même date, les céréales ne sont pas au même stade, ce qui influe sur les teneurs.

La fertilisation azotée n'a a priori pas d'effet sur les teneurs en P et K sauf peut-être à travers le rendement (essai CA 02) mais cela reste à confirmer avec d'autres essais, tout comme il faudrait vérifier l'absence d'influence de la fertilisation PK ou du niveau de teneurs du sol en P et K (risque de consommation de luxe de potassium).

Les teneurs moyennes en N, P et K dans les CIVE retenues pour une date de récolte précoce (diapo 4) se rapprochent des valeurs connues pour le ray-grass (COMIFER, 2007). Les cultures de CIVE sont proches des cultures fourragères à plusieurs titres.

La question du classement des CIVE céréales à Paille d'hiver comme culture exigeante ou non est difficile à établir puisqu'il n'y a pas d'essai PK qui mettrait en avant (ou pas) des chutes de rendement dans des sols déficitaires en absence de fertilisation.

Il a été proposé dans le sous-groupe de simuler différentes rotations et de calculer les besoins en P et K des CIVE céréales à Paille d'hiver, soit en considérant qu'elles étaient peu exigeantes, soit en considérant qu'elles étaient exigeantes. Dans le 2<sup>ème</sup> cas, il est prévu d'appliquer un plafond sur la dose à 200 kg de K<sub>2</sub>O comme pour les cultures fourragères.

Une seule rotation culturale est montrée dans le diaporama (remarques sur les exportations de MS : la situation est jugée très optimale). Il s'agit d'une situation sans impasse : on considère qu'il y a du digestat dans le système.

On calcule les conseils pour différents types de sol et une gamme progressive de teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et en K<sub>2</sub>O.

**Proposition finale du sous-groupe** : classer les CIVE céréales à Paille d'hiver comme peu exigeantes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et moyennement exigeantes en K<sub>2</sub>O.

### **Remarques du groupe PK :**

Si des impasses sont réalisées sur céréales à paille avant les CIVE qui subissent aussi des impasses, un risque de déstockage des sols est encouru, surtout sur les parcelles dédiées à la production de CIVE (risques de carences dans les années qui vont suivre). Si on exporte et qu'on « renforce » pour maintenir le potentiel du sol, ça ne devrait pas poser problème.

La question reste : La CIVE est-elle une culture comme les autres ? Faut-il donc considérer la CIVE comme une culture supplémentaire dans la rotation, avec les mêmes règles de raisonnement, ou considère-t-on d'emblée qu'elle devrait être moins fertilisée car ce n'est pas une culture alimentaire, et qu'elle a un objectif environnemental ?

La seconde option est pour le moment retenue (positionnement arbitraire ?).

### **Autres remarques :**

- CIVE avant maïs : elle prélève tout le P et K : en deux ans on perd environ 300 U de  $K_2O$  (carences induites).
- Passé récent de fertilisation : notion à remettre en cause : le stock total de certains sols est sûrement très élevé
- Se rapprocher des allemands pour récupérer des données ?

### **Utilisation de bactéries solubilisatrices de P au service de la nutrition du Colza (C. Amy, UniLaSalle Rouen, unité AGHYLE)**

Le colza est considéré comme une culture très exigeante en azote et phosphore. La diminution des prix des produits récoltés et la hausse du coût des engrais justifie l'intérêt de l'usage de nouvelles formes de nutrition de cette culture.

Certaines fonctions des bactéries sont impliquées dans de nombreux services différents : cycles des nutriments, séquestration du carbone, structure du sol, etc. Usage de la notion de phytobiome : plantes et microorganismes associés.

L'azote et le phosphore sont liés au niveau des cellules végétales pour acquisition, incorporation et transmission des éléments dans la plante. D'où le besoin d'une caractérisation des souches solubilisatrices qui sont largement commercialisées sous forme de biointrants.

Sur colza, mise en évidence de bactéries cultivables à partir d'échantillons de sol prélevés au plus près des racines des plantes (il ne s'agit pas d'un sol rhizosphérique pur). PSB (Photo Synthetic Bacteria) sous colza et sous légumineuse : production d'exsudats, effet de l'historique de la parcelle, exigence de la plante, etc. La biomasse est plus élevée en présence de la souche lorsque l'apport de fertilisants phosphatés est diminuée de 50 % : coïncide avec un remaniement dans la structure des communautés microbiennes associées aux plantes.

Le transfert des bactéries d'une parcelle de colza à une autre ne garantit pas le fonctionnement du phénomène d'assimilation du P.

L'étude montre que la souche a un effet sur l'assimilation de P, mais sa survie après transfert reste incertaine. La souche prélevée à un endroit X peut aussi exister à un endroit Y indépendamment du transfert. Dans les cas de carence en P, on note une présence d'exsudats décrits dans la littérature comme permettant de recruter des bactéries du sol ayant des fonctions d'intérêt.

Les travaux ont permis de mettre en évidence le recrutement de microorganismes par l'utilisation d'une souche impliqués dans la fixation de diazote, résistance au stress osmotique, etc. et la diminution de genres microbiens impliqués dans diverses fonctions (croissance racinaire, biocontrôle) pouvant ainsi moduler certaines fonctions de l'agrosystème.

Les travaux ont été réalisés en serre et permettent de mettre en avant l'intérêt des associations. Ils méritent d'être transposés au champ, après quelques tests et autorisations préalables car la multiplication de bactéries au champ nécessite des AMM comme pour les biointrants ou biostimulants.

### **Tour de table : suggestions concernant l'organisation des prochaines Rencontres ?**

- Exposer des travaux de recherche approfondis sur les biostimulants : des études scientifiques qui prouvent leur efficacité.
- ACV de certains fertilisants ? (Connu sur N, les mettre en avant)
- Bilan carbone de certains engrais
- Lien carbone énergie
- Les systèmes innovants
- Approche plus globale des systèmes de culture : se servir de la fertilisation pour accompagner la baisse des phytos.
- Couple pH-potentiel redox
- Produits issus des élevages d'insectes : nouveaux PRO
- Blue N : nouveaux fertilisant azoté à base de bactéries : des résultats de tests ?