



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

Réunion du groupe de travail Statut Acido-Basique (GT SAB)

19 mars 2024 – Présentiel (Paris)

09h – 16h

COMPTE RENDU

Participants :

NOM	Prénom	Structure
BELAÏD	Yosra	Unifa
BRAUD	Armelle	CDDM
CACHON	Jean-Pierre	CETA du Marlois
CHORIER	Luc	Groupe Saint Hilaire
DAVID	Julien	Emc2
DIEDHIOU	Khady	COMIFER
DROISIER	Sophie	COMIFER
FONSEGRIVES	Yannick	Lhoist (Co-animateur du GT)
HENAULT	Catherine	INRAE
JONVILLE	Dominique	BASF
LAFLEURIEL	Philippe	Oxyane
LAGRANGE	Hélène	Arvalis (Co-animatrice du GT)
LEBAILLY	Anne-Laure	Chambre d'agriculture France
NOIRTIN	Emmanuelle	Violleau
RANOARISON	Sarah	LDAR
TOURLIERE	Pierre-Yves	TIMAC AGRO
ZIHLMANN	Jean-François	MEAC

09h30 : début de réunion

Tour de table et ordre du jour

Actualités du COMIFER

Point d'information sur l'activité des autres groupes de travail qui se sont réunis depuis la dernière réunion du GT SAB :

- Le groupe PKMg s'est réuni pour échanger sur la Directive Européenne sur les Sols (Soil Monitoring Law) qui établit un critère de salubrité des sols lié aux risques de pollution des nappes par le phosphore (seuil de la Directive : entre 30 et 50 mg de P /kg de sol). Dans ce sens, des travaux du Luxembourg portant sur le phosphore dans les sols agricoles ont été présentés (risque en zone agricole semble très faible ; risque plus élevé en zone urbaine). Aussi, le groupe a fait un point d'étape sur les travaux de révision des seuils de P.
- Le groupe NS a travaillé sur différents sujets comme le HVE (mise à jour de la liste des OAD, échanges sur un éventuel protocole d'évaluation des OAD) ; la fourniture d'azote par les légumineuses associées au colza ; l'avancement des travaux sur le pilotage intégral de la fertilisation azoté ; OAD Farmstar, Cortéva ; mesures d'azote minéralisable ; etc.

Les groupes PRO et FORBS se réuniront en mai 2024.

Une JT est en cours de préparation sur les Produits Résiduaux Organiques. Elle devrait se tenir en fin 2024. En attendant, les actes des récents évènements du COMIFER sont disponibles sur le site (Rencontres 2023 et JT de février 2024).

Le COMIFER travaille également sur des références pour accompagner la mise en œuvre de la réglementation nitrates (CIVE ; APLSH ; etc.) : publications à venir.

Par ailleurs, 17 éditeurs ont renouvelé leur labellisation Prev'N. Les nouveaux labels sont entrés en vigueur en janvier 2024.

Soufre et pH

3 interventions ont portées sur ce sujet :

- *Le soufre élémentaire permet-il de faire baisser le pH du sol et de libérer les éléments nutritifs, tel le phosphore?*

(Philippe LAFLEURIEL – Oxyane)

Des données bibliographiques sont présentées :

- Des travaux menés au Pakistan ont montré une baisse du pH au bout de 3 semaines suite à des apports de soufre (Ramzani et al – 2016) (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan).
- Travaux de Kissel et al. 2020 : les quantités de S (acide sulfurique) apportés sont traduites en équivalents carbonates apportés. L'équivalence chimique : 1kg de soufre élémentaire pour neutraliser 3 kg de CaCO₃.

- Il arrive de voir, sur le terrain, des recommandations de certains fournisseurs pour la mise en place de pratiques d'acidification des sols par des apports de soufre pour favoriser la libération du phosphore.

Pour vérifier cette approche, Oxyane a donc mis en place 2 essais : un test en conditions réelles et un test en jardinières (2022 ; 15 cm de sol tamisé rapporté sur sol naturel) qui permet de tester 2 types de sol.

- Essai en jardinières :

Présentation des caractéristiques physico-chimiques des sols utilisés pour l'essais (cf. PPT pour détails). 1 sol neutre à pH 6,8 et un sol alcalin à pH 7,7. Détails du protocole d'essais et précision des formules testées (soufre élémentaire et thiosulfate) dans le PPT.

Conditions expérimentales optimales : température et pluviométrie correctes pour le développement des cultures de l'essais (colza et maïs). A noter que les 2 cultures ne sont pas conduites jusqu'à maturité, c'est un effet starter qui est étudié.

2 types de produits soufrés sont évalués : le Soufre élémentaire et le thiosulfate.

Résultats sur sol neutre : pas d'effet du soufre élémentaire « seul » en présence de colza ou de maïs. On voit un effet starter du phosphore mais sans lien avec l'apport ou non de soufre.

Résultats sur sol alcalin : sur colza, pas d'effet de synergie avec d'autres engrais ni de libération du phosphore du sol sur un temps court en conditions semi-contrôlées. Pour le maïs le soufre seul ne montre pas d'effet. Le thiosulfate associé à du phosphore montre un effet. La K apporté par le thiosulfate n'a pas été évalué sans soufre, on ne peut pas conclure pour cet essai si c'est un effet du K ou une synergie entre P, K et S observé sur le maïs (piste à suivre).

En conclusion sur cet essai : l'intérêt d'apporter du soufre pour libérer du P n'a pas été confirmé.

- Essai au champ :

Sur un autre sol alcalin (pH entre 7.8 et 8.6) (cf PPT pour précisions), on ne constate pas d'effet sur le pH du sol des apports de soufre élémentaire.

○ *Effet du soufre élémentaire sur le pH de sols maraichers*

(Armelle BRAUD – CDDM)

Présentation du Comité Départemental de Développement maraîcher (CDDM) situé en Loire-Atlantique : cf. PPT.

Les maraichers de la CDDM sont majoritairement sur des sols sableux-alcalins, avec une CEC à plus de 80% de calcium et un taux de matière organique d'environ 1 à 1,5 %. Le pH_{eau} de la majorité des sols de la zone (plus de 60%) est d'environ 8 à 8,5. Ce sont des cultures sablées avec des apports de sables calcaires répétés d'où des pH des sols très élevés.

Des phénomènes de carence en phosphore et oligoéléments existent chez les maraichers de la zone alors que le sol est bien pourvu.

Problématique : comment fait-on pour baisser le pH et rendre le P du sol plus disponible ?

Des fournisseurs proposent du Soufre élémentaire (préconisation d'apport de 200kg/ha/an avec un coût d'environ 400€/t).

Mise en place d'un réseau de suivi de parcelles avec une zone avec apport d'une dose de 200 kg/ha/an de soufre élémentaire et une zone sans apport. Suivi de 3 parcelles en mars et septembre 2023, sous cultures courtes (mâche, radis, jeunes pousses). À la fin du suivi : pas d'effet du soufre sur le pH, ni sur le rendement et les éléments extraits à l'eau.

Questionnements que cela soulève : pourquoi on ne voit pas d'effet alors que la bibilo en parle et les fournisseurs le revendique ? Y a-t-il un lien avec la texture du sol ? l'activité microbienne ? la taille des particules de soufre ? un effet dose ? un temps au bout duquel on pourrait observer des effets ? observe-t-on des effets ?

Perspectives : poursuivre les essais afin de voir si via l'acidification il est possible de réduire les apports de P et K et mobiliser le P du sol. Deux parcelles choisies pour leur teneur en P échangeable élevée et P soluble faible : essais en cours pour 2024/2025.

○ *Effets de l'apport de soufre sur le pH*

(Hélène LAGRANGE – Arvalis)

Présentation d'un essai sur prairies en AB, avec utilisation uniquement d'effluents de ferme et de produits organiques autorisés en bio. L'essai est un essai fertilisation qui n'avait pas un objectif d'étudier le soufre. Il est conduit sur un sol acide sablo-limoneux à sablo-argileux.

Certaines modalités fertilisantes contribuent à apporter du soufre sous forme organique. Afin de vérifier si dans l'essai il y avait un effet soufre une modalité a reçu seulement des apports de soufres. Des quantités très grandes de soufre ont été apportées pendant de nombreuses années sur les parcelles de l'essais sous forme de microthiol micronisé. Au fil des années, une baisse du pH a été observée à cause du microthiol (forme plus fine que le soufre élémentaire des cas présentés ci-dessus). Conséquence : baisse du rendement par rapport au témoin, le pH passe sous le seuil de toxicité aluminique, c'est l'hypothèse de la raison de la baisse de rendement.

Autre observation au bout de 5 ans sur les essais prairies : avec les effluents d'élevage, on tend à augmenter le pH sur sol.

○ *Discussions sur soufre et pH :*

Les préconisations des firmes proposant du soufre élémentaire pour acidifier le sol et rendre le phosphore plus disponible ne sont pas vérifiées dans les essais conduits en suivant les préconisations de doses. Les effets, s'il y en a, semblent assez ponctuels. Le coût des apports n'est dans ces situations testées pas rentabilisé.

Facteurs de variation possibles : finesse du fertilisant soufré, teneur en calcaire du sol, température, durée des essais.

Des champs exploratoires à approfondir sont identifiés pour mieux comprendre les résultats.

- Effet peut être lié à la quantité apportée (on observerait des effets que lorsqu'on apporte beaucoup de S) ?
- Essayer de faire des essais sur sol sableux à fort pH ou sol riche en matière organique pour voir ce que ça donne. Effet de la forme et taille des particules de soufre élémentaire ?
- Des réponses différentes selon le pouvoir tampon du sol ?
- Un effet des conditions climatiques ?
- Quel temps de réponse ? est-ce long à observer ou au contraire est-ce un effet fugace ?
- Un effet lié au % matière organique et activité microbienne ?

Ce sujet devra être partagé avec les membres du groupe de travail NS.

Il sera intéressant de compléter les échanges avec les nouveaux résultats d'essais en maraichage du CDDM et de la coopérative Oxyane.

Il semble y avoir une grande différence d'efficacité et de tarif entre les formes de S appliquées. Nous pouvons noter une disparité entre les résultats des tests et les allégations des fabricants. Une note de synthèse sera à produire suite à la présentation de la seconde partie des résultats des travaux menés par le CDDM. Cette note réalisée en sous GT et validée par le GT intègrera un protocole d'essai (protocole à recommander à ceux qui souhaitent faire des essais sur le sujet et cheminer vers une potentielle publication commune du GT SAB / Partager avec le GT NS).

Emissions de CO₂ au champ

(Catherine HENAULT – INRAE)

Retour sur les travaux de l'INRAE (mesures en laboratoire et au champ), voir également les CR des réunions précédentes où le sujet avait déjà été discuté. L'objectif de l'échange est de faire le point sur les besoins et possibilités de mettre en place des expérimentations (au champ ou mesures au laboratoire) sur les émissions de CO₂ suite à la dissolution des carbonates apportés au sol. Cela nécessite au préalable un rappel sur l'essai.

- **Rappel sur l'essai au champ :**

Catherine Hénault rappelle le contexte et les résultats de l'essai dans le Morvan : l'objectif initial était la compréhension et le suivi des réductions des émissions de N₂O, les résultats de l'essai ont conduit à s'intéresser également aux émissions de CO₂.

Connaitre le contexte de l'essai est important pour l'interprétation des résultats : essai au champ suivi de 2021 à 2024. Rotation seigle, triticales, seigle avec de apports d'N minéral assez faible entre 50 et 100kgN/ha/an. 2 produits sont appliqués : Carbonates marins (calcimer) et carbonates synthétique (PCC = chaux recarbonaté). Apport de 3t de VN en une fois au début de l'essai. L'utilisation du carbonate synthétique permet le marquage du C pour l'expérimentation. Suivi de pH entre novembre et juillet avec une mesure par semaine. Les gaz sont prélevés dans des zones où les plantes sont coupées pour pouvoir positionner les chambres de mesure. Il y a quelques jours de latence entre l'application du carbonate et les premières mesures.

- Les résultats sur l'essai montrent :
 - Une absence d'effet du chaulage sur les composantes du rendement ;
 - Des émissions de N₂O très faibles sur le site (sol sableux drainant) ;

- Des émissions de CO₂ diminuées en présence des amendements ; Evitement de 8 tonnes de CO₂ par ha et par an sur les parcelles chaulées de ce site (mesure des flux de CO₂ en sortie du sol, sans prise en compte de la photosynthèse). La photosynthèse est peu affectée. Sur ce sol sableux, les émissions de CO₂ ont un poids important sur le bilan carbone car sols très drainants et très peu d'émission de N₂O ;
- Observation de différences sur le carbone Rock-Eval entre les parcelles chaulée et non chaulée (publication scientifique en cours).
 - o Hypothèses émises :
 - Le calcium apporté par les produits chaulant stabiliserait la MO et diminuerait la minéralisation ?
 - Les apports de carbonates ont conduit à une modification du pH, est-ce que cela a aussi pu conduire à une modification de l'activité biologique ?
 - La dissolution des carbonates dans la solution de sol serait à creuser : du C dissout pourrait aller dans la solution de sol et pas seulement sous forme gazeuse ? Sous quelle forme sont les carbonates dissouts dans le sol ? Peut-être que la dissolution ne va pas jusqu'à la forme CO₂(g) mais s'arrête à la forme HCO₃(l) ?
 - Est-ce que le temps de latence entre l'apport des carbonates et les premières mesures font qu'une partie des émissions de CO₂ n'a pas été mesurée ?
- **Echange du groupe sur la nécessité de poursuivre les travaux :**

Des suivis, au labo, de sol prélevé ou des essais au champ sont discutés à partir d'un chiffrage proposé par C. Hénault (pour l'essai au champ) et d'un devis INRAE-transfert (sur une prestation labo).

Les échanges mettent en évidence que 2 essais complémentaires au champ, dans d'autres contextes pédoclimatiques seraient le plus pertinent. Cela nécessiterait des prélèvements toutes les semaines sur les sites. L'organisation de l'essai serait à voir au cas par cas (un agriculteur expérimentateur ? organisme de développement expérimentateur ? etc...). Le coût dépendrait du mode d'organisation choisi.

Le dispositif d'essai devrait maintenir le carbonate synthétique (PCC) pour être certain du type de carbonate et de la composition, un autre produit chaulant que le calcimer pourrait être choisi.

Concernant le montage d'un travail sur ce sujet, plusieurs options sont possibles pour des travaux en commun : une chaire industrielle (où l'ANR double la somme que les entreprises apportent, cela nécessite un investissement initial par les entreprise privée). / Apport d'argent par les entreprises dans une formation (recherche, thèse ?) / Possibilité de projets partenariaux divers.

Les suivis au laboratoire pourraient être complémentaires : sur une même parcelle, prélèvements de 8 cylindres de sol pour des observations labo (10cm de diamètre *20cm de haut) ; apport d'amendement en surface du cylindre, non enfoui ; pas de possibilité de suivre le pH.

Dans les 2 types de protocole il faudrait prévoir des mesures très resserrées sur les 1ers jours après l'apport.

- Echange du groupe sur les inventaires de facteurs d'émission

Les résultats de l'essai du Morvan donnent des valeurs d'émission très différentes de celles proposées par l'ICPP ($1\text{CaCO}_3 = 1\text{CO}_2$), d'autres publications donnent des valeurs intermédiaires. Comment le GIEC crée ces référentiels ? Comment échanger avec les groupes GIEC pour une mise à jour ? Suite à cette question, le groupe conclue qu'il est trop tôt pour demander une mise à jour au GIEC, il faudrait d'autres résultats d'essai pour confronter aux résultats obtenus dans le Morvan.

Les membres de l'UNIFA informent le groupe que des échanges ont eu lieu au niveau de l'IMA (International Mineral Association). L'université de Wageningen a fait une intervention sur les GES et les amendements minéraux basiques, l'INRAE et TIMAC-AGRO ont présenté les résultats de l'essai du Morvan. Il existe une volonté de partager des travaux et informations sur le sujet au niveau européen.

Emissions de CO₂ par les produits chaulant

(Luc CHORIER – Groupe Saint Hilaire)

Retour sur les travaux sur l'analyse du cycle de vie et les émissions des amendements. (Voir CR des réunions précédentes)

L'UNIFA constate (comme présenté lors de la réunion du groupe SAB précédente) des différences entre les résultats de bilan C calculés pour des apports d'amendements pour la méthode UNIFA et la méthode de calcul du Label Bas Carbone Grandes Cultures. Hélène Lagrange rappelle qu'il y a effectivement des différences sur les facteurs d'émission pour les calculs mais aussi sur l'objectif du calcul du bilan C qui est différent entre les 2 situations : écart à une situation initiale pour le LBG-GC et bilan GES des apports d'AMB de manière générale pour l'UNIFA.

Des pistes de travail sont évoquées :

- Sur les facteurs d'émission : la communication aujourd'hui est souvent basée sur des facteurs communs pour tout type d'amendement, la séparation des cycles de vie des carbonates et des chaux vives permettrait d'aboutir à des niveaux d'émissions plus adaptés (c'est ce qui est proposé dans les méthodes UNIFA et LBC GC).
- Etudier la question de l'entretien des pratiques déjà en place depuis 5 ans voire plus. Pour cela il faudrait sans doute étudier la vitesse d'acidification naturelle pour voir quelle est la cinétique d'acidification naturelle et donc identifier le rôle de l'apport d'amendement sur le maintien du pH. En conditions d'entretien il y a une question du maintien du pH : à intégrer dans Agribalyse peut-être pour le calcul du bilan C (pas sure que ça soit possible pour le label bas carbone qui s'attache à évaluer des changements de pratiques).
- Une question se pose sur les facteurs d'émission, est-il possible de faire réviser les valeurs de l'IPCC ? (Lien avec le point précédent sur la dissolution du CO₂ suite aux apports de carbonates).

Luc Chorrier pour l'UNIFA, propose que les échanges soient poursuivis entre Arvalis (Hélène Lagrange) et l'UNIFA pour voir comment harmoniser les méthodes de calcul ou aller plus loin sur les pistes discutées.

Sur le LBC-GC : Le groupe propose que des précisions soient ajoutées à la future nouvelle version du LBC-GC : ordre de grandeur de l'effet des apports sur le bilan GES ; accompagner sur le calcul de solde de VN.

En conclusion sur les émissions de CO2

Au préalable il faut avoir des idées claires sur les résultats qui manquent. Piste à creuser : Chaulage et stockage de C / méta-analyse.

Le Workshop fin 2024 interne à l'IMA (participation UNIFA) aidera à se positionner.

Il peut être intéressant de proposer un projet mais bien se poser la question du besoin :

- Les résultats de l'essai du Morvan sont-ils reproductibles (= mettre en place d'autres sites d'essais)
- Qu'est-ce qui explique les résultats obtenus.

Méthodes de calculs / expérimentations complémentaires / essais aux champs complémentaires nécessaires pour avoir 3 sites (Essais sur 2 sites + le site du Morvan déjà existant = 3).

Comment financer ? Quid de la participation ? : actions à mener niveau Europe côté UNIFA ; Arvalis (HL) intéressé aussi mais il faut un Appel à projet avec des financements.

Arbres de décision de pH

Yannick FONSEGRIVES – Lhoist

Echanges avec le groupe sur l'utilité et la pertinence de ce projet / Recueil des avis des membres du groupe.

Retour sur les échanges avec les écoles contactées par les animateurs du GT SAB pour réaliser ce travail dans le cadre d'un projet tutoré.

Objectif : Faire le point sur les préconisations en France et à l'étranger sur le pH / reprendre des éléments de la brochure COMIFER / Interview des acteurs du monde agricole. Afin d'aboutir à un arbre de décision des pH objectifs selon la situation dans laquelle on se trouve.

Financement d'un projet tutoré à prévoir à partir de la rentrée de septembre 2024.

Des grilles de décisions existent déjà pour ceux qui chaulent mais il faut un document plus facile à prendre en main sur le terrain et facilement accessible : utile pour les conseillers et pour les agriculteurs, pour sensibiliser au chaulage. Le document doit se présenter sous forme d'un argumentaire + une grille de décision.

Voir ce qui se fait dans d'autres pays / Garder en tête l'objectif de production et les enjeux environnementaux associés.

Hélène et Yannick reprennent contact avec Uni LaSalle et ESA Angers pour établir le cahier des charges définitif et avoir un coût global (à ce jour entre 3 000€ et 5 000€).

L'ensemble du GT sera ensuite questionné pour identifier les structures souhaitant participer au financement et valider le projet aux enseignants.

Retour sur les R23

Retour sur les travaux du présenté lors des Rencontres COMIFER/GEMEAS de novembre 2023. Le sujet n'a pas pu être approfondi faute de temps, voir les relevés des présentations dans le PPT

15 octobre 2024 / GT SAB en distanciel/ matin

13 mars 2025 / GT SAB en Présentiel / hors Paris : lieu à définir

16h : Fin de réunion