

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

02 mars 2023 à Paris

09h – 16h30

COMPTE RENDU

### **Participants :**

BOURDELAT Alain	PROPRIETAIRE TERRIEN
CACHON Jean-Pierre	CETA DU MARLOIS
DAVID Julien	EMC2
DIEDHIOU Khady	COMIFER
DROISIER Sophie	COMIFER
FELIX-FAURE Bruno	EUROFINS GALYS
FONSEGRIVES Yannick	LHOIST
KALT Sébastien	AUREA AGROSCIENCES
HENAULT Catherine	INRAE
LAGRANGE Hélène	ARVALIS
LEDUC David	CAPDL
NAISSE Christophe	ELIARD SPCP
SERVAIN François	GEMAS LDAR
TOURLIERE Pierre-Yves	TIMAC AGRO

### **Participants en distanciel**

CANARD Alain	Soufflet Agriculture
CHORIER Luc	Groupe Saint Hilaire
SAGOT Stéphanie	LDAR

## **Actualité du COMIFER (Cf. PPT pour plus détails)**

Point d'information sur les événements qui ont eu lieu depuis la dernière réunion du GT SAB ainsi que les événements à venir. Ont été abordés les points suivants :

- Prochaines rencontres COMIFER-GEMAS : 2 jours ( 16 présentations orales et 55 posters) + une demi-journée de terrain pour visiter une station expérimentale de l'INRAE.

Sujet proposé aux Rencontres en lien avec le Statut Acido-Basique des sols , à début Mars: étude de l'effet du chaulage sur la structure du sol (poster de Hélène L. : résultat d'essai Arvalis à La Jaillière longue durée -10 ans-).

- La prochaine journée thématique du COMIFER, initialement prévue en 2023 est reportée en 2024 pour mieux consolider le programme, mais aussi favoriser la disponibilité des intervenants. L'objectif est de présenter les pratiques et les outils émergents, et voir comment ils se positionnent par rapport aux outils du COMIFER. La journée est prévue en présentiel à Paris.

- Point sur les manifestations auxquelles le COMIFER a participé en 2022 : Phloème 2022 ; journée mondiale des sols organisée par l'AFES ; travaux de l'EJP Soil notamment un « workshop » avec des contributeurs européens sur " l'harmonisation " des méthodes et règles de fertilisation en Europe ; communication orale à l'International Fertiliser Society (IFS) sur les méthodes de raisonnement de la fertilisation azotée en Europe.

- Point sur les récents travaux des autres groupes du COMIFER ; les dates de réunion pour l'année 2023 et les prochaines instances du COMIFER.

### **Echanges lors de la présentation :**

- Un oral sur la BDAT est proposé à Nicolas Saby -> le contacter pour lui demander d'inclure des résultats sur les pHeau des sols.

## **Effet chaulage sur la structure du sol (Hélène Lagrange, Arvalis)**

Présentation d'un essai longue durée d'Arvalis. Il s'agit d'un essai de 10 ans à la station expérimentale de La Jaillière (44). Dispositif expérimental sur limon battant avec MO > 2% pour voir si un pHeau > 7 a un intérêt vis à vis de l'amélioration des propriétés physiques du sol, avec deux types d'amendements minéraux basiques évalués, chacun apportés à 2 doses.

L'essai permet un suivi du pHeau sur 5 parcelles avec une rotation maïs/blé, les mesures des carbonates résiduels sont également effectuées.

Paramètres suivis :

- pHeau
- carbonates résiduels
- humidité pondérale, suivi en sortie hiver pour évaluer la vitesse de ressuyage des sols
- porosité / vitesse d'infiltration sur les premières années
- stabilité structurale avec le test Le Bissonais
- mesures au champ : Slake test (évaluer la stabilité structurale), Beerkan test (évaluer la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol), test bêche (évaluer la surface des 25 premiers cm de sol), pénétromètre (évaluer la structure en profondeur)
- microbiologie complète, faune, fractionnement MO etc...

Difficultés au départ pour atteindre un pH > 7, mais maintenant les modalités sont bien différenciées

Un stage de fin d'étude est prévu cette année sur le sujet pour compléter les travaux en cours et analyser de manière globale les résultats de l'essai.

Les résultats globaux pourront être présentés au groupe SAB lors de la prochaine réunion et quelques éléments seront présentés aux rencontres COMIFER/GEMAS de novembre 2023 via un poster.

## **Essais Betteraves – ITB (Informations de Paul Tauvel ITB transmises via Hélène Lagrange, Arvalis)**

Un essai est mis en place en 2022 par l'ITB et se poursuit en 2023. L'objectif est d'identifier la valeur des pHeau optimale pour les cultures de betteraves : est-ce que les conseils actuels sont toujours valables ou est-ce que compte tenu des changements dans les pratiques agricoles (CIPAN, gestion de la fertilisation N ... ) il faut revoir les conseils spécifiques à la culture des betteraves.

Il sera proposé à P. Tauvel de présenter les résultats de ces essais au groupe SAB prochainement.

### **Remarques :**

Quid de l'impact du calcium échangeable sur le rendement de la betterave ?

Aphanomyces est sur betterave et serait favorisée par l'acidité de surface, cela peut-être une des raisons des objectifs de pHeau actuellement élevés en betterave.

La mise en place de ces essais est pertinente compte tenu des changements dans pratiques agricoles qui se sont opérés depuis la construction des référentiels actuellement utilisés.

## **GT ELDA : Epannage de Lisier de porc et de Digestat Acidifiés (Hélène Lagrange, Arvalis)**

### **Travaux de la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne**

Acidification lisiers de porc et digestats : pratiqué à l'acide sulfurique dans les pays du nord, pour ramener le pHeau des effluents à 6,4 (quantités d'acide variables), afin de réduire la volatilisation ammoniacale. L'injection de l'acide est faite en direct en fonction de ce qu'analyse l'épandeur par proche infra-rouge.

Objectif du projet : étudier l'efficacité de la pratique sur la limitation de la volatilisation de l'azote ammoniacal et étudier l'influence de cette pratique sur le sol et son statut acido-basique.

- Comparaisons amendements acidifiés et non acidifiés :

- Suivi sur l'année de deux essais (départements 22 et 56) en stations expérimentales, avec des dispositifs très équipés

- Suivi d'un réseau de parcelles d'agriculteurs, avec des dispositifs allégés de manière annuelle pendant 3 ans.

Projet labellisé par le RMT Bouclage.

Les porteurs du projet sont intéressés par les retours du GT SAB.

Suggestion d'autres paramètres à étudier :

2 propositions pour les suivis sol :

Prévoir de revenir un an après les apports et les premières mesures de pH pour venir voir l'évolution du pH.

Catherine Hénault propose de profiter de l'essai pour faire des mesures sur les enzymes de nitrification. Il n'y a pas de mesures de N<sub>2</sub>O, car très gros dispositif terrain et très couteux ; mais regarder l'activité des enzymes est plus simple et peut apporter de l'information.

1 proposition pour les PRO :

Il est difficile voire impossible de mesurer une Valeur Neutralisante des PRO, ce sont des questions qui reviennent souvent : on sait qu'il y a tentation de regarder le pH du PRO voire même sa teneur en CaO pour lui donner une VN. Ce qui ne fonctionne pas du tout. Surtout pour CaO qui donne la teneur en Ca<sup>2+</sup> et pas du tout un effet chaulant.

Il existe un test d'incubation au laboratoire, qui permet en général de classer des produits entre eux, mais pas de donner directement une VN. L'incubation active de façon importante la minéralisation de la matière organique. Cette minéralisation induit un effet acidifiant notamment sur le traitement témoin. Faire ce test au labo et avoir les mesures sur le terrain peut être intéressant. Différents labos font ces tests.

## 🚧 **Problématique du chaulage en sols très acides** **(Bruno Felix-Faure – EUROFINS GALYS)**

### **Cf. PPT pour plus de détails.**

L'aluminium (Al) est un composant des différents types d'argile, dans des proportions variables. Il est présent dans la solution du sol sous forme Al<sub>3</sub><sup>+</sup> (aluminium échangeable) pour les pHeau < 5.5.

Le sol est acide pour des valeurs de pHeau < 5,5 ; la teneur en Al<sup>3+</sup> augmente alors de façon exponentielle avec la diminution du pHeau. La toxicité aluminique commence à 50 mg/kg d'aluminium échangeable. Il y a des espèces plus rustiques que d'autres face à ce phénomène.

La solubilisation de l'Al des argiles se fait sur pas de temps long.

La précipitation en hydroxyde est rapide, et les changements de pH ont donc un impact rapide sur la solubilisation / insolubilisation de l'Al.

La MO quand elle est importante (au-dessus de 3%) peut complexer l'Al.

Exemple d'une parcelle forestière (Exemple de l'ONF Peyrat le Château (87)) → Remarque de l'exploitant : le pH ne monte pas malgré le chaulage (chaulage + NPK).

→ 40 échantillons de sol de parcelles chaulées et non chaulées de la même zone. Analyses labo sol en février 2022 (sols très acides). Seconde série d'analyses en novembre 2022 chez Eurofins-Galys : les pHeau ont peu bougé. L'ONF voit que sur les traitements chaulés, les douglas poussent mieux : effet NPK ?

Présentation d'un exemple de calcul de la valeur neutralisante (VN) qu'il aurait fallu apporter pour remonter le pHeau et « neutraliser » l'aluminium échangeable :

Suite aux premières analyses de sol, l'exploitant à apporter 640 unités de VN carbonates, NPK avec 140 unités de P (*cf. PPT*). Beaucoup d'unités de VN vont être utiles pour neutraliser l'aluminium avant de faire remonter le pHeau, ce qui explique probablement le fait que le pHeau ne remonte pas malgré le chaulage. Le calcul présenté montre cela.

Chaux : solubilité plus importante ; action plus rapide que les carbonates. On peut utiliser des produits à action rapide mais sur long terme, même effet sur la VN finale.

#### **Quelques remarques :**

- Dans cette situation, où l'on n'a pas observé de remontée de pHeau malgré un apport d'amendement, il faut noter que l'apport en quantité de VN est faible. Les tables du COMIFER auraient préconisé un apport plus important pour remonter le pHeau.
  
- Attention aux mesures d'Al échangeable au laboratoire ; avec l'extraction au KCl, on risque d'extraire un peu plus d'Al<sup>3+</sup> que ceux présents dans la solution de sol ; ils viennent des argiles qui sont riches en Al. Il y a un risque d'erreur dans la mesure d'Al échangeable lorsque la filtration des argiles n'est pas parfaite.
  
- Le calcul présenté est théorique, dans la théorie cela fonctionne, mais dans la pratique il y a certainement d'autres interactions qu'il faudrait prendre en compte. Attention notamment à l'utilisation d'une analyse d'une teneur pour faire un calcul de stock.
  
- Hélène dit que le gypse permet de neutraliser l'Al. Bruno parle du sol acide en prairie qui peut en dessous de l'horizon de surface conduire à de la toxicité aluminique car l'horizon superficiel riche en MO ne pose pas de problème alors que l'horizon suivant beaucoup moins organique est toujours acide : la biodisponibilité de l'Al augmente fortement et peut causer des problèmes.
  
- Le phosphore peut être fortement bloqué par l'Aluminium

→ La discussion amène le groupe à se demander si des experts forestiers seraient intéressés à rejoindre le groupe de travail ?

### **Problématique salinité Camargue (Hélène Lagrange, Arvalis)**

Dans le sud de la France il y a eu cet automne 600 ha de blé dur accidentés par la salinité et qui ont dû être retournés : hypothèses : Effet de la sécheresse en 2022 ; diminution des surfaces de riz ; remontée des nappes salées.

Les remontées de sel seraient liées à la sécheresse, il y a aussi des problèmes en vigne.

Les surfaces de riz sont à la baisse et cela contribuerait à faire remonter les nappes salées à cause de la baisse des submersions liées à l'irrigation du riz (la mise en eau au printemps empêchait la remontée des nappes salées). Un précédent melon aurait aggravé les choses. → Thèse mise en place sur la salinisation de la Camargue

Pas de gypsage envisagé pour le moment, mais le « gypsage » aiderait à gérer la salinité.

Plus il y a de sel, plus la structure est mauvaise, il y a également un rapport sodium/CEC à surveiller.

Gypsage en préventif ? : intéressant que s'il y a des pluies derrière. En pays de la Loire il y a encore des pratiques de gypsage parfois automatique.

Des travaux avaient été conduits par l'INRAe sur ces sujets : classement des cultures par rapport à leur sensibilité à la conductivité électrique ; drainage et lessivage des cultures suivantes pour évacuer le sel ; mesures de CEC sur 3 horizons ; études de stabilité des sols ...

## **Point économique sur les AMB – Témoignage des participants**

### **Point de vue des producteurs et vendeurs d'amendements :**

- Problématique gaz et électricité, et taxe sur le CO<sub>2</sub> en plus de l'inflation. La taxe CO<sub>2</sub> a un effet non négligeable.
- Les niveaux de ventes sont restés corrects : les exploitations avaient de la trésorerie pour les achats d'AMB + prise de conscience de l'utilité d'un sol bien entretenu.
- Meilleure valorisation des produits agricoles → incite les producteurs à tester les amendements.
- Effet MO et pH mieux pris en compte par certains agriculteurs : Enquêtes UNIFA sur les amendements : le volume des ventes est relativement stable depuis une dizaine d'année en termes de VN apportée, sauf quelques exceptions comme 2016 (amendements = premiers éléments mis de côté en général en temps de crise).
- Prise de conscience non négligeable du besoin de capitaliser sur le sol, et donc sur les amendements, pour un meilleur effet sur l'azote (meilleure minéralisation), entre autres.
- Ce sont essentiellement les mêmes produits qui sont choisis ; Il est rare qu'un agriculteur change le type d'amendement qu'il utilise.
- Des zones d'élevage qui ont freiné ou stagné en apport d'AMB
- Communication sur les statistiques de fin de campagne : possible à partir d'avril 2023.

### **Quid du coût des engrais ?**

- La hausse des prix est liée aux problématiques sur le gaz, l'électricité et la taxe CO<sub>2</sub> en plus de l'inflation.
- Au niveau industriel, il y a beaucoup de tentatives pour trouver de nouvelles sources d'énergie (plus durables) y compris d'anciennes, biosourcées, avec l'inquiétude de la tension sur ces énergies.
- Prévisions pas très optimistes pour les prochaines campagnes : le prix des céréales ne sera pas maintenu : incertitudes, inflation. Intrants achetés chers ; prévisions de coût de vente à la baisse ; prévisions très moroses.

« *L'amendement c'est l'engrais des temps de crise* » citation de l'académie de l'agriculture, 1945.

## ✚ Valeur Neutralisante (VN) des produits organiques : exemple de la poudre d'os (Bruno Felix-Faure – EUROFINS GALYS)

### Exemple de calcul de la VN d'une poudre d'os (Cf. PPT pour le détail du calcul)

Calcul (avec l'aide d'A. Turpin) d'une VN de la poudre d'os

Rappel sur la présentation d'A. Bouthier Comifer / Gemas 11/2017

Cas d'un technicien qui prend la teneur en CaO d'une poudre d'os comme une VN.

pH et CaO : des éléments qui n'ont rien avoir avec la VN des produits : le pH du produit ne prédit pas son effet sur le statut acido-basique du sol ; et la teneur en CaO est en fait obtenu par calcul à partir de la mesure de la concentration en ions  $\text{Ca}^{2+}$ .

### Remarques :

- L'incubation au laboratoire → permet de comparer avec des PRO entre eux, ou des PRO avec des AMB mais ne permet pas de prédire la qualité et le comportement au champ. L'incubation : s'applique généralement à des produits qui ont une base minérale importante, <5% de MO.

- L'exemple de calcul présenté pour la poudre d'os est en fait une estimation instantanée d'un potentiel maximum de VN (exemple non possible sur des produits comme le fumier).

- La VN pour un même produit et une même quantité ne peut pas être variable → exprimer une VN potentielle

En conclusion, il n'y a pas de modèle pour calculer une VN pour les produits organiques. Il est nécessaire d'aller faire des mesures de pH régulières au champ lorsqu'il y a des apports réguliers de PRO pour juger du besoin ou non de déclencher un entretien.

- Travaux sur les VN : à poursuivre ?

→ il ne faut pas intégrer tous les produits dans le calcul

→ oui mais calcul valable que s'il n'y a pas d'oxydation

→ mesures de VN estimées par des évolutions de pH / mesurer une VN des PRO puis retravailler sur les méthodes / montrer comment l'apport des PRO influence le pH

- RMQ : les méthodes normées d'estimation de la VN sont proposées dans le règlement européen, mais celles-ci ne sont pas discriminantes pour les AMB. Attention donc à ce qui pourrait être repris, si les VN sont prévues d'être mesurées dans le socle commun, en effet, on l'a vu l'incubation au labo permet de comparer des produits entre eux mais ne permet pas de prédire d'une réelle valeur neutralisante du produit organique.

## **Potentiel RedOx : Point sur la bibliographie, et présentation d'un produit de Timac Agro ayant une action revendiquée sur le potentiel rédox**

**Différents éléments théoriques diffusés dans différentes publications :**

➔ Voir PPT sur le sujet

Les zones où le RedOx est bien documenté sont les zones tropicales qui sont fortement réduites (rizière) ou oxydées. Le redox s'exprime plus fortement dans ces zones : peut-être pas le même impact en Europe.

Le diagramme de Pourbaix est un graphique positionnant, pour chaque éléments chimiques, les formes de cet élément selon le pH de la solution dans laquelle il est présent et le potentiel d'oxydo-réduction.

- Croisement entre le pH et le redox : pour les équations chimiques faisant intervenir des H<sup>+</sup>, l'effet pH est indissociable du redox

- Le pouvoir oxydant / réducteur d'un élément change en fonction du pH

- Optimum de pH recherché de même que l'optimum redox (Eh)

Dans la nature (sol ou plante), se sont en fait différents éléments chimiques qui cohabitent, avec des échanges d'électrons et de protons en continue.

Une des principales réactions d'oxydo-réduction est la photosynthèse : réduction du CO<sub>2</sub> en sucre.

- Mise en avant du fonctionnement de la plante

- Notion de santé globale : plantes, animaux, homme ➔ influence possible du rédox sol et plante sur la santé des plantes, voir sur le bienfait des récoltes consommées par les humains ? (one health).

Le type de sol a un effet sur le côté oxydant ou réducteur, et le climat intervient également . Par exemple, les argiles hydromorphes sont réductrices en hiver et plutôt oxydantes en été lorsqu'elles sont sèches et aérées. La fluctuation du rédox est compliquée, l'objectif derrière l'utilisation du potentiel RedOx est de tamponner un sol pour limiter les fluctuations et réguler les excès d'oxydation ou de réduction.

**Timac Agro témoigne sur le produit qui est développé et qu'agirait sur le Redox :**

- C'est soit un amendement (AMB), soit de l'organique auquel on ajoute « l'additif » breveté qui tamponne le rédox du sol.

- Le produit avec association de l'additif + de l'AMB est homologué. Des essais labo ont permis cette homologation.

- Pour l'AMB, le produit s'épand tous les 3 ans à 1T/ha. Il apporte 400 unités de VN et l'additif qui participerait à réguler le RedOx. Le produit est en test au Brésil.

- L'amélioration du RedOx permettrait une meilleure allocation du carbone dans la plante, elle fera plus de biomasse au lieu de passer du temps à réguler le RedOx.

- Mesure du redox au niveau de la plante privilégiée. Mesures au niveau du sol compliquées à mettre en œuvre (problème de champs magnétiques), il faut une cage de Faraday pour faire des mesures fiables. La technologie terrain n'est pas adaptée à la mesure du redox au niveau du sol.

Une startup a été accompagnée par la TIMAC et Olivier Husson pour développer des outils de mesure du potentiel RedOx au niveau de la plante (outil calé sur vigne, colza, maïs et prairie).

- Effet supposé du redox : si la plante n'a pas besoin de dépenser de l'énergie pour réguler son redox, toute son énergie est tournée vers la photosynthèse. Si c'est le cas, cela évite les pertes d'énergie pour la photosynthèse. Le produit de Timac Agro réduit ce besoin et augmente donc sa photosynthèse.
- Essais sur prairies : il est constaté plus de productivité sur les prairies mais pas de valeurs discriminantes sur le rendement (la présence du « noyau RedOx » permet de gagner 1 tonne par rapport à l'amendement seul), mais on ignore si la hausse de rendement est liée au produit RedOx.
- Lien avec nutrition N des plantes ? → Oui mais pas d'effet spécifique mis en avant (effet induit plus probable : piste à creuser).

**Remarque :**

Tout le monde s'accorde pour dire que ce sujet est peu connu et que beaucoup de questions restent en suspens.

Les mesures des potentiel RedOx sur sol ne sont pas fiables et pas utilisables. Il semble qu'il faille plutôt s'orienter sur les mesures sur plante. Cet indicateur serait un indicateur de la santé des plantes, mais ce n'est pas encore prouvé.

Il pourrait être intéressant d'approfondir le sujet, en interrogeant des spécialistes de la santé des plantes par exemple. Le sujet est d'intérêt pour le groupe SAB et serait à travailler plus en détail. Etudier la possibilité de monter un sous-groupe de travail pour approfondir ce sujet. Est-ce un sous-groupe transversal avec d'autres groupes de travail du COMIFER ? Ce sujet avait également été discuté lors du groupe PK.

 **Prise en compte des AMB dans le Label Bas carbone grandes cultures (Hélène Lagrange – Arvalis)**

Les émissions de CO<sub>2</sub> équivalent sont comptabilisées pour les AMB s'ils sont utilisés comme un levier bas carbone et apporté dans les Projets LBC-GC de manière différente que dans les exploitations avant mise en place des projets.

Sont comptabilisées : les émissions en amont (phase de fabrication) et les émissions sur l'exploitation (utilisation au niveau des exploitations agricoles) :

- Abattement des émissions directes de N<sub>2</sub>O si pHeau initial < 6,8
- Prise en compte d'émission de CO<sub>2</sub> au moment de l'apport des AMB (dissolution des carbonates)
- Pour l'amont, référentiel GESTIM +, où il n'y a que 3 produits référencés

Présentation avec une comparaison avec la méthode du bilan carbone des amendements présentés par l'UNIFA en 2021.

Il y a aussi différents coefficients d'abattement du label bas carbone en fonction des années ainsi que des différences dans les calculs des émissions de N<sub>2</sub>O.

**Remarques :**

- Les leviers de redressement du pHeau du label ne concernent pas ceux qui sont déjà inscrits dans des pratiques vertueuses : manque de valorisation pour ces derniers.

- Les références sur les émissions de CO<sub>2</sub> au champ suite aux apports de carbonates font débats. En effet, le GIEC propose une donnée, les calculs théoriques conduisent à conclure des émissions 1 pour 1, et des résultats d'essais en cours (essai en cours dans le Morvan sur les émissions de N<sub>2</sub>O conduit par les équipes de Catherine Hénault) donnent d'autres résultats. Des échanges complémentaires sur ces référentiels sont nécessaires.

→ Démarrage de la mise à jour d'une version 2 du label bas carbone grandes cultures: objectif de finalisation pour juin 2023 ; révision possible des méthodes de calcul et des références si nécessaire ; point sur la littérature internationale.

### **Effet des couverts sur le pH des sols (Hélène Lagrange – Arvalis)**

Sujet demandé suite à la diffusion d'un « vrai ou faux » par Arvalis, mentionnant que les couverts permettent de limiter l'acidification des sols : fiche technique Arvalis.

Questions :

- Limitation de la lixiviation des nitrates ?
- Effet alcalinisant des restitutions au sol ?

Tout ce qui limite la lixiviation des nitrates a un effet qui limite l'acidification. Ça rentre dans l'équation complexe de l'acidification des sols (bilan de proton du cycle de l'N).

Comparaisons entre sols nus et sols couverts : reprise d'une synthèse d'essais Arvalis (pHeau) en 2013 : on n'observe pas d'effet significatif sur le pH entre sol nu et couvert intermédiaire : Effet d'un maintien du pH plus probable. Parmi ces 7 essais, 1 en sol calcaire, 1 reçoit des produits organiques. Pour un essai des données plus récentes sont disponibles (essai Environnement de Boigneville), on observe alors sur les dernières années un effet de la présence de couvert sur les pH des sols. L'étude statistique n'a cependant pas encore été conduite.

À la vue de ces essais, on ne voit pas d'effet alcalinisant des couverts sauf sur les dernières années de l'essai environnement de Boigneville. Les contextes de conduite des essais sont à compléter : effet du type de sol ? Sommes-nous sur des parcelles qui ont tendance à s'acidifier naturellement ou non ? est-ce que la fertilisation azotée a été ajustée ou non entre modalité avec couvert et sans ? Y a-t-il des apports de soufre ? Quelles espèces de couverts ? Utilité des essais très longues durées confirmée.

La lixiviation des sulfates c'est 2 fois plus acidifiant que celle des nitrates. Il faut en tenir compte également. Ce serait intéressant de regarder aussi le soufre dans la façon dont on gère la fertilisation après une interculture. Effet restitution du soufre ? : voir méthode MERCI ; à approfondir.