

# Compte Rendu du groupe SAB 28.03.19

---

## Participants

Alain Bouthier *Arvalis*, Phillipe Cambier *Inra*, Théophile Coriou *Rosier*, Marie de Bandt *Comifer*, Bruno Felix-Faure *Galys*, Catherine Henault *Inra*, Sébastien Kalt *AUREA*, Hélène Lagrange *Arvalis*, David Leduc *CA Pays Loire*, Olivier Peltier *Lhoist*, Stéphanie Sagot *LDAR*, François Servain *LDAR*, Marx Simone *ASTA*, Paul Tauvel *ITB*, Jean Yves Toulieres *Timac AGRO*, Guillaume Tuffière *Meac*, Sophie Xardel *LORCA*,

## Actualité du COMIFER

### Groupe azote : labellisation des outils lors de la réunion du 15/03/2019

- 12 outils labellisés, voir liste sur site du Comifer
- pour l'année prochaine le guide des contrôleurs devrait référencer ce label et le lien vers la liste du site Comifer, mais pas encore pour cette année.

### Au programme de l'AG du Comifer, le 5 avril prochain :

Concernant le chaulage de nombreux de sujets sont transversaux entre les groupes de travail alors qu'aujourd'hui les groupes travaillent de manière cloisonnée, l'AG se terminera par un échange entre les groupes et les adhérents sur ce thème.

Les sujets déjà proposés de manière transversale : effet des PRO, cycle de l'azote et acidification, Mh en sol calcaire, pH et émission de N<sub>2</sub>O, chaulage et apport magnésien, chaulage et carence en Mn, efficacité des fertilisants phosphatés en fonction du pH, activité biologique et SAB.

- Faut-il créer des groupes transversaux ?
- Sujets transversaux concernant le groupe SAB : Notamment Mh en sols calcaire, efficacité des fertilisants phosphatés en fonction du pH, activité biologique des sols et pH,
- Sujet qui pourrait faire le besoin d'un soutien du ministère ?
- Journée à thème autour du chaulage ? 2020 ou plus ?

L'idée apparaît bonne à l'ensemble du groupe, car le chaulage est un sujet transversal qui rejoint notamment la vie du sol, et les problèmes liés aux émissions de gaz à effet de serre. La dernière journée sur le chaulage date de 2001 (Versailles).

Il est fait remarquer qu'une majorité de sujets abordés au groupe SAB ne sont pas connus sur le terrain. Pour certains du groupe, Il faudrait reprendre les basiques agronomiques, que la journée soit pratico-pratique. Cependant ce ne serait pas le même public que celui de la journée volatilisation : viser plus spécialement les coopératives, les négoce et les agriculteurs.

Une question se pose vis-à-vis du public : est-ce que le format journée est le meilleur format à proposer ? Peut-être que des vidéos seraient plus pertinentes ; faire une plaquette qui résume la brochure chaulage avec les grandes idées. Pour exemple le dossier de presse dans l'Ouest sur le chaulage a été fait par Arvalis : il y a 4-5 pages, c'est bien suffisant. Un arbre de décision autour du raisonnement serait bien utile pour simplifier le message

Pour certains, le format journée serait adapté pour un public plutôt para agricole ou bien si le journée est organisée en marge du SIMA.

Chaulage au Luxembourg : Simone Marx nous dit que sur sols Ardennais, dans le passé il se pratiquait beaucoup d'apport de scorie thomas et qu'i n'y avait pas souci de pH. Actuellement Il n'y a plus d'apports de ce type : les pH diminuent et les sols atteignent des pH acides.

Il est instauré des formations obligatoires de 10h pour les agriculteurs, dans un but de sensibilisation. Ces formations se passent sans problème.

- Travaux d'ARVALIS Hélène Lagrange (ARVALIS) « Variabilité saisonnière du pHeau des sols, quantification – modélisation ».

Travaux Arvalis-Auréa => variabilité saisonnière : nouvelles mesures de pH tous les mois + données de Pierre Castillon de 2005.

Ce projet est en cours, et les résultats seront présentés aux prochaines Rencontres COMIFER-GEMAS en novembre 2019. Ce projet a pour objectif de quantifier la variabilité du pH dans l'année en prenant en compte les flux d'azote, en utilisant le modèle CHN (simulation de flux d'eau et d'azote dans le sol à la journée), et en le confrontant aux résultats d'analyses. Une base de données a été créée et le modèle de calcul déterminé. Simone Marx du Luxembourg fait part d'un jeu de donnée collecté sur 3 années avec des mesures des nitrates et de l'ammonium, qui pourraient être ajouté au jeu de données d'Arvalis.

### **Catherine Henault (INRA ORLEANS) pH des sols et émissions de N<sub>2</sub>O.**

Cette présentation fait suite à la présentation de septembre sur le chaulage et approche du bilan GES.

Résumé de la présentation de septembre 2018 :

→ les émissions de N<sub>2</sub>O baissent fortement en fonction du pH

N<sub>2</sub>O est un gaz à effet de serre avec un très fort pouvoir de réchauffement climatique (300 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>), et globalement les émissions augmentent avec l'utilisation des fertilisants azotés.

Le projet SOLGES a pour but de comprendre la chaine de dénitrification et de permettre d'éviter les pertes de N<sub>2</sub>O au cours du processus. Un protocole a été mise en place afin de calculer des indicateurs qui relèvent la capacité des sols a à réduire le N<sub>2</sub>O en N<sub>2</sub>. Le Projet Sol GES est financé par l'ADEME.

- Le facteur microbien → potentiel microbien : celui-ci est dépendant de paramètres du type :

- humidité
- température
- disponibilité en N

- Le facteur exogène :

- Episode pluvieux
- Apport de N

Les sols hydromorphes ont un potentiel microbien spécifique.

Le potentiel d'émission : le sol peut avoir une capacité microbienne, mais sa capacité de réduction de  $N_2O$  en  $N_2$  n'est pas forcément fonctionnelle.

L'analyse de tous ces indicateurs a permis de mettre en évidence l'importance relative des propriétés du sol.

1/3 des sols ont la capacité à réduire le  $N_2O$ , 1/3 ne l'on pas.

L'analyse statistique a permis de mettre en avant le rôle du pH comme facteur principal influençant la réduction en  $N_2$ .

Une prédiction basée juste sur le pH a permis de classer les sols selon leur capacité à réduire jusqu'au  $N_2$  selon leur pH.

Si la dénitrification va jusqu'au bout : on génère du  $N_2$  qui lui est sans conséquence aucune comme GES.

Déterminisme par le pH, qui a parmi de définir des classes de pH vis-à-vis de la réduction du  $N_2O$ .

pH < 6.4 : zone de pH non favorable à la réduction du  $N_2O$ .

pH entre 6.4 et 6.8 : zone de pH où la réduction du  $N_2O$  ne se réalise que partiellement.

pH > 6.8 : zone de pH favorable à la réduction du  $N_2O$ .

$N_2O$  réductase, enzyme dont la configuration spatiale spécifique est modifiée en fonction du pH. Elles est sous sa forme « active » à des pH neutres ou basiques.

En plus des traitements statistiques, des essais aux champs ont été menés et ont permis de tester dans quel mesure le chaulage modifiait la capacité des sols à la réduction et réduisait les pertes de  $N_2O$  et ceci sur deux sites d'expérimentation (essai Arvalis à la Jaillière et essai Terres Inovia).

Le chaulage a modifié le pH et par là même la capacité des sols à la réduction du  $N_2O$  et l'on observe sur les tests in situ que les pics d'émissions de  $N_2O$  sont réduits après le chaulage.

Quelles conséquences au niveau national de ces résultats ?

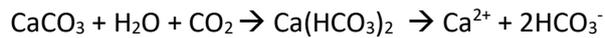
Conclusion de l'étude : Un abattement de 50% des émissions de  $N_2O$  serait possible en remontant le pH des sols.

Il a fallu définir l'assiette c'est-à-dire la surface de sols acides qui présente un défaut de réduction du  $N_2O$ , et définir l'abattement potentiel espéré à l'échelle du territoire français. 37% des sols français présentent un déficit de réduction ; si on applique un abattement de 50% il y a un potentiel de réduction de 15% au niveau national.

Cet abattement représente une voie intéressante de réduction de la production des gaz à effet de serre, à condition de ne pas négliger les émissions de  $CO_2$  dégagées par l'apport de carbonates lorsque l'on remonte les pH.

## Interactions avec le CO<sub>2</sub> : Les points à consolider

- Calcul des émissions de CO<sub>2</sub> qui sont liés au chaulage, avec 2 coefficients possibles en fonction des produits et des quantités apportées. L'IPCC donne un coefficient d'émission de CO<sub>2</sub> de 0,12 pour le calcaire, soit pour un apport d'une tonne de calcaire implique une émission de 120 kg de CO<sub>2</sub>. Cependant, ces coefficients ne font pas consensus au sein du groupe, il faudrait retrouver les articles qui établissent ces chiffres. Alain Bouthier signale que le calcul de dissolution d'un carbonate donne un ratio de 1,4. C'est le coeff déduit d'après le rapport stœchiométrique de l'équation :



Les USA voudraient réduire de moitié ces coefficients, suite à des essais, à partir desquels ils ont émis l'hypothèse qu'il y aurait entraînement de carbonates en profondeur, ce qui réduirait l'émission de CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Philippe Cambier précise que tout le CO<sub>2</sub> émis par la dissolution le sera dans l'atmosphère, sauf à des pH très élevés qui reprécipitent le CaCO<sub>3</sub>. Le dégazement est immédiat : le CO<sub>2</sub> du sol et celui de l'air sont tout de suite en contact.

→ Donc pas de consensus sur ces chiffres de coefficient, mais il est certain qu'un dégagement du CO<sub>2</sub> a lieu.

Un bilan a été fait avec ces premiers chiffres et à montrer que celui-ci était équilibré entre les émissions de CO<sub>2</sub> et les émissions de N<sub>2</sub>O, mais N<sub>2</sub>O a un effet destructeur sur la couche d'ozone.

Ph. Amiotte Suchet va travailler avec Catherine Henault sur le sujet pour les aspects chimiques.

Questions à creuser pour la suite :

→ Vérifier les coefficients

→ Prendre en compte la durée de l'effet du chaulage sur le pH et la réduction du N<sub>2</sub>O

→ Y-a-t-il Séquestration du CO<sub>2</sub> carbone ?

→ Lessivage des carbonates

→ Prise en comptes dans les inventaires

### Les éléments en discussion : échanges.

- La question du bilan des émissions est complexe car tout dépend du cycle de vie pris en compte, mais cela mérite d'être creuser.

- le facteur sol est important et on peut imaginer que l'effet du chaulage soit durable, donc il faudrait prendre un pas de temps plus important pour les comparaisons.

- Le projet a étudié la capacité à réduire du N<sub>2</sub> selon les types de sols : est-ce que le coté impact physique du chaulage n'a pas un impact aussi ?

- Ce sont à la fois des facteurs intrinsèques qui définissent les potentiels microbien et des facteurs exogènes comme la météo, la fertilisation azotés, qui vont déclencher des pics. Le raisonnement étudié n'était pas de voir ce qui déclenche les pics mais de voir le potentiel microbien à la réduction.

- Dans la modélisation, il s'agit d'une fonction multiplicative, ainsi la fonction hydrique est pris en compte dans les effets limitants dus a l'humidité excessive.

- La flore microbienne s'adapte aussi au contexte hydrique du sol

- Facteurs argile et CEC sont les deux autres facteurs limitant la réduction : le facteur argile serait-il lié à l'hydromorphie des sols ?

La facteur carbone n'est pas ressorti : étonnement de Catherine Henault fasse à ce résultat, et le non déterminisme de ce facteur a aussi été mis en évidence lors des essais aux champs.

Pour l'argile : les sols avec des taux élevés d'argile sont des sols avec une biomasse microbienne élevée. Plus la teneur en argile augmentent plus ces sols ont une forte capacité à réduire le  $N_2O$  en  $N_2$ .

Est-ce qu'une classification des types de sol avant de faire tourner le modèle ne serait pas pertinent ? Notamment regrouper les sols hydromorphes et non hydromorphes.

A. Bouthier demande si sur le RMQS, on a pu voir un comportement différent pour les sols hydromorphes. Il est connu de longue date qu'ils sont responsables de la dénitrification des nitrates. C Hainaut indique que l'hydromorphie joue sur la 1<sup>ère</sup> phase (production de  $N_2O$ ) et ne serait pas influant sur la 2<sup>ème</sup> partie, celle qu'elle étudie : la réduction de  $N_2O$  en  $N_2$ .

#### Suite du projet :

2 axes de continuation :

- évaluation du potentiel national d'atténuation des émissions de GES via la gestion des pH des sols agricoles : analyse bibliographique ; compléter le travail de spatialisation ; consolider les connaissances actuelles sur les produits chaulant ; présenter les résultats sous forme d'une fiche action.

- préparer la méthodologie de chiffrage des abattements d'émission de  $N_2O$  et communication de ce chiffrage à l'IPCC : voir les méthodologies déjà mis en place.

→ Proposition : Valorisation des PROs à intégrer dans les perspectives de recherche car les PROs et les MAFOR ont des effets alcalinisant.

→ Cette proposition est encore difficile à mettre en place car l'effet chaulant d'un PRO est encore difficile à quantifier.

Toujours un point d'interrogation : est-ce que cela peut être un argument supplémentaire à ajouter au chaulage ? Oui mais actuellement c'est encore un peu prématuré, des confirmations sont nécessaires ?

→ Article à faire circuler sur un bilan du chaulage en Angleterre

## **ITB, Paul Tauvel. Présentation d'une démarche de mise à jour des références sur le chaulage pour la betterave.**

→ Informations et sollicitations pour conseils de chaulage en rotation betteravière.

Pourquoi une remise en cause des références actuelles ?

Car le pH aujourd'hui conseillé en Betterave est assez élevé et en contradiction avec d'autre institut, pour d'autres cultures. De plus l'ITB voudrait revoir la prise en compte du critère « carbonates » (calcaire total) dont la mesure n'est pas suffisamment précise aujourd'hui pour conseiller des doses d'apport et le taux de carbonates est naturellement hétérogène dans une parcelle. Il s'avère nécessaire de créer des références rigoureuse sur ce sujet car les grilles existantes ont été basées en partie sur de l'expertise déjà ancienne, à une époque où les problèmes d'acidité sur betterave était plus fréquents.

Perspectives visées :

Une évolution du conseil qui repose toujours sur une notion d'objectif pH, mais aussi se poser la question d'un pouvoir tampon du sol et si oui quels critères ?

Si des références en betterave existent déjà dans d'autres structures, l'ITB est intéressé pour les avoir

→ Mise en place des essais cette année :

Début de l'essai pour cette année, mais l'objectif est d'identifier des sites pour l'automne.

- Recherche de situation a fort risque de battance, avec des valeurs de pH inférieur à ce que l'ITB recommande actuellement

- 2 modalités d'apports d'AMB testés :

- Est-ce que ces deux modalités ce font dans la pratique ? ou une innovation ? dans la pratique cela se fait avant labour .
- Pas de question de modulation de doses ? Pas envisagé pour le moment ; cependant des essais dans le passé ont montré que la betterave répondait significativement à des doses croissantes d'AMB, il serait donc délicat de ne pas évaluer ce critère.
- Faire des pH par strates de profondeur de sol sur les essais
- Suivi de sol : à l'automne et au printemps ; quelles fréquences ? conseil : une semaine avant l'apport, le jour de l'apport, au semis, à la levée, au stade 2 feuilles, 4 feuilles et 6 feuilles.
- Avoir dans la mesure du possible les relevés hydriques et l'intensité des pluies.

**ARVALIS, Alain Bouthier – Hélène Lagrange : Essais chaulage en sol limoneux battant.**

Présentation de différents résultats expérimentaux.

## **1. Présentation par H. Lagrange : essai Chaulage et effet physique (la Jaillière)**

2 objectifs : effet sur la structure du sol d'un pH supérieur à 7 et effet des produits

Pour cela :

2 produits : AMB pulvérisé (solubilité carbonique 60 – VN 55) et AMB broyé (solubilité carbonique 30 – VN 50).

2 doses testées (1000 et 1500 u VN/ha), avec une dose visant un pH toujours en dessous de 7 et une dose visant un objectif de pH au-dessus de 7.

Les sols de l'essai sont des limons hydromorphes drainés (pH 6,2 - MO = 2,8 % - CEC Metson = 93 meq/kg). Cet essai a été mis en place en 2012 et est toujours en cours.

Ce type de sol avec une teneur en C organique élevée ne semble a priori pas très adapté pour mettre en évidence des problèmes de structure (David Leduc). Limon argileux, mais argile de type kaolinite qui serait une « mauvaise » argile qui se comporterait un peu comme un limon.

Sont suivis dans cet essai : la quantification des carbonates non dissout, les rendements et des mesures sur la structure du sol : humidité, porosité et vitesse d'infiltration, stabilité structurale.

Tests : Hallaire (1997) et le Bissonnais (1995)

Le Bissonnais → 3 régimes de pluie

Pluies fortes sur sol sec

Pluies faibles sur sol sec

Pluies hivernales sur sol humide

Bilan de l'essai à ce jour :

- Evolution du pH

Il y a un effet élévation de pH significatif, mais pas d'effet produit sur le pH.

Dans un 1<sup>er</sup> temps il n'y a d'effet dose sur l'élévation de pH (apport de 2014, le pH remonte à 6,5 quelle que soit la dose). Ceci peut s'expliquer par deux causes, soit parce qu'il n'y a pas eu pas assez de d'unités VN apportées avec la dose 2, soit c'est un effet du climat, il y a eu notamment beaucoup de pluies, donc un potentiel de ruissellement fort qui a pu entraîner de l'amendement non encore dissout.

Par contre, pour la 2<sup>ème</sup> année d'apport en 2016, avec une dose 2 plus importante, il y a bien un effet dose sur l'élévation de pH.

→ Il est conclu que l'on peut observer un effet significatif dose sur le pH, mais pas d'effet produit.

On a fait les mesures d'humidité pondérale pour savoir si on ressuyait plus vite.

Pas de différence significative entre le témoin et les modalités avec amendement. Tendance à l'amélioration sur chaulage uniquement sur test qui simule pluies sur sol humide. Rien de significatif sur sol sec.

- Résultats structure :

Humidité : Il n'y a pas de différence significative entre le témoin et les modalités. Aucun effet de la dose n'a été observé si ce n'est une tendance à ressuyer moins bien sur le témoin mais ce n'est pas significatif pour l'instant. Ce qui pousse à la continuité de l'essai.

Stabilité structurale : Il n'y a pas de différence significative sur le test eau, ni sur le test de rehumectation ; sur le test éthanol, le témoin est moins bon, mais pas de différence de dose sur les modalités chaulées, et le témoin est plus sensible à la battance.

→ Le chaulage a tendance à limiter la battance sur les pluies hivernales mais pas de différence entre les doses.

Il pourrait y avoir des effets calcium ?

La teneur en MO élevée « gomme » sans doute beaucoup de résultats, quand on dépasse 2,2 en terme de stabilité structurale cela change beaucoup, donc pas facile de mettre en avant des effets sur le comportement physique des sols avec cette teneur en MO.

Proposition de mesurer le pH une autre fois dans l'année ; Il n'y a pas de mesure du pH KCl. Mais pH KCl est un doublon du pHeau comme cela a déjà été traité au groupe SAB.

Porosité : aucune différence, cet indicateur a été étudié d'après la méthode Hallaire 1997,

Test de porosité : Fait à Rennes sur cake de sol non remanié à partir de 10 cm. C'est la couche qui pourrait poser problème parce qu'elle n'est pas retravaillée. Humectation, puis humectation avec liquide colorée, ensuite résine et traitement « d'imaginer » par la suite.

2 boîtes par parcelle avec 3 répartitions => pas de mise en évidence. Pas d'effet visuel non plus.

- Rendements : rotation Blé/maïs

Il n'y a pas de différence significative sauf en 2017 où on observe un meilleur rendement sur le témoin. L'hypothèse émise est que la cause est peut-être celle du piétin échaudage, mais aucune notation n'a été faite jusqu'ici, ainsi des notations seront faites cette année.

Conclusion :

Il s'avère difficile à différencier les effets pH sur les différents indicateurs évalués.

L'effet est à peine significatif sur les effets physiques, on observe une tendance sur la battance qui devra être confirmée, mais pas d'intérêt dans le contexte de cet essai à monter au-dessus de pH 7, mais il faut continuer l'essai.

Discussion et échanges.

Est-ce que les observations de la surface à l'aide de drone pourraient quantifier des flaques ?

Comprendre et identifier le fonctionnement hydrique avec des capteurs serait important,

Et une mesure du pH en continu ?

Des mesures de carbonates résiduels ont-été réalisées sur cet essai mais a priori tout est dissous rapidement.

L'intérêt n'est-il pas davantage autour d'un effet calcium ? Ne faudrait-il pas avoir une modalité gypse les prochaines années ?

Intérêt de monter un réseau : Sophie Xardel intéressée pour implanter un essai. Ce serait bien aussi chez David Leduc qui précise qu'il y a des discours contradictoires sur le terrain. Des constats fréquents de prise en masse ou de sols qui « s'effondrent ».

Alain B indique que l'effet chaulage sur la structure est visible sur sols engorgés l'hiver, où l'amendement permet le maintien de la porosité, d'autant plus qu'il est suivi d'un printemps sec : le sol conserve sa cohésion, moins de prise en masse.

## **2. Présentation essai Arvalis UCATA-LHOIST par A Bouthier :**

### **1. Fréquence d'apport en sol à faible CEC :**

Ce projet a été mené en Sologne et avait pour objectif de voir la différence d'impact selon la fréquence d'apports d'amendement : soit un apport annuel, soit un apport tous les 3 ans ? Et pour quel type de produit ?

Caractéristiques de l'essai : Travail superficiel, Amendement enfouis, CEC très faible, K moyen, teneur faible en manganèse, et en bore. Profil culturale 2 ans après le démarrage de l'essai, pour bien resituer la profondeur d'enfouissement des amendements. Rotation céréalière, plus de labour depuis 2002, apport régulièrement des PROs mais pas pendant l'essai, le dernier apport d'AMB a été fait en 2011.

Le protocole intègre un suivi au niveau des plantes au stade tallage (dosage en oligoéléments sur végétal) et des mesures du rendement, ainsi que des mesures du pH au printemps et un pH eau post récolte.

→ Evolution du pH : Une baisse rapide du pH est observée dans le témoin, et des écarts entre les apports annuels et les apports bloqués qui s'annulent en année 3.

→ Dans ce contexte, un apport annuel de 300 VN assure l'entretien du pH mais on n'observe pas une différence significative avec un apport bloqué une année sur 3.

Rendements : la différence est significative uniquement sur le colza mais pas sur avoine blé et orge ;

Analyse de plante au printemps : en 2014, il y a eu un apport de manganèse par l'agriculteur donc ce n'est pas possible de faire de bilan; en 2013 l'effet est significatif sur la teneur en zinc et manganèse sur la culture d'avoine, mais non significatif sur les autres années.

Dans le sol : Légère baisse de P2O5, pas d'effet sur le K2O ni MgO ; baisse de Mn mais pas d'effet sur Cu, Zn, et B.

Conclusions sur sol à très faible CEC Metson:

- meilleure performance de l'apport annuel
- risque d'interaction Mn / Zn avec risque de carence, moins élevé en apport annuel
- baisse rapide du pH sur le traitement témoin non chaulé
- pas d'effet rendement pour pH entre 6,5 et 5,5
- conseil Comifer validé

## **2. Présentation essai par A Bouthier sur sol sableux luzerne et pH autour de 6 et CEC Metson à 5,8 cmol+/kg**

→ Objectif : vérifier s'il faut vraiment un pH de 6,0 pour l'implantation d'une luzerne.

Y-a-t'il un effet positif avec des pH à 6.5 et à 7,0 ?

Des mesures de carbonate non dissout sont réalisés à la SADEF.

Essai mené sur la Jaillière, avec des apports de dose de CaO de 1000 ou 2000 unités VN/ha, avec des carbonates broyés ou pulvérisés avec une visée du pH de 6,5 à 7.

La CEC Metson observée sur les parcelles est de 5,8 cmol+/kg.

Effet pH : l'apport est effectué en septembre, la première analyse a eu lieu tout de suite après, puis en mars, en octobre et 2 ans après l'apport, : On observe une évolution du pH de la couche 0/15 cm avec un passage de pH 6,0 à 7,0 pour l'AMB broyé et de pH 6,0 à 7,5 pour l'AMB pulvérisé.

Rendement de la luzerne : effet significatif sur le rendement, avec un effet d'apport, mais pas d'effet dose, ni effet de la forme du produit sur le rendement.

Sur la 1<sup>ère</sup> année, on voit nettement un effet apport d'AMB significatif et un effet dose, même si ce n'est pas significatif. Egalement mise en évidence que l'AMB broyé retarde l'implantation des nodosités. Il apparaît préférable d'utiliser un produit à action rapide si l'on est très près de l'implantation.

Produit broyé : une partie se dissout plus rapidement, mais n'atteint pas le même résultat que le produit fin, sauf si le sol est à nouveau travaillé.

Bilan économique : Le cout étudié prend en compte l'épandage, les produits, la luzerne sur pied et la récolte ; La luzerne récoltée sur les traitements chaulés coûte moins chère que celle produite sur les traitements non chaulés, il y a donc un impact positif sur le coût de production.

Conclusion : le conseil Arvalis est à réviser pour le cas d'un conseil d'objectif pH à l'implantation de la luzerne. Un objectif pH de 6,5 s'avère plus intéressant économiquement.

### 3. Mesure de carbonates résiduels dans les essais : SYNTHÈSE

Les résultats présentés sont une synthèse des mesures des carbonates résiduels et de suivi pH dans des essais chaulage Arvalis depuis 10 ans.

Les carbonates résiduels sont mesurés au laboratoire SADEF. Le seuil de quantification est plus bas que ce qu'il était en 2013. Actuellement la méthode analytique permet une quantification de 50 mg/kg, ce qui donne environ 100 kg/ha de carbonates dosés sur un travail du sol pas trop profond. Cette maîtrise de ce dosage est intéressante pour pouvoir observer et comparer des dynamiques de dissolutions.

Cette synthèse rassemble des résultats de 4 essais, deux avec des CEC Metson entre 4 à 6 cmol+/kg et deux autres des CEC Metson entre 9 à 11 cmol+/kg.

L'essai La Jaillière et l'essai Saint-Jean de Brevelay sont les deux essais initiaux sur les carbonates résiduels.

On observe une relation entre la quantité de carbonate dissous et le pH. c'est une relation avec un ajustement linéaire mais avec une variabilité plus importante engendrée par les apports d'amendement grossier.

La présentation graphique : dose de CaO en fonction du delta pH par rapport au témoin met en évidence une bonne relation entre les deux. Sur les deux essais pourtant sur deux sites, la pente est quasi identique.

Conclusion :

Il s'avère pertinent de mesurer les carbonates résiduels dans une étude d'évaluation des doses d'apport d'AMB à préconiser pour passer d'un pH actuel à un pH souhaitable.

Ces essais montrent également l'importance d'une prise en compte précise de la masse de terre fine concernée par l'incorporation de l'AMB. Cette masse de terre fine se calcule à partir d'une prise en compte précise de la profondeur d'incorporation de l'AMB.

Ainsi les essais avec une incorporation superficielle montre une qualité du mélange probablement supérieure à celle obtenue avec une incorporation par labour.

Les préconisations d'apport d'AMB en unités VN/ha sont synthétisée à l'aide d'un tableau intégrant :

- Profondeur de l'incorporation (masse de terre)
- CEC Metson du sol concerné en cmol+/kg
- $\Delta$  pH souhaité (écart pH en pH initial et pH souhaité)

Ce tableau est obtenu avec un jeu d'essais suffisamment diversifié pour des CEC Metson  $\leq$  10 cmol+/kg. Il serait à compléter par d'autres essais avec des CEC Metson  $>$  10 cmol+/kg.

## **Prochain Groupe SAB**

Date pour la prochaine réunion → septembre – octobre 2019