



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

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

15 octobre 2024 – Distanciel (Visio Teams)

09h30 – 12h30

COMPTE RENDU

### Participants :

<b>NOM</b>	<b>Prénom</b>	<b>Structure</b>
BELAÏD	Yosra	UNIFA
BOUDES	Cedric	Yara
BRAUD	Armelle	CDDM
CACHON	Jean-Pierre	CETA Marle
CHARRON	Matthieu	Rouillier
CHEVALLIER	Tiphaine	IRD
CLAUDE	Pierre-Philippe	Polyor
DE REKENEIRE	Justin	Oxyane
DIEDHIOU	Khady DIEDHIOU	COMIFER
DROISIER	Sophie DROISIER	COMIFER
FISCHER	Robin	Soufflet Agriculture
FONSEGRIVES	Yannick	LHOIST
FONTAINE	Clement	Eurofins Galys
GENDRE	Charlotte	Aurea
HENAULT	Catherine	INRAE
LAFLEURIEL	Phillipe	Oxyane
LE SOUDER	Christine	ARVALIS
LEBAILLY	Anne-Laure	Ch. d'Agri France
MARX	Simone	ASTA Luxembourg
RANOARISON	Sarah	LDAR
SERVAIN	François	LDAR
SOUCEMARIANADIN	Laure	ACTA
STEFFEN	Mathieu	ASTA Luxembourg
TAUVEL	Paul	ITB
VARVOUX	Laurent	Terrena
ZIHLMANN	JeanFrancois	MEAC

 **09h30 : début de réunion : Tour de table et actualités du COMIFER**

## L'effet du chaulage et de la fertilisation azotée sur le rendement des cultures protéagineuses (pois, féverole)

*Laurent Varvoux / Terrena*

Présentation des travaux menés par la coopérative Terrena depuis 16 ans dans une parcelle d'agriculteur.

Objectif : présenter les résultats et échanger avec le groupe sur les interprétations et interrogations suscitées par ces résultats.

Essai réalisé dans le but d'étudier l'impact du chaulage sur le rendement et l'effet sur la fourniture en azote du sol.

Présentation du contexte et du protocole : essai sur du limon fragile battant hydromorphe / possibilité de mesurer l'effet du chaulage sur plusieurs éléments nutritifs et l'activité biologique du sol. Contrairement à l'essai de l'INRAE de Versailles, celui de Terrena est sur une parcelle cultivée, sans hydromorphie et sans irrigation / le pH moyen de départ est de 5,8 et aujourd'hui il est autour de 6 / Pas d'apport d'effluents d'élevage ni de P et K minéral / 2 modalités sur le protocole : chaulage massif (apport de 1000 unités de VN en une seule fois) et chaulage fractionné / chaulage une année sur 3 ou une année sur 4 avec de la chaux vive sous forme de granulées / Chaulage avec 3 modalités d'apports d'azote jusqu'en 2018.

Quelques résultats principaux :

15 ans après, l'effet du chaulage sur le pH\_eau est très peu marqué car il y a peu d'écart de pH entre parcelles chaulées et non chaulées.

Sur le rendement des cultures : pas d'effet significatif sur les rendements colza, blé et maïs ; mais des effets significatifs les années où il y a eu des protéagineux (pois et féverole) / effet du chaulage sur la mycorhization ?

Moins de battance sur les parcelles chaulées.

Reliquat azoté sur 3 horizons : niveaux de reliquat plus élevé sur les parcelles chaulées / effet de l'activité biologique ?

A faire : vérifier s'il y a un gradient de pH selon la profondeur de labour.

Effet des différents niveaux d'apport d'azote : l'apport d'azote sur le précédent a eu un effet négatif sur le rendement des protéagineux (effet négatif des apports de N sur la mycorhization ?)

### **Echanges**

PT : Acidification plus importante des modalités avec apports de N ? Ecart de pH constaté ? →  
LV : l'apport d'azote a permis d'observer un gradient net d'acidification des parcelles (environ 3 points de pH). PT : peut-être que ces épisodes d'acidification font que le pH est réhaussé mais reste autour de 6.

LV : Il y a toujours des modalités avec apport de N, mais une seule dose de N est testée sur les parcelles chaulées depuis 2018.

LS : Quid de la variabilité associée aux résultats ? LV : essais variables avec des coefficients de variation plutôt élevés. Prévoir un ajout d'écarts types et coefficients de variation sur les graphs.

CH : Suggestion pour la prochaine culture de protéagineux : faire des prélèvements de plantes pour observer la nodulation. Il pourrait aussi y avoir des mesures de fixation de l'azote. A minima, déterminer le nombre de nodosités sur les racines au moment de la floraison pour voir s'il y a des

différences sur les racines. Possibilité aussi de mesurer la fixation de N atmosphérique par des incubations.

LV : Y a-t-il des travaux sur le chaulage en milieux acide qui favoriserait la production de nodosité par les légumineuses ? CH : faut voir dans la bibliographie et éventuellement des données INRAE à traiter.

Quid des classes de pH sur les nodosités ? Question à l'étude côté INRAE par CH. A inscrire aux prochaines réunions du GT selon l'avancement des travaux.

JPC : voir peut-être l'effet des lessivages de nitrates sur les pH vu qu'il n'y a pas de couverts.

JFZ : de manière générale, il est important de faire des analyses avant l'implantation d'essais longues durées pour avoir une idée de l'hétérogénéité du terrain qui peut aider à interpréter les résultats.

LV : Possibilité de présenter des résultats au groupe sur l'effet des apports de MO sur le pH.

## **Dynamique de dissolution des carbonates au sol**

*(Tiphaine Chevalier / IRD)*

Travaux sur la dynamique du carbone dans les sols (ici des sols calcaires).

En général il est difficile de mesurer les formes de carbone du sol : C organique et C inorganique. Lorsqu'il y a beaucoup de C inorganique, il y a peu de C organique mais c'est souvent la forme organique qu'on cherche à mesurer.

Teneurs moyens de C organique des sols en France : 25g de C organique par kg de sol. Les teneurs en C inorganique sont nettement plus faibles.

Faible impact des usages des sols et des pratiques agricoles sur le C inorganique. Raison pour laquelle cette fraction n'est pas étudiée. Il y a plus d'études sur le C organique mais la dynamique des matières organiques dans les sols qui contiennent du calcaire est de plus en plus étudiée.

Analyses réalisées dans l'étude : incubation de sols en laboratoire en piégeant le CO<sub>2</sub> émis avec de la soude.

Autres méthodes : mesure directe de la concentration en CO<sub>2</sub> émis par les microorganismes du sol / Identifier si le CO<sub>2</sub> émis est uniquement lié à la décomposition de la matière organique en utilisant des analyses isotopiques.

Avec la mesure du CO<sub>2</sub> émis, on peut distinguer la part organique et inorganique. Mesure réalisée dans une parcelle en agroforesterie : le C inorganique est très élevé et homogène sur tout le profil. Pour le C organique il y a une différence entre la ligne d'arbre et l'inter-rang (il y a plus de C organique sur la ligne d'arbre). La mesure du delta C 13 ( $\delta^{13}C$ ) de ces 2 formes de C donne des résultats différents.

Incubation de sols de différentes profondeurs : le CO<sub>2</sub> émis sous la ligne d'arbre est plus proche de la matière organique que du calcaire.

Calcul de la contribution des formes de C aux émissions du CO<sub>2</sub> : on voit que la contribution du C inorganique n'est pas négligeable et représente presque 70% des émissions de CO<sub>2</sub>.

Incubation du même sol à différentes températures : la contribution du C inorganique aux émissions ne change pas énormément mais on voit qu'il alimente plus les émissions.

Acidification ? Excès de CO<sub>2</sub> ? Ou juste de la transformation ou échange isotopique ? La dissolution crée du CO<sub>2</sub> mais on ne sait pas s'il y a un réel effet positif des carbonates sur les émissions de CO<sub>2</sub>.

Quand on mesure le delta C13 du CO<sub>2</sub>, on voit qu'il est modifié par l'activité biologique (et la nature du carbone ?). Il y aurait une contribution des carbonates aux émissions de CO<sub>2</sub>.

D'autres études sont en cours sur le sujet. Il faut mesurer la teneur en C organique et inorganique et le delta C13 de ces 2 formes de carbone.

Pas de Méthode idéal pour réaliser ces mesures mais il existe des méthodes directes par oxydation, calcimétrie, analyses élémentaires, élimination du calcaire pour mesurer le C organique ou élimination de la MO à haute température pour mesurer le C inorganique. Il existe aussi des méthodes indirectes par spectrométrie infra rouge.

Des études sont en cours pour améliorer les méthodes de mesure du carbone.

## **Echanges**

CH : sur les incubations de sol, quelles est la durée des mesures ? → TC : généralement ce sont des cinétiques qui sont réalisées à 3, 7, 14, 21 et 28 jours. Sur les sols tunisiens, la contribution des carbonates était surtout observée durant les premiers jours mais pour les sols en agroforesterie les contributions sont restées constantes durant toute l'incubation.

AL : pont à faire avec les travaux en cours à l'ISO sur les méthodes d'estimation de carbone, discuté au GT FOrBS.

SM : information sur l'appareil et la méthode d'estimation de C utilisé dans son laboratoire : mesure du dégagement du CO<sub>2</sub> par une attaque à l'acide phosphorique. Une analyse brute du C total dans le sol est réalisé, puis une mesure des émissions de CO<sub>2</sub>, ensuite une différence entre les 2 est effectuée. Analyses réalisées sur des échantillons broyés très finement. Objectif : avoir la meilleure précision possible.

 **Avancées apportées par la publication : “Surprising minimisation of CO<sub>2</sub> emissions from a sandy loam soil over a rye growing period achieved by liming (CaCO<sub>3</sub>)”**

*(Catherine Hénault / Inrae)*

Rappel des travaux réalisés par l'INRAE sur le Chaulage et les émissions de CO<sub>2</sub> (cf. précédentes réunions du GT). L'objectif était de suivre les émissions de CO<sub>2</sub> dans une parcelle cultivée recevant du CaCO<sub>3</sub>.

Méthodologie IPCC : hypothèse selon laquelle tout le carbonate de calcium est perdu sous forme de CO<sub>2</sub> l'année qui suit l'apport.

Sur l'essais INRAE dans le Morvan : suivi des émissions de CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O. Rappel des résultats obtenus : flux de CO<sub>2</sub> sur les parcelles chaulées plus faibles que sur les parcelles témoins. Aussi une augmentation de rendement (augmentation de la production de grain) et une amélioration de

la qualité de la matière organique sur les parcelles chaulées. Les flux mesurés sur cette étude sont cohérents par rapport à ce qui existe dans la littérature. Une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 35% est observée alors que le contraire était attendu. 2 explications possibles : la dissolution du C sous forme de bicarbonate ou la stabilisation du C organique par le carbonate de calcium apporté.

Encore des pistes à explorer pour identifier si éventuellement d'autres mécanismes sous-jacents pourraient expliquer les émissions de CO<sub>2</sub>.

### **Echanges et prochaines étapes de l'étude**

Quid de la différence entre un carbonate de calcium "synthétique" et celui d'origine marine en termes de composition ? → Ils sont quasiment pareil. Celui d'origine synthétique a été modifié pour éliminer toutes les impuretés.

Point sur les équations de transformation du carbonate de calcium.

En sols acides, effet positif sur les émissions de CO<sub>2</sub> ? → Effet variable selon les essais. Quelquefois des augmentations des émissions de CO<sub>2</sub> sont observées à court terme.

- Besoin de prélèvements supplémentaires ? Quel coût ? → Si volonté de faire des mesures, contacter Catherine Hénault pour qu'elle fasse un chiffrage précis du dispositif à mettre en place au cas par cas.

CH : Il faut travailler la généralité et la compréhension des mécanismes sous-jacents.

PT : l'ITB aura des essais chaulage sur betterave. Besoin de protocoles poussés pour démontrer la généralité ? → CH : une solution serait d'avoir des discussions en bilatérale avec les personnes intéressées pour retravailler le protocole et le réadapter ; ensuite aller chercher des financements.

CLS : Effectivement c'est important de pouvoir "piloter" ce levier afin d'identifier dans quelles conditions on voit des choses et dans quelles conditions l'effet serait plus faible. Arvalis est intéressé aussi par cette acquisition de résultats.

JFZ : les référentiels du GIEC sur les émissions atmosphériques du carbone du carbonate calcium sont probablement vraies en sols acides mais pas en sols à pH neutre. Ce qui expliquerait une partie des résultats de l'essais : en pH neutre on serait en puit de C alors qu'en pH acide on serait en source de C. → CH : Nécessité d'avoir un pool de publication conséquent pour ouvrir le sujet à l'IPCC.

En pH basique on aboutirait à du bicarbonate alors qu'en pH acide on est source de CO<sub>2</sub>.

CLS : la neutralité à 7 n'est pas forcément recherchée dans certains systèmes de culture.

LV : là où les pH sont meilleurs il y a généralement moins d'eau et moins d'émissions. Bien adapter le pH objectif au type de sol.

**Fin de réunion.**

**Prochain rendez-vous : le 13 mars**