



APPROCHE GLOBALE DU BILAN CARBONE DES AMENDEMENTS MINÉRAUX BASIQUES

PRESENTATION DES TRAVAUX DE LA SECTION AMB DE L'UNIFA

GT SAB du COMIFER – le 30 novembre 2021

INTRODUCTION

- L'UNIFA représente des producteurs de tous types de matières fertilisantes pour la plante et le sol.
- Zoom sur les **AMB** : ont pour rôle la **désacidification du sol** pour en améliorer la structure et les fonctions biologiques et chimiques.
- Retour sur une étude présentée aux Rencontres COMIFER-GEMAS 2021

Approche globale du bilan carbone de l'apport d'amendements minéraux basiques

De la production à la récolte, l'amendement minéral basique, un moyen de lutter contre les émissions de gaz à effet de serre

Contexte

En ce dernier rapport, paru le 30 juin dernier, le Haut-Conseil pour le Climat (HCC) constate une « amélioration limitée » du rythme de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES).

En agriculture via une transition vers un modèle d'élevage, l'agriculture espagnole 18 % des émissions totales de GES de la France. Les poids dans les émissions totales et notamment « lors de la Stratégie Nationale Bas Carbone n°2 » visent une réduction de 27 % des émissions de GES agricoles en 2050 par rapport à 2019.

Selon Hénault et al. (4), le pH du sol est un des leviers principaux de réduction des émissions de N₂O. Afin d'obtenir un pH optimal de 6,5, il existe une stratégie efficace de diminution des émissions de GES sur l'acidification.

Des travaux sont menés dans le Laitier Bas Carbone Grandes Cultures avec le coefficient d'apportement des amendements basiques de N₂O (C_{amb}) à l'échelle régionale des sols agricoles (5).

$$C_{amb} = \frac{[H^+]_{2019} - [H^+]_{2050}}{[H^+]_{2019} - [H^+]_{2050}} \times 100$$

Selon les données de l'Inra de Dijon, 20% des sols français mouillés sont à pH < 6,5, donc à risque d'acidité.

Il apparaît nécessaire de réaliser le bilan global des GES lié à l'utilisation d'un Amendement Minéral Basique (AMB).

Hypothèses

- Production structurelle d'un chauffage d'entretien sur un sol pH < 6,5 : 1000 kWh sur 4 ans sur terres cultivées ; 500 kWh sur 4 ans sur terres non cultivées.
- Sol France = 50% de gros et très cultures et cultures les autres = 40% est prise en compte (brouillard, brouillard, etc.).
- Hauteur d'émission du N₂O = 1% ; facteur de conversion de N₂O en CO₂ = 2,9 ; 1 kg de N₂O en eqCO₂ = 29 kg CO₂ eq.

Les Emissions des AMB

- Production de l'AMB : la production d'AMB est CO₂ par séchage, broyage ou cuisson.
- Transport jusqu'à l'agriculteur et épandage : utilisation de carburant.
- Une fois épandus, l'AMB libère du CO₂ par décomposition totale ou résiduelle de la matière organique dans le sol.

Emissions de N₂O directes, CO₂ séquestré

• Directement des émissions de N₂O en eqCO₂ : le passage d'un pH < 6,5 à 6,5 → réduction de 100 kg de N₂O au sol. Le réajustement chimique et structural du sol par le chauffage permet une réduction des émissions de N₂O dans l'atmosphère de 1168 kg eqCO₂/t VN/hl.

• Séquestration de CO₂ par stockage de carbone : A pH > 6,5 → augmentation de la production de biomasse (résidu + paille + etc.). La quantité de CO₂ de l'air diminue par fixation de carbone par la plante (213 kg eqCO₂/t VN/hl), puis stockage dans le sol.

Conclusion

Cette étude fait le bilan complet des émissions de GES liées à la totalité du cycle de vie des AMB, de leur extraction à leur application.

En limitant les émissions de N₂O et en séquestrant plus de carbone, les AMB évitent l'émission de 333 kg eqCO₂/t VN/hl.

L'élevage, par sa production de carbone qui permet l'utilisation d'AMB est bénéfique d'un point de vue environnemental et agricole, en réduisant le sol de 6,5 au pH optimal, et en séquestrant le carbone dans le sol.

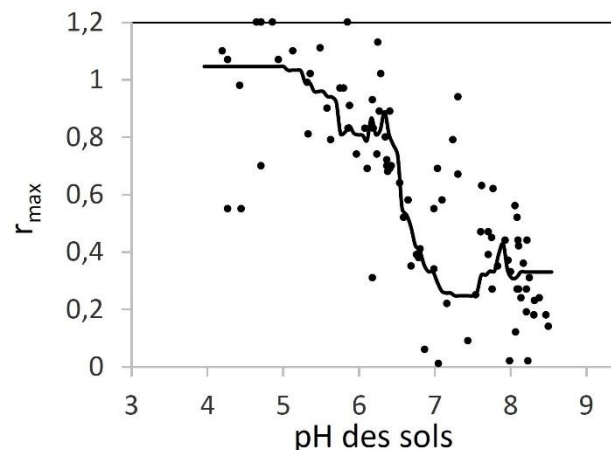
Tous ces éléments permettent de définir un pH agroécologique de 6,5.

Bilan global d'émissions GES des AMB : -333 kg eqCO₂

Source : Poster Rencontres COMIFER-GEMAS 2021, section AMB UNIFA

CONTEXTE DE L'ETUDE

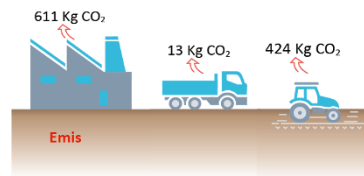
- Article scientifique **C. Hénault et al. 2019** :
 - L'augmentation du pH désinhibe des bactéries de la dénitrification : $N_2O \rightarrow N_2$
 - Virage à pH [6,4 – 6,8]
- En partant de ce constat :
 - L'AMB pourrait compenser les émissions GES à la production lors de son utilisation à la parcelle ?
 - Dans quelle mesure ?
- Cette étude peut apporter des réponses face aux enjeux de **diminution des émissions GES** et de **stockage de carbone** :
 - Label Bas Carbone
 - Qualité de l'air, etc.



Source : C. Hénault et al., 2019

METHODOLOGIE

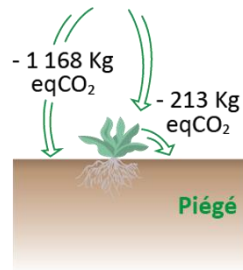
- Une analyse du cycle de vie de l'AMB.
- Etude de l'ensemble des postes pour le bilan :



Source : Newsletter Référence Agro, section
AMB UNIFA

- Réduction de N₂O – Sol
- Fixation de CO₂ - Sol

- Production
- Transport/Epandage
- Emissions de CO₂ – Sol



Source : Newsletter Référence Agro, section
AMB UNIFA

- Au global, on regardera combien d'émissions la production d'1 tonne de VN génère, et combien d'émissions l'utilisation de cette même tonne de VN compense.

PRODUCTION

- On calcule les émissions à la production pour les 2 types d'AMB : **CaO** et **CaCO₃**
- Les émissions de CO₂ à la production sont dues à :
 - l'extraction
 - le séchage
 - le broyage

Produit AMB	VN du produit	kg de CO ₂ /t de produit	kg de CO ₂ /t de VN
chaux vive calcique	93	1031	1109
Amendement calcaire séché pulvérisé	55	62	113

TRANSPORT/EPANDAGE

- Pour le transport de l'usine au champ :
 - En moyenne, 100km parcourus par camion citerne de 28T
- Pour l'épandage :
 - Appareil à rampe de 12m soit 0,83 km/ha
 - Un épandage tous les 4 ans : **1000 VN/ha** en grande culture / **600 VN/ha** en prairie permanente
 - Consommation épandeur : 20 l/h

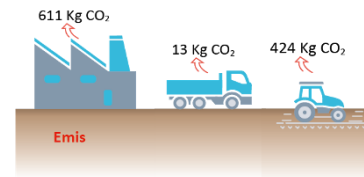
Produit AMB	VN du produit	kg de CO ₂ /t de VN (transport)	kg de CO ₂ /t de VN (épandage)	kg de CO ₂ /t de VN
chaux vive calcique	93	10	11	21
Amendement calcaire séché pulvérisé	55	17	15	32

EMISSIONS DE CO₂ - SOL

- Après épandage, le C contenu dans le CaCO₃ est émis sous forme de CO₂ (1*CO₂ pour 1*CaCO₃)
 - Signe d'une utilisation efficace du produit
- La chaux vive CaO n'émet pas de CO₂ (sauf le CO₂ lié à la décomposition du carbonate résiduel)

Produit AMB	VN du produit	kg de CO ₂ /t de produit	kg de CO ₂ /t de VN
chaux vive calcique	93	35	38
Amendement calcaire séché pulvérisé	55	430	782

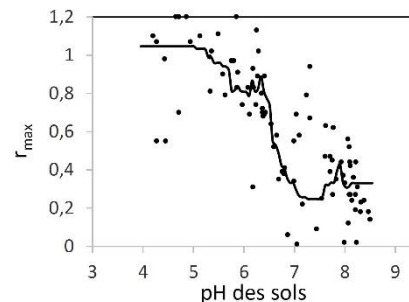
BILAN emissions



Produit AMB	Emissions directes (kg de CO ₂ /t de VN)			
	Production	Transport- épandage	Emissions au sol	Total
chaux vive calcique	1109	21	38	1167
Amendement calcaire séché pulvérisé	113	32	782	927

RÉDUCTION DE N₂O – SOL

- Définition des quantités d'azote apportées par fertilisation minérale + organique par ha de SAU :
 - 60% de SAU en grandes cultures + 40% de SAU en prairies permanentes (=25 000 ha)
- Conversion en quantité de N₂O émis après fertilisation azotée :
 - Facteur d'émission N-N₂O (moyenne mondiale) : 1%
 - Conversion N en N₂O : x1,57
- Pratique du chaulage : 1 épandage tous les 4 ans :
 - 1000 kg VN/ha l'année 1 en grandes cultures (pour 4 ans)
 - 600 kg VN/ha l'année 1 en prairies permanentes (pour 4 ans)
- 2 scénarios de chaulage :
 - Situation transitoire : de pH 6,8 l'année 1 à pH 6,4 l'année 4
 - **Rythme de croisière : pH supérieur à 6,8 sur les 4 ans (abattement de 50% des émissions de N₂O chaque année)**



RÉDUCTION DE N₂O – SOL

Taux de réduction de l'émission de N ₂ O Situation à pH initial = 6,8 maintenu au dessus de 6,8 toute le temps		proposé par Hénault et al 2019			
	1ere année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année
Apport VN (chaulage)	1 000	0	0	0	1 000
valeur pHeau	7,1	7,0	6,9	6,8	6,8
% abattement du N ₂ O	50%	50%	50%	50%	50%
N₂O évité en kg CO₂ eq/ha					
Terres cultivées	299,7	299,7	299,7	299,7	299,7
Prairies permanentes	168,1	168,1	168,1	168,1	168,1
Terres cultivées (moy sur 4 ans)	299,7				
Prairies permanentes (moy sur 4 ans)	168,1				
Bilan global GES chaulage					
Apport VN (chaulage) 1000 VN	N ₂ O évité en kg eqCO ₂ /ha	kg VN/ha	BILAN N ₂ O/T VN		
Terres cultivées (sur 4 ans)	1 199	1 000	1 199		
Prairies permanentes (sur 4 ans)	672	600	1 121		
Fertilisation azotée					
	Surface Milliers d'ha	Surface %	Bilan N ₂ O cultures	Bilan N ₂ O %	
Terres cultivées	15245	0,6	1198,6	729,6	
Prairies permanentes	9800	0,4	1120,8	438,6	
TOTAL	25045	1,0		1168,2	

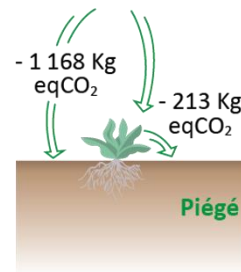
Produit AMB	VN du produit	N ₂ O évité /ha	kg eqCO ₂ évités/t de VN
chaux vive calcaïque	93	4,40	1168
Amendement calcaire séché pulvérisé	55	4,40	1168

FIXATION DE CO₂ - SOL

- L'augmentation du pH par chaulage améliore l'activité bactérienne :
 - Meilleure mise à disposition des nutriments
 - Gain de biomasse soit augmentation de la fixation du CO₂ de l'air (cycle de Calvin)
→ Culture = plus grand puits de C
- Une part de la biomasse produite retourne au sol – une faible proportion est fixée durablement dans le sol (20 ans) :
 - 2,5% pour les grandes cultures
 - 5% pour les prairies permanentes

Produit AMB	VN du produit	Kg de C fixé /ha	kg de CO ₂ fixé /t de VN
chaux vive calcaïque	93	16,5	213
Amendement calcaire séché pulvérisé	55	16,5	213

BILAN Réductions



Produit AMB	Emissions évitées (kg de CO ₂ /t de VN)		
	Réduction N ₂ O	Fixation CO ₂ sol	TOTAL
chaux vive calcique	1168	213	1381
Amendement calcaire séché pulvérisé	1168	213	1381

BILAN

Produit AMB	Emissions directes (kg de CO ₂ /t de VN)			Emissions évitées (kg de CO ₂ /t de VN)		Bilan GES
	Production	Transport- épandage	Emissions au sol	Réduction N ₂ O	Fixation CO ₂ sol	
chaux vive calcique	1109	21	38	1168	213	-214
Amendement calcaire séché pulvérisé	113	32	782	1168	213	-454

BILAN

Produit AMB	Emissions directes (kg de CO ₂ /t de VN)			Emissions évitées (kg de CO ₂ /t de VN)		Bilan GES
	Production	Transport- épandage	Emissions au sol	Réduction N ₂ O	Fixation CO ₂ sol	
chaux vive calcique	1167			1381		-214
Amendement calcaire séché pulvérisé	927			1381		-454

BILAN

Produit AMB	Emissions directes (kg de CO ₂ /t de VN)			Emissions évitées (kg de CO ₂ /t de VN)		Bilan GES
	Production	Transport- épandage	Emissions au sol	Réduction N ₂ O	Fixation CO ₂ sol	
AMB	1047			1381		-334

CONCLUSION

- **Bilan global négatif** : émissions compensées par l'**abattement de N₂O à pH 6,8** et le **stockage supplémentaire de C**.
- La pratique du chaulage et l'objectif de pH 6,8 sont un levier à porter dans le cadre de nos politiques publiques et auprès des agriculteurs/trices.
 - Label Bas Carbone
 - Qualité de l'air



Merci pour votre attention !
