

EXPERIMENTATIONS-EFFET du CHAULAGE sur les reliquats « Entrée d'hiver » - 2025/2026

Fiche technique - Août 2026

EN RESUME

- Le type de sol est le premier facteur explicatif de la quantité d'azote fourni par le sol
- Un niveau du pH d'un sol influe sur le niveau de minéralisation donc il a un impact sur le REH
- Un chaulage avant maïs n'explique pas un niveau de reliquat entrée d'hiver (REH) très élevé
- Par son action sur le pH, notamment avec des produits à action rapide (quelques semaines), le chaulage peut influencer la minéralisation de la matière organique du sol. L'effet est de l'ordre de 10-20% de minéralisation en plus (environ 15 uN/ha) par 0.5 point de pH.

CONTEXTE ET OBJECTIF

Les reliquats azotés réalisés en entrée d'hiver (REH) permettent de sensibiliser sur les risques de lessivage d'azote. Or, chaque année un certain nombre de ces REH sont très élevés sans que cela soit explicable par les pratiques de l'agriculteur. Certains exploitants ont signalé réaliser un chaulage au printemps avant l'implantation du maïs.

La revue bibliographique montre que le chaulage peut stimuler l'activité microbienne du sol et accroître la minéralisation de la matière organique, entraînant une augmentation de l'azote minéralisé.

Cette étude vise donc à mieux caractériser l'impact potentiel du chaulage sur le niveau des reliquats azotés en entrée d'hiver (REH) et à déterminer si cela pourrait expliquer certains résultats très élevés observés après maïs.

MATÉRIELS ET MÉTHODES : 2 EXPERIMENTATIONS MENÉES

Deux dispositifs ont été mis en place entre le printemps 2025 et la sortie d'hiver 2026 : un réseau de parcelles et une expérimentation en pots.

1) Un réseau de 8 parcelles en exploitation dit « réseau agriculteurs »

Des bandes témoins sans chaulage, des bandes avec dose simple (s) et parfois double dose de chaulage (d) (6 parcelles sur 8) ont été implantées sur 8 parcelles avant maïs : parcelle 1 (P1) à parcelle 8 (P8). **Les produits et doses simples correspondaient aux pratiques habituelles des exploitants.** Les sols ont été caractérisés (texture, pH, matière organique) et différents indicateurs ont été suivis : reliquats entrée hiver 2025 et sortie hiver 2026, pH et azote potentiellement minéralisable (APM) (sorties d'hivers 2025 et 2026).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1 dose (uVN)-s	810	112	656	322	700 à 860	349	530	540 à 648
2 doses (uVN)-d	1620	224	1313	644	1400 à 1720	/	1060	/
Type produit (%CaO-%MgO)	Carbonate 54%	Physiolith 36%-1%	Carbocal 54% - 0.5%	Chaux vive 92%	Marne 30% Dolomie 30% Carbonate 30% Gypse 10%	Chaux st Pierre 79%-11%	Carbonate - Cap 110 Duo 53%	Optiscor 48,5% - 5%
Vitesse action	Moyenne à rapide	Rapide	Moyenne à rapide	Rapide	Lente à moyenne	Rapide	Moyenne à rapide	Moyenne à rapide

Tableau 1 : présentation des différentes modalités du réseau parcellaire exprimées en nombre d'unités valeurs neutralisantes

Le tableau 1 précise pour chaque parcelle, le nombre d'unités Valeurs Neutralisantes apportées par ha (uVN/ha) et le type de produit appliqué. Par la suite, pour comparer les modalités entre elles, elles ont été classées selon 3 catégories : apport <1000 uVN carbonate (produit à action moyenne), > 1000 uVN carbonate et <1000 uVN chaux (produit à action rapide).

2) Un dispositif en pots réalisés avec 3 types de sols différents (Crécom, Bignan, Cate)

Trois types de sols issus des stations expérimentales de Crécom (22), de Bignan (56) et du Cate (29) ont été placés dans des conteneurs exposés aux conditions climatiques pendant 188 jours, soit une durée représentative de l'intervalle entre un chaulage avant maïs et la mesure des REH (environ 180j après). Sept modalités de chaulage ont été testées (cf tableau 2) : un témoin, trois doses de chaux (action rapide) et trois doses de carbonate (action plus lente).

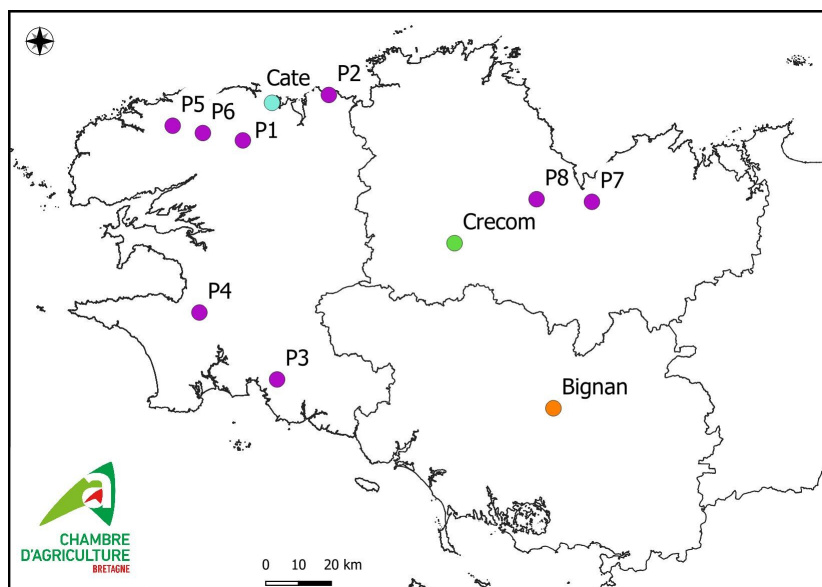
	Référence	Nombre d'unités neutralisantes apportées (uVN)
Pas d'amendement basique	Témoin 0	0
Produit d'action rapide de type chaux vive ou magnésienne (pulvérulent)	Chaux 1 t uVN/ha	1000
	Chaux 2 t uVN/ha	2000
	Chaux 3 t uVN/ha	3000
Produit d'action lente de type Trez ou carbonate (granulométrie moyenne à grossière)	Carbonate 1 t uVN/ha	1000
	Carbonate 2 t uVN/ha	2000
	Carbonate 3 t uVN/ha	3000

Tableau 2 : présentation des différentes modalités du dispositif en pots exprimées en nombre d'unités valeurs neutralisantes

La carte 1 montre la localisation des parcelles du réseau « agriculteurs » ainsi que l'origine des sols pour le dispositif en pots.

Les analyses de texture, de carbone total et de pH réalisées sur les différents sols des expérimentations montrent une bonne représentation de la diversité de sols bretons. Les essais sont donc représentatifs de la variabilité régionale en matière de texture, teneur en matière organique et niveau de pH.

- Parcelles réseau « agriculteurs »
- Stations expérimentales de provenance des sols du dispositif en pots



RÉSULTATS ET OBSERVATIONS

1) Résultats sur l'azote minéralisé dans le dispositif en pots

Les figures 1 et 2 présentent l'effet des différentes doses de chaulage avec deux produits sur la minéralisation des matières organiques.

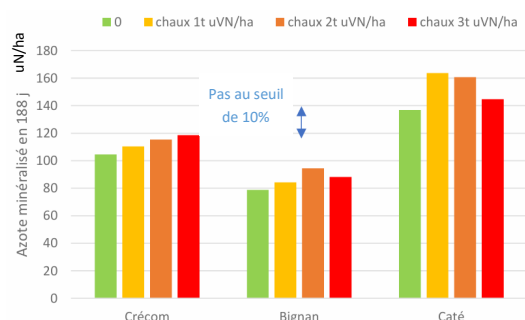


Figure 1 : Effet d'une dose croissante de produit à action rapide sur l'azote minéralisé

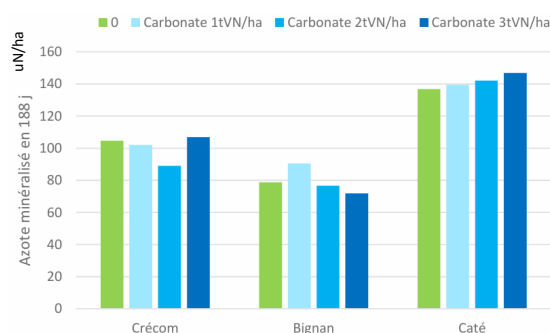


Figure 2 : Effet d'une dose croissante de produit à action lente à moyenne sur l'azote minéralisé

Les figures 1 et 2 montrent que les quantités d'azote minéralisées diffèrent fortement selon le type de sol. **Le type de sol apparaît comme le principal facteur expliquant les fournitures en azote.**

Les résultats montrent également que **sur une période de 188 j le chaulage à l'aide d'un produit d'action rapide a accru légèrement les fournitures d'azote du sol de manière significative de l'ordre de 10% (effet observé 16 uN/ha max) mais cela n'a pas été démontré avec un produit de type carbonate (action lente à moyenne) même à forte dose.**

Le type de sol est le premier facteur explicatif de la quantité d'azote fourni par le sol

Sur la période de 188 j, environ 10% de minéralisation en plus est observé avec un produit à action rapide



2) Résultats des REH dans le réseau « agriculteurs »

Dans le réseau, les reliquats entrée d'hiver (REH) mesurés sur les bandes chaulées ont été comparés à ceux mesurés sur le témoin sans chaulage. Le tableau 3 présente les écarts de REH observés des différentes modalités du réseau en les classant selon 3 catégories : apport <1000 uVN carbonate (produit action moyenne), > 1000 uVN carbonate et <1000 uVN chaux (produit action rapide).

Résultats des REH (kg N-NO ₃ ⁻ (=nitrates)/ha)											
	Témoin	Carbonate <1000	Ecart		Témoin	Carbonate >1000	Ecart		Témoin	Chaux <1000	Ecart
P1-s	113.7	84.6	-29.1	P1-d	113.7	86.6	-27.1	P4-s	229.1	258.9	29.8
P2-s	112.5	89.4	-23.1	P3-d	109.8	77.9	-31.9	P4-d	229.1	320	90.9
P2-d	112.5	77	-35.5	P5-d	43.1	26.9	-16.2	P6-s	47.5	24.2	-23.3
P3-s	109.8	124.6	14.8	P7-d	25.5	48.8	23.3	P8-s	19	21.4	2.4
P5-s	43.1	23.5	-19.6								
P7-s	25.5	61	35.5								

Tableau 3 : présentation des écarts de REH observés sur les différentes modalités entre le témoin et les bandes chaulées

La majorité des comparaisons entre bandes chaulées et témoins ne montre pas d'augmentation systématique des REH. Les écarts sont souvent négatifs, indiquant une absence d'effet du chaulage. Quelques situations présentent une hausse des reliquats, mais l'effet moyen reste non significatif statistiquement. **L'impact du chaulage sur le REH avec des apports modérés n'a donc pas été démontré** et ce même si la parcelle (P4) montre un REH très supérieur (+90 kg N-NO₃⁻/ha) au témoin (avec un apport de 640 uVN sous forme de chaux).



Un chaulage récent n'explique donc pas un REH très élevé mais il existe bien une influence modérée du chaulage sur la minéralisation.

3) Analyse de l'impact du chaulage sur la variation de pH et l'azote minéralisé

A partir des données de pH observées dans le dispositif en pots, un modèle informatique a montré que **pour monter le pH d'1 point au bout de 188 j, il faut apporter 3755 uVN sous forme d'un produit à action rapide** (action sous quelques semaines). **Sur une même durée, un produit de type carbonate n'aura que le tiers de cette efficacité (33,7%) car son action sur le pH se produit sur une durée plus longue** (action sous quelques mois).

Cette valeur de 3 755 uVN par point de pH correspond à une moyenne entre les trois sols mais en réalité cette valeur varie pour chaque sol : elle est plus élevée pour les sols à forte teneur en MO et forte CEC (Capacité d'échange cationique) et plus faible pour les sols à faible CEC.

L'impact du niveau de pH sur les fournitures d'azote par le sol est extrêmement significatif statistiquement. Il correspond à environ 15 uN/ha supplémentaires (entre 10 et 20) pour un demi point de pH en plus. Cela représente 10 à 20% de minéralisation d'azote en plus **sur le cycle de la culture de maïs (180j)**.

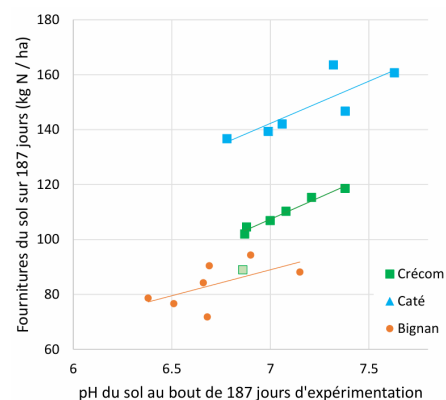
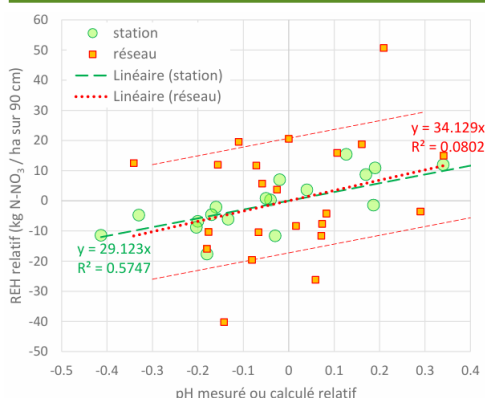


Figure 3 : Effet d'une montée de pH sur les fournitures d'azote des 3 sols sur une période de 187j

Dans un sol, plus le niveau de pH est élevé, plus la quantité d'azote minéralisé augmente. Une augmentation de 0,5 point de pH conduit à environ 15 uN/ha de minéralisation supplémentaire soit 10 à 20 % de minéralisation en plus



L'effet des variations de pH sur les résultats des REH a également été étudié. La figure 4 met en évidence **une tendance à l'augmentation du REH lorsque le pH augmente, et inversement, à une diminution du REH lorsque le pH baisse**, comme cela pourrait être le cas pour un témoin dont le pH diminuerait au cours du temps en l'absence d'apport calcique.

Figure 4 : Effet d'une variation de pH sur le niveau de REH



Le niveau de pH d'un sol a un impact sur le niveau de REH observé.

4) Analyse du lien entre le pH et l'azote potentiellement minéralisable (APM)

Sur le réseau « agriculteurs », des analyses d'APM (azote potentiellement minéralisable) ont été pratiquées avant le chaulage (février 2025) et un an après (février 2026). En un an, les parcelles témoins tendent à voir leur APM diminuer légèrement, alors que les parcelles chaulées maintiennent globalement leur potentiel de minéralisation. **Sur le réseau, l'augmentation moyenne de pH observée après chaulage est faible (environ +0,1 point), correspondant plutôt à un apport d'entretien destiné à maintenir le pH.**

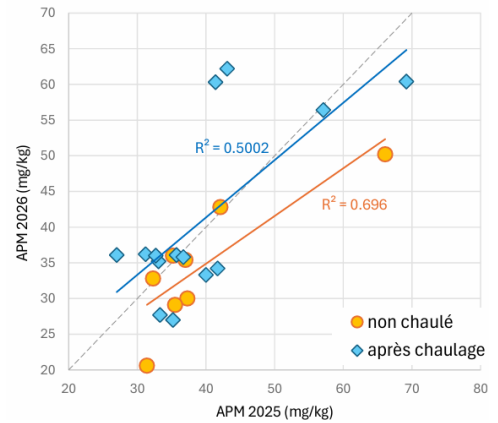


Figure 5 : Relation entre l'APM mesuré en février 2025 et février 2026 sur les parcelles du réseau

Malgré la variabilité des essais « en bande » sans répétitions, **l'analyse statistique des différences d'APM montre un effet significatif du pH (et donc des apports basiques) de l'ordre de 15%.** Cela conforte donc le lien entre le pH et ses variations et la minéralisation.

5) Influence de la caractérisation de la matière organique d'un sol sur la minéralisation

Le pH n'explique pas à lui seul les différences de minéralisation observées entre les sols. Pour mieux comprendre ces écarts, des analyses de la matière organique ont été réalisées à titre exploratoire avec la méthode Rock-Eval (dose par pyrolyse progressive des matières carbonées à température croissante) qui permet d'évaluer la répartition entre carbone stable (fossile) et carbone actif (labile) (figure 6).

Les résultats montrent que certains sols, notamment la parcelle P4, possèdent une forte proportion de matière organique active et donc un potentiel élevé de minéralisation. Lors de l'analyse du taux de carbone total, elle montrait également un niveau très élevé (figure 7). Ces caractéristiques pourraient expliquer les niveaux importants d'azote observés sur cette parcelle.

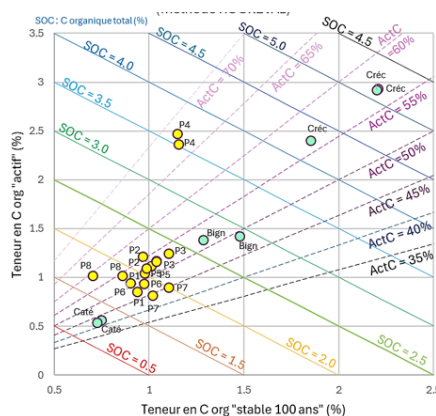


Figure 6 : Caractérisation de la matière organique des sols de l'expérimentation (méthode Rock-Eval)

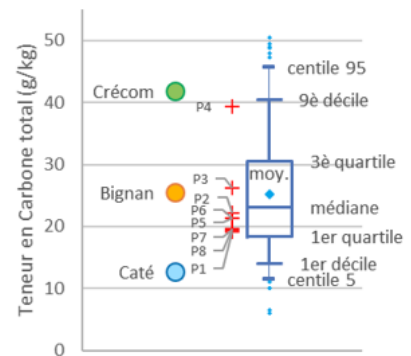


Figure 7 : Résultats sur le carbone total des parcelles des expérimentations comparés à ceux du réseau de Mesures de la Qualité des sols (100 sites en Bretagne) représentés par la boîte à moustache en bleu

Cependant, l'étude des analyses Rock-Eval sur les parcelles n'a pas permis d'établir un lien clair entre le potentiel de minéralisation des différents types de MO et le niveau de REH observé notamment pour les parcelles aux REH modérés.

CONCLUSION et REFLEXIONS

Le type de sol reste le premier facteur explicatif des quantités d'azote fournies par le sol.

Un chaulage avant maïs n'explique pas les REH très élevés observés parfois après la culture de maïs.

Toutefois par son action sur le pH notamment avec des produits à action rapide qui agissent en quelques semaines, le chaulage peut influencer la minéralisation des matières organiques du sol. L'effet du pH est de l'ordre de 15 uN/ha par 0,5 point de pH en plus, soit entre 10 et 20% d'augmentation des fournitures du sol.

Ainsi, si l'apport se fait à l'aide de produits à action rapide, il se produira un supplément de minéralisation à l'échelle du cycle cultural du maïs (180j) qui n'est actuellement pas pris en compte dans la fertilisation de la culture ce qui peut conduire à la perte de cet azote fourni. Avec un produit à action moyenne, le pH variera peu sur le cycle de la culture de maïs, les fournitures d'azote seront plus régulières et plus prévisibles donc mieux valorisées.

Vigilance cependant au maintien durable d'un pH inutilement élevé dans un sol car s'il accroît les fournitures d'azote du sol, il contribue fatalement à éroder plus rapidement le stock de matière organique labile au détriment des propriétés de résilience de celle-ci (structure, capacité de rétention d'eau etc.).