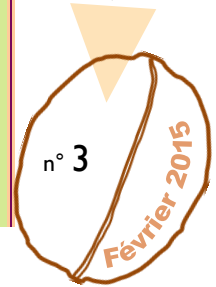




Bactériose

Fiche essai : Nitrate de calcium



MOTS CLÉS

Nitrate de calcium
Ammonitrate
Foliaires
Bactériose
Rendement
Calibre

But des essais

Comparer l'efficacité d'apports de :
 - nitrate de calcium au sol associés à des foliaires,
 - à l'ammonitrate seul,
 sur l'expression de la bactériose du noyer.



Le calcium...

Le calcium (Ca), est un élément minéral naturel du sol. On le retrouve principalement sous la forme de carbonate de Calcium (CaCO_3). Sous sa forme ionique : Ca^{2+} , c'est un élément qui est essentiel pour l'alimentation des plantes et qui a aussi des effets bénéfiques sur la structure des sols.

ainsi plus disponible pour les plantes.

Il intervient sur les propriétés :

- **physiques du sol** : structure,
- **chimiques** : biodisponibilité en minéraux,
- **biologiques** : dans le fonctionnement de la biomasse microbienne.

Son activité dépend principalement de sa solubilité (en fonction de la dureté et grosseur des particules du sol). Par exemple, dans un sol argileux et lourd, l'apport de calcium permet d'augmenter la perméabilité à l'air et à l'eau.

Le calcium est un **régulateur de pH**.

... sous quelle forme ?

- chaulage : chaux vive, chaux éteinte....
- fertilisation : nitrate de calcium
- foliaire : en apport avec des oligo-éléments

... et le noyer,

Selon, GrosPierre, Charlot et Huguet, 1982, les prélèvements totaux en calcium du noyer seraient de l'ordre de 225 kg/an/ha (Franquette de 13 ans). Seule une faible partie est exportée au moment de la récolte.

Teneurs moyennes en éléments majeurs du noyer (Germain et al., 1999)

(en pourcentage de la matière sèche)	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Racines	1.02	0.11	0.62	2.23	0.12
Bois	0.53	0.06	0.42	1.38	0.09
Feuilles	2.60	0.17	1.59	3.37	0.28
Brous	0.90	0.10	7.82	0.56	0.06
Coques	0.29	0.06	0.41	0.26	0.02
Cerneaux	3.16	0.44	0.49	0.07	0.15

Partenaires de l'étude :

- Yara



- Coopérative Dauphinoise



... dans la plante,

Il rentre dans la structure des cellules végétales, en permettant une meilleure résistance aux stress : rôle dans la régulation osmotique, signalisation des stress, résistance des tissus. Notamment, 60% du calcium absorbé va se fixer aux parois cellulaires et ainsi les consolider (André Gros, 1960). D'une manière générale, il favorise la **croissance des tissus végétaux** et influence la formation et la maturité des fruits et graines. (répartition dans les arbres : voir tableau)

... dans le sol,

Il existe sous la forme de carbonate de calcium ; composé fondamental du calcaire. Ce dernier est insoluble dans l'eau. Sous sa forme libre (Ca^{2+}) il permet la floculation des argiles en créant des ponts entre les différentes particules (il permet donc une stabilité des agrégats du sol, dont découle une meilleure structure des sols). En se fixant sur le complexe argilo humique du sol, il libère des ions tels que le potassium dans la solution du sol et crée des ponts calciques réversibles avec les phosphates. Ces phosphates constituent une « réserve » qui peut facilement recharger la solution du sol. Les ions potassium et phosphate deviennent

Historique des essais

Depuis 2003, la coopérative Dauphinoise et la société Yara ont permis la réalisation d'essais sur le thème du calcium. Le but principal était de comparer l'apport d'ammonitrate à du nitrate de calcium (NiCa) associé à l'apport d'éléments sous forme de produits foliaires tels que le Mn et/ou le Ca. Une fois l'efficacité observée, des études sur les doses appliquées furent effectuées. En 2007, un essai a même été réalisé en ferti-irrigation.

De 2003 à 2005, parcelle D :

Essai comparant l'apport d'ammonitrate au nitrate de calcium + Pentaflor + Actiphos Ca. Les résultats obtenus montrent un pourcentage de bactériose plus faible sur la modalité recevant du NiCa et des foliaires. Les rendements sont plus élevés sur cette dernière en 2004 et 2005.

De 2006 à 2009, parcelle C :

La Senura a comparé 5 arbres par modalité ayant, soit reçus seulement de l'ammonitrate, soit une combinaison NiCa et foliaires (Pentaflor et Actiphos Ca). 2008 n'a pas pu être suivi pour cause de perte de récolte due à la grêle. Quelle que soit l'année, le rendement et le pourcentage de bactériose sont toujours meilleurs pour les arbres de la modalité ayant reçu l'ensemble : NiCa + foliaires.

2007, parcelle B :

Étude des apports par ferti-irrigation. 4 modalités sont étudiées. La modalité recevant du calcium en ferti-

irrigation et des foliaires se détache des autres en terme de rendement et pourcentage de bactériose, mais aucune différence significative n'est montrée. (printemps très humide)

De 2008 à 2011, parcelle B :

Sur 2008 et 2009, le but a été de trouver, sur 5 modalités, le meilleur compromis d'apport entre l'ammonitrate, le NiCa, les apports de Ca et Zn foliaires ou de Mn foliaire. Seule l'année 2008 donne des résultats significativement différents (pour l'ensemble des 5 arbres suivis par modalité) pour la variable « % de bactériose ». La modalité recevant du NiCa (Proticope ou Nitrabor) + Ca + Mn a le taux le plus faible (il n'est pas significativement différent de la modalité : ammonitrate + Mn).

Les coûts en produit se révélant plus élevés lors de l'utilisation de NiCa, Caltrac 560, Mantrac, il a été décidé de tester la diminution des doses en Ca et Mn sur l'expression de la bactériose et d'effectuer un 1^{er} apport avec de l'ammonitrate. En 2010 et 2011, les rendements sont meilleurs dans la modalité recevant pour les apports 2 et 3 du nitrate de calcium agrémenté des 4 applications foliaires en calcium et manganèse.

Résultats

Quels que soient l'année et l'essai considéré il n'a pas été fréquent de mettre en évidence des différences statistiquement significatives entre

les différentes modalités étudiées. Cependant, de grandes tendances ont pu être observées :

- les rendements des modalités recevant du NiCa sont souvent plus élevés que celles ayant reçu que de l'ammonitrate,
- les apports de NiCa associés aux foliaires apportant du Mn et du Ca ont généralement, en proportion, moins de noix dans les classes de plus petits calibre (donc le revenu se voit augmenté).

Intérêts

Les rendements étant généralement plus grands et les pourcentages de bactériose plus faible, l'apport combiné de NiCa et foliaires permet d'augmenter la marge nette de production à l'hectare.

Contraintes

Peu de producteurs est équipé pour réaliser de la ferti-irrigation. L'augmentation des apports implique des contraintes temporaires et plus de passages de matériels.

Produits testés (société Yara)

Engrais foliaires

Actiphos Ca : 250g/l P₂O₅, 420g/l CaO, 4.4% N

Caltrac 560 : 559 g/l CaO, 31 g/l Zn, 3 g/l B

Mantrac : 500 g/l Mn

Pentaflor : 240 g/l P₂O₅, 280 g/l CaO, 100 g/l

MgO, 20 g/l B, 40 g/l Zn, 69 g/l N

Engrais au sol

Nitrabor : 15.4 % N, 26.5 % CaO, 0.3 % B

Tropicote : 15.5 % N, 26.3 % CaO

L'essai 2010 - 2012

Apports théoriques annuels par modalité

Modalité	Ammonitrate			Nitrate de calcium			Caltrac + Mantrac		
	Apport n°	Dose / ha	Date	Apport n°	Dose / ha	Date	Apport n°	Dose / ha	Date
M1	1	30 %	25/03						
	2	40 %	10-15 /05*						
	3	30 %	fin mai						
M2	1	30 %	25/03	2	40 %	10-15 /05*	1	5L + 1L	Df 2
							2	5L + 1L	Ff 1
				3	30 %	fin mai	3	5L + 1L	Gf
						4	5L + 1L	Gf + 10j	

* Avant floraison

Nitrate de calcium = Nitrabor

Les 3 années d'essai détaillées ici furent mises en place sur 2 parcelles de producteurs (à Izeron et Renage) ; le but étant toujours de définir un potentiel impact de l'apport de calcium sur l'expression de la bactériose du noyer. Par rapport aux années précédentes, l'objectif est d'effectuer le suivi sur une plus grande surface et de diminuer les doses des produits foliaires (diminution des coûts).

Les produits sont appliqués sur des demies parcelles par les producteurs. Les suivis de l'essai sont faits à la récolte (par la société Héliantis) par des mesures de hauteur de trémies et la prise d'échantillons.

La bactériose (à la récolte)

Résultats annuels et sur 3 ans

(poids de noix)

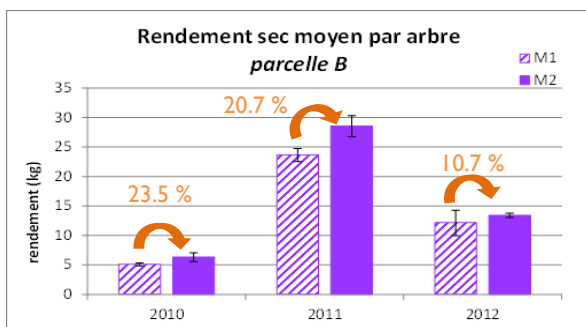
	modalité	2010	2011	2012	3 ans (somme)
poids saines bruts (kg/arbre)	M1	8,3	32,3	16,7	57,4
	M2	10,5	39,5	17,0	66,9
poids bactériosées (kg/arbre)	M1	2,9	3,0	5,7	11,6
	M2	3,2	3,4	6,1	12,8
noix saines (%)	M1	74,2	91,6	74,5	83,2
	M2	76,4	92,1	74,8	84,4
noix bactériosées (%)	M1	25,8	8,4	25,5	16,8
	M2	23,6	7,9	25,2	15,6



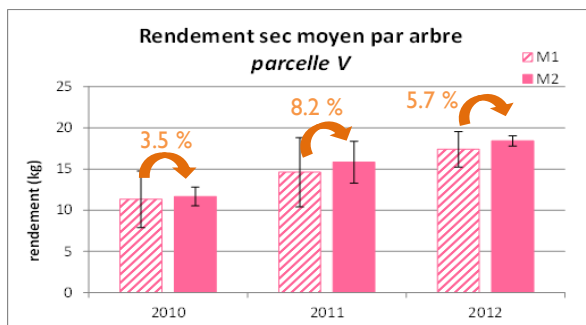
Les pourcentages de noix bactériosées sont déterminés par rapport à des poids, or elles pèsent beaucoup moins lourd que les noix saines. (nous n'avons pas un rapport de nombres)

Selon le mode de calcul défini précédemment, le fait d'apporter un mélange NiCa + foliaires (Mn, Ca+Zn) permet d'avoir moins de perte en bactériose à la récolte (résultats non statistiquement concluants).

Les rendements



Plantation : 10 x 10 m



Plantation : 7 x 9 m

Rendements moyens par arbre

Pour la parcelle B, les quantités d'azote apportées sur les 2 modalités de l'essai sont équivalentes.

u N/ha	2010	2011	2012
M1	139	119	120
M2	129	116	126

Annuellement, on observe un gain de rendement mais que ce soit annuellement ou sur l'ensemble des 3 ans la différence de rendement n'est pas jugée comme statistiquement différente.

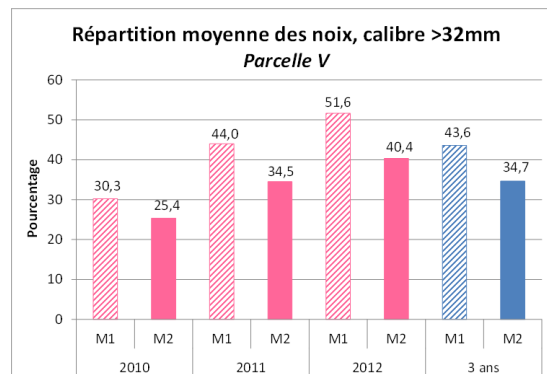
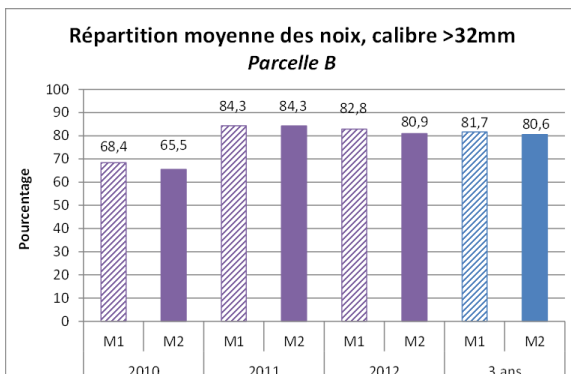
Le gain global est de 18.4 % en 3 ans.

Sur la parcelle V, le rendement est aussi plus élevé sur la modalité 2. L'apport de Nitrabor associé au Caltrac et au Mantrac a donc un effet bénéfique sur le rendement. Comme pour l'autre parcelle, les différences observées ne sont pas statistiquement significatives au seuil alpha de 5%.

Le gain est de 6.2 % sur 3 ans.

Les calibres

Les résultats d'essais des années précédentes mettaient régulièrement en avant des noix de plus gros calibre dans la modalité recevant du NiCa. Dans le bilan de l'essai développé ici nous nous apercevons que ce soit pour l'une ou l'autre des parcelles, les calibres sont relativement équivalents dans les 2 modalités.



Noix de calibre supérieur à 32 mm, à la



Maison de la noix
385 A route de St Marcellin
38160 Chatte

Téléphone : 04 76 38 23 00
Télécopie : 04 76 38 18 82
Messagerie : contact@senura.com

S.E.N.U.R.A.

www.senura.com

Les petits plus

Attention :

Si le pH est supérieur à 7,5, alors la solubilité d'éléments tels que le Fer, le Zinc, le Cuivre ou encore le Manganèse se retrouve limitée. Les éléments se retrouvent donc indisponibles pour les arbres (en effet le fer précipite sous une forme insoluble).

Si le Ca n'est pas fixé par le complexe argilo humique il peut alors réagir avec les phosphates (ou les sulfates) et donc précipiter.

Par ailleurs, il existe des antagonismes entre certains éléments du sol comme le calcium avec le Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ .

Sources

Comifer, Groupe chaulage. Le chaulage. Des bases pour le raisonner. ISBN 978-235253-0442. Edition 2009/2010

Germain E., Prunet JP., Garcin A., 1999. Le Noyer. Ctifl. ISBN 2-87911-104-8. 277 p.

Gros A., Engrais guide pratique de la fertilisation. La maison rustique, Paris, 7me édition, 1960.

Soing P. et al., Fertilisation des vergers. Environnement et qualité. Guide pratique. Edition Ctifl, Paris 1998.

Merci aux producteurs qui nous ont permis de mettre en place et de suivre ces essais tout au long de ces années, ainsi qu'à toutes les petites mains qui ont permis la récolte de ces données (technicien d'expérimentation, stagiaires...).

Avec la participation financière de :



La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée.



avec la contribution financière du
compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »

Rédaction : Amélie de Gervillier (Senura),
Relecture : Marie-Laure Girard (Yara), Roland Effantin (Dauphinoise)
Validation : S.E.Nu.R.A., Yara, Dauphinoise, toute reproduction partielle est interdite
Plaquette bactériose 3, version 1 du 20/02/2015

Mise en forme et réalisation de la plaquette : Amélie de Gervillier

Ce qu'il faut retenir

L'association d'apports de nitrate de calcium (Nitrabor) au sol avec des applications de foliaires (Caltrac 560 et Mantrac) permet d'améliorer la productivité des noyers. Cependant ces observations sont purement quantitatives. En effet, il faut noter que dans la majorité des cas, seules des tendances à un meilleur rendement et un taux de bactériose plus faible sont obtenus. Souvent, les différences ne sont pas statistiquement significatives.

Si l'on considère les rendements par année, ainsi que les calibres associés et le prix d'achat des noix, nous remarquons (avec les coûts d'achat des produits de 2011) que pour l'essai 2010-2011 sur la parcelle B ainsi que l'essai 2010 à 2012 sur l'autre parcelle B, détaillée dans ce document, les marges nettes (sans le temps de travail et l'usure du matériel) obtenues sur la modalité traitée : ammonitrate + NiCa + foliaires, sont plus avantageuses que sur la modalité traitée qu'avec de l'ammonitrate. Nous obtenons un gain économique de 5 à 15 %. Cependant ces apports ne semblent pas satisfaisants dans tous les cas puisque la parcelle V ne tire pas un grand bénéfice de ces apports.

Dans la majorité des cas, les apports conjugués de nitrate de calcium au sol et de calcium et manganèse en foliaire, apportent un plus à la production, mais il faut encore tenir compte du temps de travail et de la disponibilité du matériel.

Les apports doivent être raisonnés pour chaque exploitation en fonction des rendements attendus, du coût des intrants et des caractéristiques du sol.

Il est parfois nécessaire de s'appuyer sur des analyses de sol ou de feuilles pour déterminer les besoins en oligo-éléments.

Les analyses de feuilles

Pour information, les analyses de feuilles ne permettent pas de mettre en évidence la réalisation d'un apport en calcium. En effet celui-ci a tendance à se concentrer dans les feuilles les plus anciennes. Par ailleurs il n'y a pas de relation directe entre le calcium contenu dans le sol et sa teneur dans les feuilles.

La consommation du calcium est liée à :

- la croissance des racines,
- la consommation en eau,
- la teneur en calcium dissout dans la solution du sol,
- la compétition en éléments dans la solution du sol.

Il est donc important de connaître l'état de son sol avant de faire un apport. Il est notamment important de regarder ses ratios Ca/K et Ca/Mg. Le bore favorise le transport du Ca au sein de la plante mais un apport de chaulage a tendance à diminuer la disponibilité en bore, celui-ci étant rétrogradé sous forme insoluble (réaction avec le $CaCO_3$).

