Bactériose

Fiche essai : Résistance au cuivre

n° 6

Mars 2016

MOTS CLÉS

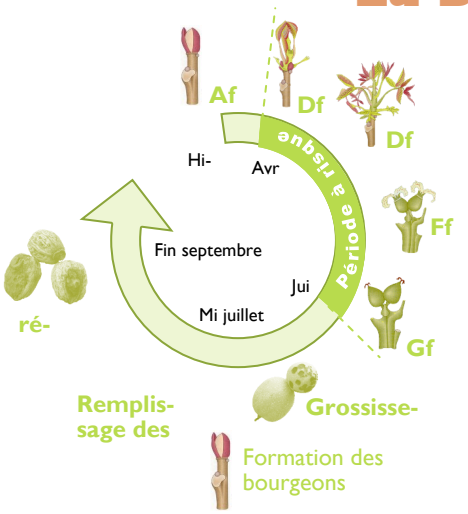
Xaj
Bactériose
Rendement
Contamination
Résistance

But de l'essai

Evaluer l'influence de traitement cuprique (bouillie bordelaise RSR Disperss) sur :

- l'expression de la bactériose-nécrose du noyer,
- la population des bactéries *Xaj* dans les bourgeons,
- la résistance des populations *Xaj*

La bactériose et le cuivre



Stades phénologiques et bactériose

C'est la bactérie : *Xanthomonas arboricola* pv. juglandis *(Xaj)* qui est l'agent déclencheur de l'expression de la bactériose - principale maladie en verger de noyer.

Que ce soit en agriculture biologique ou en conventionnelle, les produits à base de cuivre sont les seuls homologués dans la lutte contre la bactériose. Actuellement la dose autorisée est de 6 kg/Cu métal /ha/an en agriculture biologique (en moyenne sur 5 ans), mais on entend régulièrement parler de la réduction de doses, notamment pour les doses homologuées des différents produits.

Les produits à base de cuivre sont utilisés de manière préventive, avant les pluies. En noyer la période de traitement préférentielle se situe entre le stade Df et le stade Gf.

La parcelle d'essai :

- Suivis :
  - chutes de noix sur des filets au sol (5 arbres par modalité)
  - les rendements
- Plantation : 1996
- Densité : 11 x 10.5 m
- Aspersion : 1 ligne sur 2

L'essai

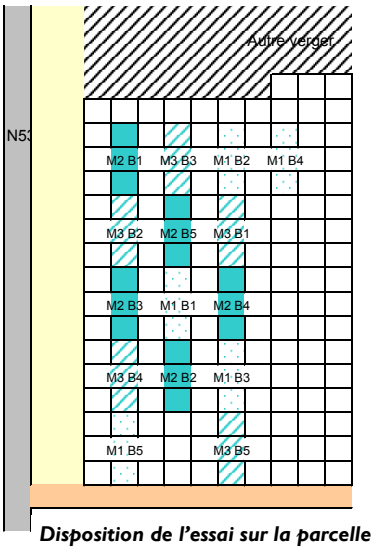
4 ans
2011 - 2014

2 parcelles homogènes de variété Franquette :

- 1 parcelle d'essai (St Romans) : 3 modalités testées

  M1 : témoin non traité
  M2 : Cu, 12,5 kg/ha BB RSR
  M3 : Cu, 3,75 kg/ha BB RSR

- 1 parcelle isolée (St Hilaire) : témoin exclu jamais traité au cuivre



Disposition de l'essai sur la parcelle de St Romans

L'essai terrain

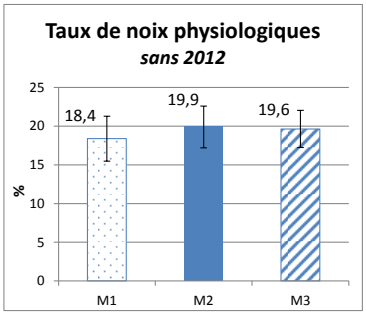
Pendant 4 ans - de 2011 à 2014 - des filets disposés au sol ont permis de comptabiliser les noix chutées et de les classer par catégorie. Seules les 3 modalités de la "parcelle d'essai" furent suivies. La parcelle isolée (jamais traitée au cuivre) a servi uniquement à la comparaison des résultats de laboratoire. Les traitements au cuivre se sont déroulés entre les stades Df-Df2 et Gf, en préventif avant les pluies (il y a eu entre 4 et 5 traitements cupriques par année).

Noix physiologique

Ce sont les noix inférieures à 1 cm de long. L'année 2012 n'est pas prise en compte dans l'étude car les filets ont été posés trop tardivement, les noix physiologiques étant les premières à tomber en début de saison.

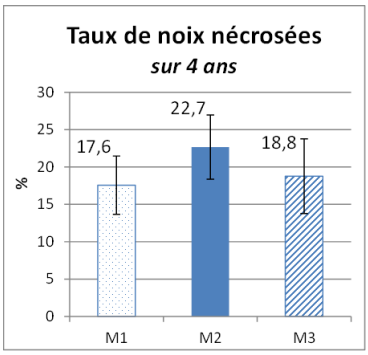
Nous remarquons que suivant les années, les chutes de noix physio ont été plus ou moins importantes, par exemple en 2014 elles sont montées jusqu'à 33 % sur M2 contre un minimum de 8 % sur M1, en 2011.

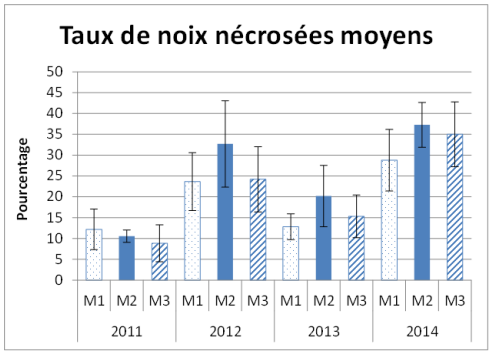
En 2011 et 2015, les chutes ont été plus importantes sur les modalités traitées que sur le témoin non traité (M1). Il n'y a aucune différence significativement entre les trois modalités.



Noix bactériosées - nécrosées

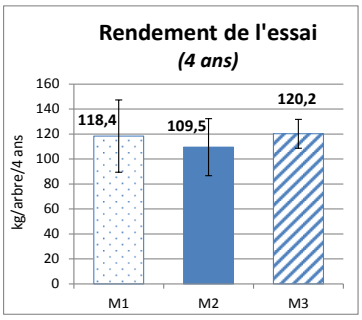
Que ce soit année par année ou pour le bilan global de l'essai, nous observons que la modalité traitée à pleine dose de cuivre (M2) a toujours un taux de noix nécrosées plus important que M3 (≈ ¼ de dose de BB). Sauf pour 2011, les pourcentages de noix nécrosées ont toujours été inférieurs sur le témoin par rapport aux autres modalités. Annuellement ou au global, aucune différence statistique n'est déterminée.





Les noix physiologiques ne sont pas prises en compte dans ces calculs.

Rendement



Le rendement de chaque arbre est défini grâce aux comptages de récolte et aux prélèvements d'échantillons de noix. Il est très variable d'une année sur l'autre. Il passe par exemple d'une moyenne de 14.3 kg/arbre pour M2 en 2012, à 48.1 sur M3 en 2013.

Cependant les analyses statistiques annuelles ou sur le rendement cumulé ne montrent aucune différence significative entre les trois modalités de l'essai.

Autres

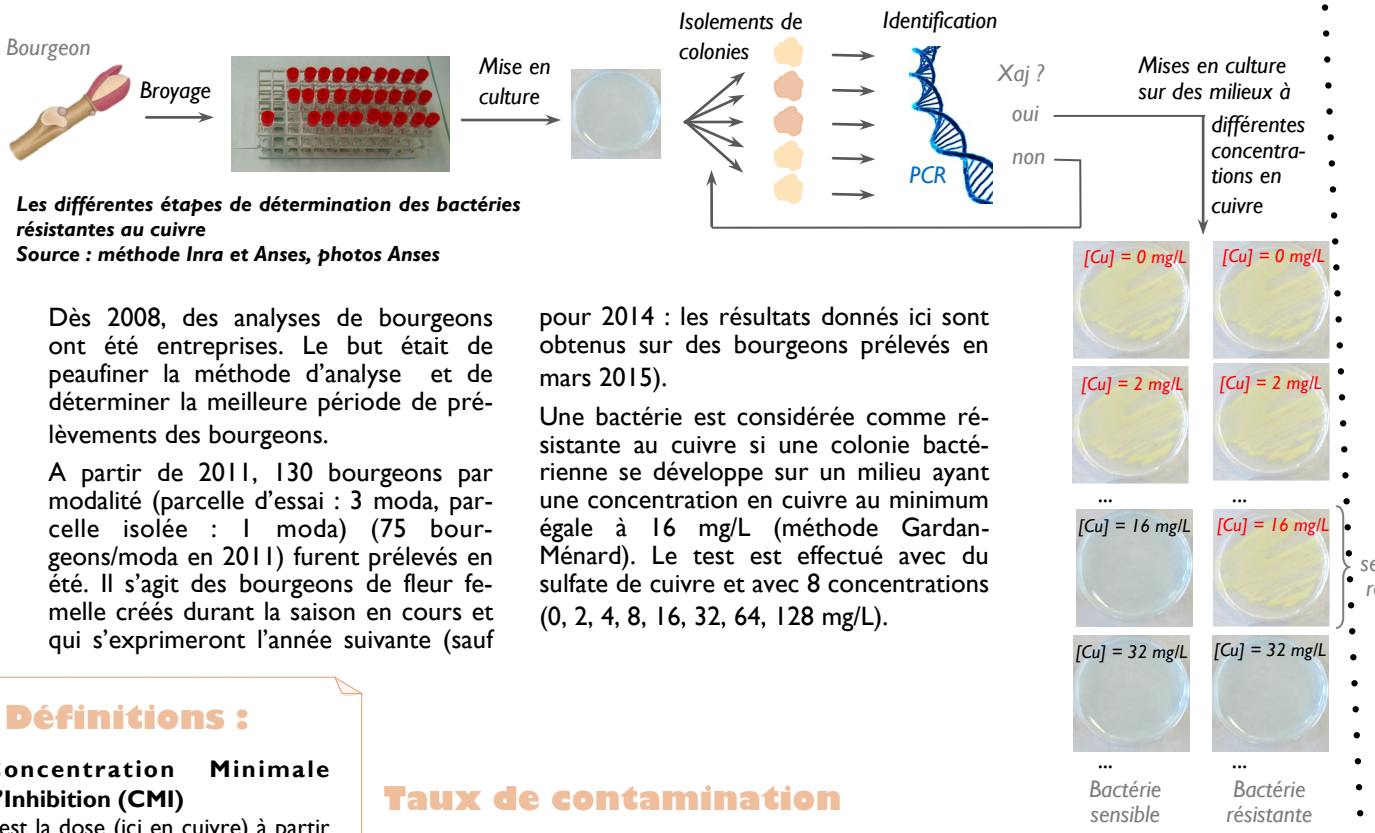
Photo Senura, novembre 2014
A gauche : arbres traités au cuivre
A droite : arbres non traités

Au cours de l'essai nous avons pu remarquer que les feuilles de noyer avaient tendance à se retrouver en plus grande quantité au sol, lors de la récolte, sur les arbres non traités au cuivre.

Aucune étude spécifique n'a été faite sur le calibre des noix pour chacune des modalités.

Le laboratoire

Des bourgeons aux bactéries résistantes



Les différentes étapes de détermination des bactéries résistantes au cuivre
Source : méthode Inra et Anses, photos Anses

Dès 2008, des analyses de bourgeons ont été entreprises. Le but était de peaufiner la méthode d'analyse et de déterminer la meilleure période de prélèvements des bourgeons.

A partir de 2011, 130 bourgeons par modalité (parcelle d'essai : 3 moda, parcelle isolée : 1 moda) (75 bourgeons/moda en 2011) furent prélevés en été. Il s'agit des bourgeons de fleur femelle créés durant la saison en cours et qui s'exprimeront l'année suivante (sauf pour 2014 : les résultats donnés ici sont obtenus sur des bourgeons prélevés en mars 2015).

Une bactérie est considérée comme résistante au cuivre si une colonie bactérienne se développe sur un milieu ayant une concentration en cuivre au minimum égale à 16 mg/L (méthode Gardan-Ménard). Le test est effectué avec du sulfate de cuivre et avec 8 concentrations (0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 mg/L).

Définitions :

Concentration Minimale d'Inhibition (CMI)
c'est la dose (ici en cuivre) à partir de laquelle il n'y a plus de croissance bactérienne sur boite de Petri.

Résistance
est définie comme l'émergence, au sein d'une population, d'individus possédant la faculté de tolérer des doses de pesticides qui exerceraient un effet létal sur la majorité des individus composant une population normale de la même espèce (adapté de : OMS, 1957).

La résistance de *Xaj* au cuivre est définie comme existante quand la CMI est ≥ 32 mg/L Cu^{++} (croissance à 16 mg/L au minimum).

Taux de contamination

Pourcentages de bourgeons ayant au moins 1 colonie Xaj isolée (Données Inra et Anses)

Parcelle	Modalité	2011 (1)	2012	2013	2014 (2)
Isolée	Non traitée	46.7	5	45.4	31.5
Essai	M1 : non traitée	40	13	28	**45**
	M2 : 12.5 Kg/Ha	**48**	**36**	**49**	26
	M3 : 3.75 Kg/Ha	34.7	25	47	28

(1) : plusieurs dates de prélèvements testées (nbr faible de bourgeons)
(2) : prélèvements en mars 2015

En 2012, le taux de bourgeons contaminés apparaît comme significativement plus élevé aussi bien pour M2 que pour M3, en comparaison à M1.
En 2013, le constat est identique (M2 et M3 significativement plus élevés que M1). De plus, les résultats de la parcelle isolée sont également plus élevés que pour M1.
Pour 2014, l'analyse statistique est en cours.

Test de sensibilité et résistance

A partir des valeurs obtenues, nous pouvons observer que les taux de colonies résistantes varient d'année en année avec, sur M1, M2 et M3, une tendance à augmenter au cours du temps. Des analyses statistiques seront nécessaires pour confirmer (ou infirmer) cette observation.
Les principaux résultats des analyses réalisées (excepté pour 2014, analyse statistique en cours) montrent que le taux de résistance observé sur la parcelle isolée est toujours significativement plus faible que les taux des 3 modalités de l'essai, même pour le témoin non traité (M1). Ces résultats pourraient indiquer qu'il existe des mouvements de souches entre arbres d'une même parcelle.

Par ailleurs, des variations sont observées dans le niveau de résistance des colonies *Xaj* analysées (données non présentées). Ainsi, en 2013, la parcelle isolée présente significativement moins de colonies résistantes (CMI ≥ 32 mg/L) que M1. Dans l'essai, c'est M2 (pleine dose) qui montre le plus fort pourcentage de colonies hautement résistantes (CMI = 64 et 128 mg/L). L'analyse statistique des résultats de l'année 2014 permettra de confirmer, ou non, cette observation.

Pourcentages de colonies résistantes au cuivre (Données Anses)

Parcelle	Modalité	2011 (1)	2012	2013	2014 (2)
Isolée	Non traitée	23	0	22	58.5
Essai	M1 : non traitée	**52.3**	53	80.6	88
	M2 : 12.5 Kg/Ha	42.9	53	89	**94**
	M3 : 3.75 Kg/Ha	41.2	**91**	**93**	89

(1) : plusieurs dates de prélèvements testées (nbr faible de bourgeons)
(2) : prélèvements en mars 2015

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.NU.R.A.

www.senura.com

Ce qu'il faut retenir

L'analyse de l'impact des traitements cupriques en verger de noyer est long et couteux. Actuellement, même si c'est le seul produit homologué contre la bactériose - nécrose du noyer, des questions se posent sur l'utilisation du cuivre : impact pour l'environnement, efficacité réelle sur les populations de bactéries...

Aujourd'hui les résultats de l'essai nous montrent qu'il est difficile de généraliser et d'exploiter les données obtenues. En effet, nous observons que les rendements obtenus sur 4 ans sont meilleurs sur la modalité traitée à faible dose (3.75 kg BB/ha), mais qu'à l'échelle annuelle les rendements moyens du témoin non traité sont parfois meilleurs. Il se peut que les traitements à base de cuivre aient une influence directe sur le taux de noix physiologiques : phytotoxicité du cuivre sur les jeunes fleurs.

Le taux de noix nécrosées semble en corrélation avec les taux de contamination des bourgeons par Xaj. Seul 2014 déroge à la règle mais cela pourrait s'expliquer par la période de prélèvement des bourgeons qui diffère des autres années.

Cette étude a aussi permis de mettre au point une méthode sûre et reproductible de détermination et d'étude des populations de bactéries Xaj résistantes. Une seule question persiste : existe-t-il plusieurs populations de bactéries avec des sensibilités différentes au sein d'un même bourgeon ?

Pour aller plus loin...

Tableau de synthèse des propriétés de différents produits cupriques

		Libération du Cu^{++}	Résistance au lessivage	Remarque
Bouillie bordelaise	Sulfate de Cu + chaux	+ (progressive)	0	pH neutre
Hydroxyde de cuivre	Sulfate de Cu + soude	++ (rapide)	- (voir adjuvant)	pH ≈ 8
Oxyde cuivreux	Oxydation de l'ion Cu^{++}	moyenne	+	⚠ phytotoxique
Oxychlorure de cuivre	Cu + acide chlorhydrique		- -	⚠ très phytotoxique
Carbonate de cuivre déployé	Cu + chaux			sous forme de poudrage

Plus la libération des ions cuivreux est rapide plus l'action choc du cuivre est forte.

Bibliographie

Fiche technique, viticulture n°52, Le cuivre. Juin 2011. Chambre d'Agriculture Roussillon. 4p.
Beriau G., Décembre 2012. L'agriculture Biologique en pays de la Loire, Résultats de recherche. Viticulture n°115. 4p.
Ménard M., La bactériose du noyer et la sensibilité au cuivre *de Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis. Note INRA.* (document non daté)

Merci aux producteurs qui nous ont permis de mettre en place et de suivre ces essais tout au long de ces années, ainsi qu'a toutes les petites mains qui ont permis la récolte de ces données.

Avec la participation de : INRA SCIENCE & IMPACT, anses

Avec la participation financière de : PEP, Rhône-Alpes, FranceAgriMer, AOPn DYNAMIC NOIX, S.I.C.A. NOIX, Alp'Cosmo Sud, Alpes Vercuelle, ValSoleil, COOPENOIX, APING

Rédaction : Amélie de Gervillier
Validation : S.E.Nu.R.A, Anses
Toute reproduction partielle est interdite
Crédit photo : S.E.Nu.R.A, Anses
Plaquette essai 6, version 1 du 01/03/2016
Mise en forme et réalisation de la plaquette : Amélie de Gervillier