

# le Point

**SUR** les maladies et ravageurs

Connaissance et maîtrise de la bactériose du noyer



maladie

**Ctifl**



N° 1

Mai 2011

**Production fruitière**

## Introduction

La bactériose est la principale maladie du noyer et sévit régulièrement sur le verger français. C'est une maladie ancienne, endémique c'est-à-dire présente dans toutes les zones de culture du noyer. La bactérie responsable *Xanthomonas arboricola pathovar juglandis* (Xaj) peut attaquer tous les organes en croissance : feuilles, rameaux, fleurs femelles, chatons et fruits. Même s'il ne s'agit pas d'une maladie de dégénérescence avec mortalité des arbres, la bactériose est un problème majeur pour les producteurs de noix. En effet, l'ampleur des attaques sur fruits peut occasionner parfois plus de 50 % de perte de récolte.

L'intensité des attaques s'est accentuée pour plusieurs raisons : intensification de la conduite, implantation de verger parfois dans des sols peu favorables, l'évolution de la résistance de souches bactériennes au cuivre...

La maladie a été observée pour la première fois en 1890 en Californie (États-Unis) sur des arbres importés de France. La bactérie responsable fut isolée et décrite par Pierce en 1896. Sa présence en France fut reconnue tardivement par Wormald en 1931.

Toutes les espèces du genre *Juglans* peuvent être infectées par la bactérie *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, mais l'intensité des attaques est variable selon les variétés, les conditions climatiques et de culture. Le noyer noir *Juglans nigra* est le plus tolérant à la maladie. Le noyer blanc *Juglans cinerea* et le noyer cendré *Juglans sieboldiana* sont peu sensibles à Xaj tandis que *Juglans regia* est le plus affecté.

Il semblerait que Xaj soit incapable de provoquer des dégâts sur d'autres plantes hôtes que les noyers mais il n'est pas impossible que les bactéries survivent de manière épiphyte sur certains végétaux.

## Connaissance de la maladie

symptôme  
feuilles



symptôme  
fruits



symptôme  
rameaux



### ■ Symptômes et dégâts

**Sur feuilles :** premiers symptômes avec petites taches jaunâtres diffuses (bien visibles à contre-jour). Ensuite les taches évoluent en halos jaunâtres nécrosés au centre qui s'élargissent. Les feuilles peuvent se dessécher et se recroqueviller.

**Sur fleurs femelles :** petites taches à la base du stigmate, lequel noircit ensuite.

**Sur fruits :** premières manifestations sous forme de petites taches huileuses souvent autour de la base des stigmates. Ces taches d'abord vitreuses deviennent ensuite noirâtres souvent localisées à l'extrémité du fruit, mais également sur les parties latérales. Les nécroses s'agrandissent et prennent une forme en dépression. Les infections précoces provoquent des nécroses sur les jeunes fruits et les noix chutent avant la récolte. Par contre, les nécroses issues d'attaques tardives restent localisées sur le brou et parfois la coque. Les fruits restent alors généralement sur l'arbre jusqu'à la récolte et doivent être éliminés sur la table de tri à la récolte.

**Sur rameaux :** dessèchement et noircissement avec parfois enroulement en crosse.

## Ne pas confondre avec ...



anthracnose sur feuille



anthracnose sur fruits

Toutes les chutes de fruits ne sont pas d'origine bactérienne. Ne pas confondre la bactériose avec :

- **l'anthracnose** due à *Gnomonia leptostyla* qui provoque des taches anguleuses bien délimitées par un liseré brun-noir et avec une zone centrale gris-clair sur feuilles. Sur fruits, taches latérales nombreuses, de petites dimensions, avec parfois une plage blanc argenté au centre.

- **les chutes de fleurs ou de noix dites physiologiques**. Signalons les chutes de fleurs par avortement dues à un excès de pollen; ce phénomène bien connu sur la variété américaine Serr est appelé « Pistillate Flowers Abscission » (PFA); le diamètre de la cicatrice après la chute des fleurs est de 2 à 3 mm. Les chutes de jeunes fruits non pollinisés ont lieu plus tard et le diamètre de la cicatrice après chute est de 5 à 6 mm.

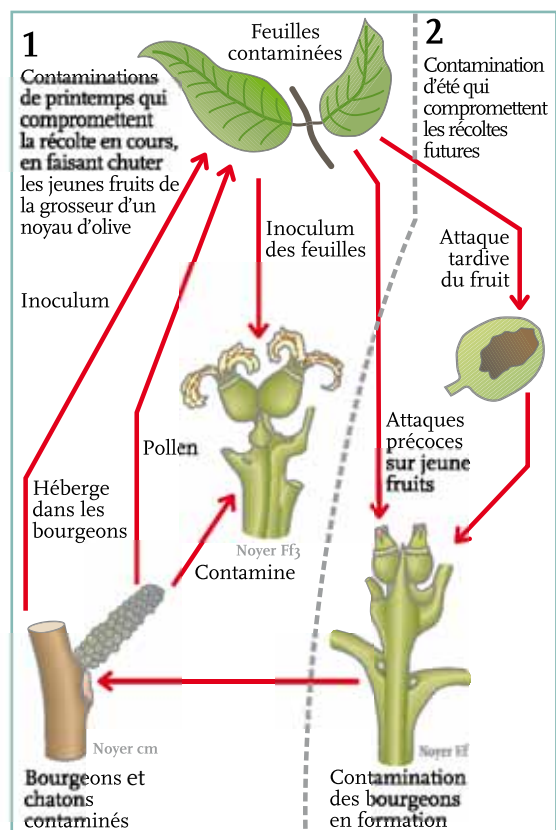
- **les nécroses brunes apicales** sur les noix ou Brown Apical Necrosis (BAN) localisées exclusivement sur la partie apicale du fruit. Le développement des symptômes peut conduire à des chutes de noix. Des doutes subsistent sur l'agent causal de ces chutes: l'hypothèse retenue est que la noix serait contaminée en premier lieu par *Xaj* puis une contamination secondaire s'opérerait par des agents fongiques (*Fusarium* notamment).

## Cycle de la bactériose du noyer

Il s'agit d'une maladie au développement épiphyte, à la surface des feuilles, des rameaux et des écorces, mais elle se conserve préférentiellement dans les bourgeons en hiver. Elle se transmet par contact ou frottement par le matériel végétal mais la dissémination de proche en proche se fait essentiellement par le vent et la pluie. Dès que les conditions deviennent favorables au printemps, les bactéries se multiplient et contaminent les organes et provoquent les premières lésions sur feuilles et fruits. Sur fleurs et fruits, ce sont souvent les parties sommitales (ensemble stigmates-sépales) qui sont le plus attaquées. Cela est probablement à mettre en parallèle avec la biologie de l'agent pathogène qui est disséminé majoritairement par du pollen contaminé.

Le cycle de multiplication de la bactérie dépend fortement de différents facteurs climatiques tels que les températures, la pluie, la durée d'humectation dans le verger...

La bactérie se multiplie activement lorsque l'humidité de l'air et l'humectation sont élevées et que les températures sont comprises entre 16 et 29°C.



### Conditions favorables au développement de la maladie

Cette maladie est fortement dépendante des conditions du milieu, essentiellement le sol et le climat, ainsi que des conditions de culture.

- **Le climat** est sans aucun doute le facteur le plus important. En présence d'humidité et lors de l'augmentation des températures au printemps dès l'entrée en végétation des noyers les bactéries se multiplient. Avec les pluies, les principales contaminations ont lieu lors de la floraison qui est un stade très sensible.

- **Le sol**: depuis plusieurs années, des observations montrent des chutes de noix nécrosées plus fréquentes et importantes sur certains sols peu profonds, filtrants et à tendance acide. Les nécroses apparaissent alors majoritairement au niveau de la zone apicale du fruit. Avec la réduction des élevages sur les exploitations et la baisse des disponibilités en matière organique, les apports de matière organique ont

diminué et ont été remplacés par les amendements minéraux. Cette pratique a entraîné une réduction du complexe argilo humique et du pouvoir tampon du sol. De plus, un certain nombre de vergers ont été implantés sur ces sols moins favorables au noyer ayant une capacité d'échange cationique (CEC) faible avec des échanges hydrominéraux entre l'arbre et le sol irréguliers. Les études de l'INRA de Montpellier sur *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* sur pêcheurs ont montré sur des sols grossiers filtrants acides qu'un état de congestion hydrique des tissus permet la diffusion des bactéries dans les espaces intercellulaires. Ce phénomène serait limité dans les sols plus lourds et argileux.

- **Les pratiques culturales**: elles conditionnent la sensibilité des arbres à l'exemple de la fertilisation azotée qui avec de forts apports favorise la pousse des arbres, augmente la turgescence des tissus et aggrave les symptômes de la bactériose.

### Comment maîtriser la maladie ?

La stratégie de protection devra être multidisciplinaire.

- **Mesures prophylactiques** permettant de réduire l'incidence de la maladie et l'usage de produits de traitements

#### Le choix de la variété

Parmi les variétés cultivées en France il n'y a pas de variétés résistantes mais certaines sont moins sensibles à la bactériose. La sensibilité dépend de la variété elle-même mais aussi en grande partie de la concordance entre le stade végétatif et le climat. Un suivi sur plusieurs années et plusieurs variétés est en place sur le verger de Creysse sur des noyers du même âge et non traités. Le choix du matériel végétal est à prendre en compte avant la plantation.

#### Tableau de sensibilité des variétés sur le niveau d'attaque de la bactériose sur fruits

Observations réalisées à l'INRA à Bordeaux (33) et à la Station Expérimentale de Creysse (46) sur un nombre d'années variables. À noter que dans d'autres situations pédoclimatiques, ce classement pourrait être différent.

1 - Assez peu sensible	3 - Assez sensible
Ronde de Montignac	Franquette
Fernette	Grandjean
Ferouette	Chandler
Fertignac	Feradam
	Ferbel
2 - Moyennement sensible	4 - Sensible
Parisienne	Mayette
Marbot	
Corne	
Ferjean	
Lara	
Fernor	
Serr	
Meylannaise	

**La densité de plantation:** le choix de la densité de plantation est à adapter à la variété et au porte-greffe utilisés. Il est important, malgré la taille d'entretien permettant la pénétration de la lumière à l'intérieur du verger, pour une production de qualité, de ne pas avoir une densité trop forte qui favorisera une humidité plus élevée et plus longue au sein du verger. Cela peut favoriser, par une humectation trop prolongée, le développement des nécroses.

**La maîtrise de la taille d'entretien:** un excès de taille déséquilibre le rapport vigueur/mise à fruit et peut favoriser la maladie. Une taille bien équilibrée favorise l'aération des arbres, permet de limiter la bactériose et d'obtenir aussi une meilleure répartition de la bouillie dans la frondaison. Lors de la taille d'hiver, il est conseillé d'éliminer les bois morts et nécrosés et d'améliorer l'éclaircissement et l'aération de la frondaison. Il est également conseillé, en particulier sur les jeunes arbres avec présence de chancres verticaux suintants, dont l'agent causal est également *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, de désinfecter les outils de taille par pulvérisation d'eau de javel, ou alcool à 70° entre chaque arbre ou au moins entre chaque parcelle.

**L'âge des arbres:** les jeunes noyers sont beaucoup plus affectés. Quand les arbres vieillissent et sont installés (8-10 ans pour Chandler et 20-25 ans pour Franquette), très souvent la quantité de fruits atteints par la bactériose diminue sensiblement pour devenir la plupart du temps économiquement supportable.

**L'entretien du sol:** il est recommandé, notamment sur des implantations réalisées sur des sols de qualité moyenne, d'améliorer les qualités physiques et biologiques du sol en plus des qualités chimiques. Il est nécessaire de revenir à des principes fondamentaux d'agronomie pour réduire l'ampleur du niveau des attaques de la bactériose. Cela constitue un préalable pour espérer une amélioration de la situation. Il semble que tout ce qui permet d'améliorer la régularité de l'alimentation hydrique et minérale des arbres a un effet positif vis-à-vis des chutes de noix nécrosées. Cependant dans ces sols de moindre qualité, le potentiel de l'arbre restera toujours en dessous de l'optimum.

#### Un point essentiel: l'apport de matière organique

Il est important de réaliser des apports réguliers de matière organique pour améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Le choix du type d'apport est fonction des objectifs : soit la volonté d'améliorer le pouvoir tampon du sol avec

l'apport d'un compost stable (rapport C/N et un ISB élevé) soit de privilégier la réactivation et la relance de la vie microbienne du sol avec l'apport d'un compost jeune (rapport C/N plus faible). Des indicateurs sont mentionnés pour caractériser les produits proposés : C/N, ISB, ISMO.

**La maîtrise de la fertilisation notamment azotée:** les excès d'azote induisent un excès de vigueur et sensibilisent également le noyer aux attaques de bactériose. Il est conseillé, sur un verger de noyers adultes, des apports fractionnés en trois fois en fonction de l'âge des arbres, des variétés, des rendements obtenus et du type de sol. L'objectif est d'avoir une vigueur moyenne mais correcte.

**Les apports de calcium** qui constitue la base échangeable la plus importante et qui est en grande partie absorbée sur le complexe argilo-humique. Son action porte à la fois sur la structure du sol, la nutrition des arbres et sur l'activité microbienne du sol. Les apports sont indispensables pour redresser le pH en sols acides ou bien compenser les pertes annuelles. Des améliorations ont été constatées sur des expérimentations de la SENURA avec l'apport de nitrate de calcium au sol combiné à des apports d'engrais foliaires: il s'agit d'apports fractionnés azotés calciques au sol (nitrate de calcium) à partir de fin avril et de quatre pulvérisations d'engrais foliaires à base de calcium, manganèse, zinc, azote et bore du stade Df2 à Gf.

**La maîtrise des irrigations:** toutes les irrigations mouillant le bas du feuillage sont à proscrire: aspergion possible mais sous frondaison. La micro aspergion est préférable au système goutte à goutte pour mobiliser tout le volume racinaire de l'arbre et ainsi améliorer et réguler l'alimentation hydrominérale. Irriguer avec modération en fonction du besoin. L'utilisation de sondes tensiométriques peut apporter une aide précieuse pour le pilotage de l'irrigation.

#### ■ Mesures de protection directe

**Pour les vergers peu atteints,** il n'est pas nécessaire de réaliser une lutte directe avec pulvérisation de produits cupriques; par contre il est indispensable de bien mettre en œuvre les mesures prophylactiques décrites précédemment.

**Pour les vergers régulièrement très atteints:** Les mesures prophylactiques doivent apporter une amélioration à terme mais il faut ajouter des applications cupriques.

La base de la protection demeure l'utilisation du cuivre, seule substance active homologuée sur noyer, en essayant de comprendre au mieux ses limites. Actuellement différentes formes de cuivre sont utilisées dans les spécialités commerciales homologuées pour lutter contre la bactériose du noyer. Les plus fréquemment rencontrées sont:

- le sulfate de cuivre: son efficacité, du fait d'une libération régulière d'ions  $\text{Cu}^{++}$ , est étendue dans le temps ;
- l'hydroxyde de cuivre: avec la présence d'eau, libération instantanée et maximale des ions actifs, mais par conséquent, l'efficacité est relativement fugace ;
- l'oxyde cuivreux: passage de l'ion cuivreux à l'ion cuivreux  $\text{Cu}^{++}$ , libération régulière des ions; le principal intérêt réside dans son bon pouvoir d'adhérence sur le végétal et donc d'une meilleure tenue au lessivage (50 mm).

L'action bactériostatique est liée à la libération d'ions  $\text{Cu}^{++}$  stables. Le cuivre offre une action de contact uniquement préventive et il doit donc être présent sur le végétal avant la contamination. Malheureusement, son efficacité reste moyenne à faible et variable selon les années. Le développement de souches de bactéries résistantes au cuivre pourrait éventuellement expliquer en partie ce phénomène dans les vergers traités au cuivre depuis plusieurs années (Gardan *et al.*).

**Le canevas de mesures et de traitements proposés est bâti à partir des résultats des expérimentations**

**Recommandations actuelles:** l'application du cuivre devra débuter dès le « stade Cf » (débourrement) lorsque le bourgeon s'allonge et que l'on distingue les premières folioles terminales des feuilles pour se terminer à la fin des floraisons femelles au « stade Gf » (dessèchement et noircissement des stigmates).



**Attention!** Le risque de phytotoxicité du cuivre aux « stades Ff1 - Ff2 » en pleine floraison est à prendre en considération dans la stratégie de lutte notamment lors de basses températures au mois de mai.

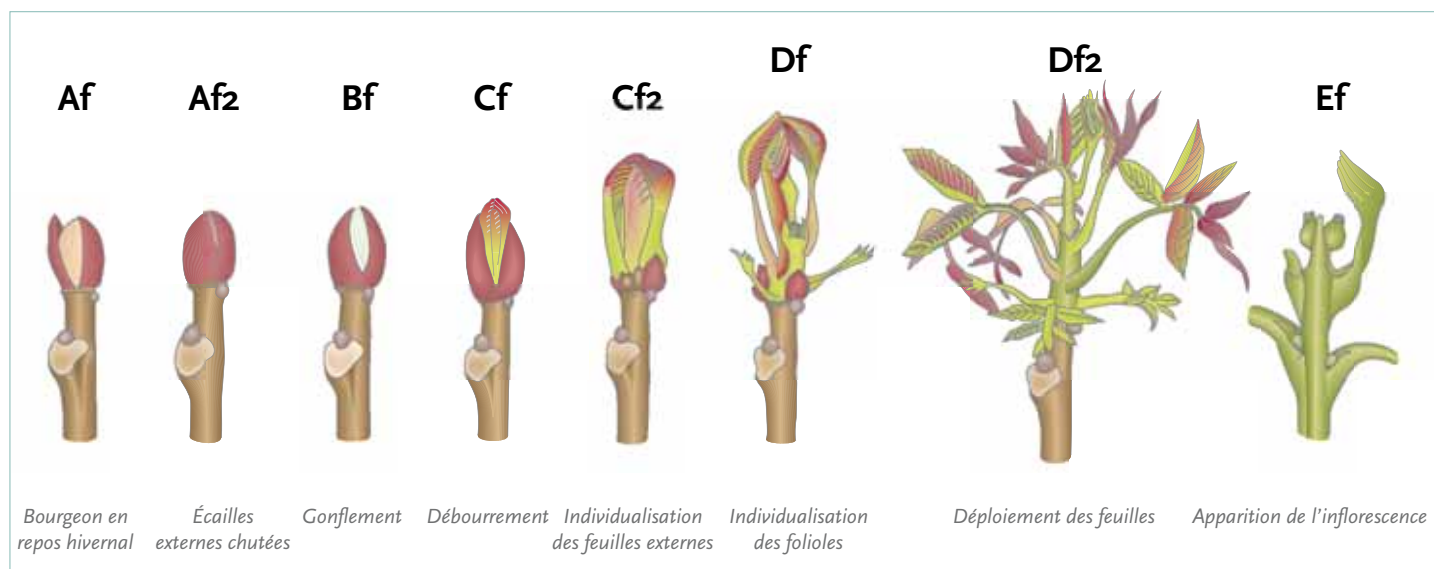
Le nombre d'applications à réaliser est de l'ordre de quatre à cinq traitements pour suivre l'avancement de la végétation de façon régulière et encadrer la floraison. L'objectif est aussi d'intervenir et de protéger les noyers avant les passages pluvieux ce qui signifie traiter avant l'arrivée des pluies et non après. Les traitements devront aussi être renouvelés en fonction du lessivage (25 mm d'eau après la dernière application à l'exception de l'oxyde cuivreux).



**Attention!** L'évolution des stades végétatifs peut être très variable selon les variétés et les conditions climatiques; les décisions d'interventions demandent une observation et une adaptation locale.

**Après des orages de grêle,** les lésions sont des portes d'entrée pour les bactéries. Il est donc recommandé de faire un traitement au cuivre le plus tôt possible après un épisode de grêle. Dans cette situation, il est recommandé l'usage d'une formulation du cuivre à libération rapide pour une protection rapide et intense.

Dans le cadre d'une lutte combinée contre la bactériose et l'antracnose, des essais ont montré qu'en associant le cuivre et le mancozèbe, il y a synergie entre ces deux matières actives et une efficacité partielle sur la réduction des chutes de noix nécrosées mais celle-ci ne semble pas durable dans le temps. Ces traitements sont utilisés dans plusieurs pays pro-



ducteurs de noix. Toutefois cette pratique entraîne un déséquilibre entre les acariens phytophages (phytop-tes et acariens rouges) et les phytoséides préda-teurs et augmente ainsi le risque de pullulation des acariens phytophages comme les phytoptes.

### ■ Principales précautions à prendre lors des interventions

- Traiter sur végétation sèche, en l'absence de risque de gel et avant les précipitations ;
- traiter avec un matériel adapté en respectant les doses de produit et volume d'eau selon les recom-mandations ci-dessous.

### ■ Récapitulatif en fonction de l'âge et de la hauteur des noyers

Âge	1 à 7 ans	7 à 20 ans	+ de 20 ans
Hauteur	1 à 7 m	7 à 12 m	+ de 12 m
Dose produit	dose/hl	dose/ha (1)	dose/hl
Eau	100 à 500 l/ha	> à 500 l/ha	1 000 - 1 500 l/ha

(1) Dose à l'ha = dose/hl x 10 c'est-à-dire dose pleine adaptée au volume

### Recherche et perspectives

Les connaissances sur la bactériose progressent ces dernières années suite aux travaux conduits en France par l'INRA, le Ctifl, l'Université d'Avignon, l'Anses, les stations régionales de Creysse et la SENUA et à l'étranger par l'IRTA et l'Université de Gérone (Espagne), les USA, le Chili, l'Australie, la Slovénie...

**Usage du Cuivre:** dans le cadre de l'évolution de la réglementation européenne sur l'utilisation du cuivre et dans la perspective de ré-homologation 2014, des essais portent sur la réduction des doses de cuivre à l'hectare.

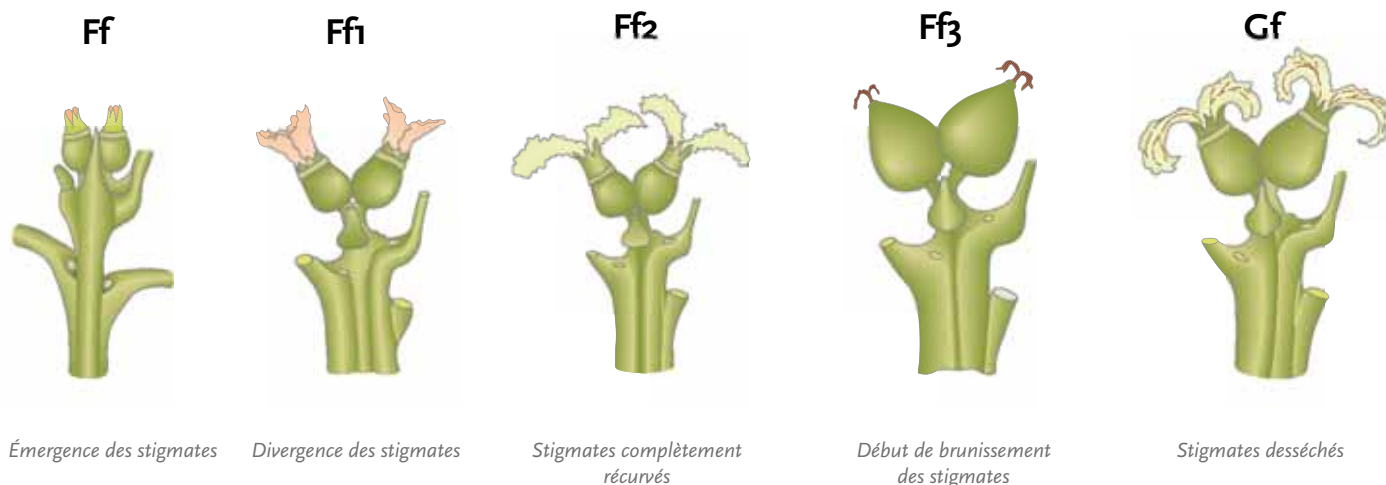
### Travaux sur l'étude du risque d'érosion d'efficacité ou dérive de sensibilité au cuivre de *Xanthomonas arboricola* pv *juglandis*

Travaux et réflexions en cours sur la problématique des résistances de souches *Xaj* au cuivre et du risque "d'érosion d'efficacité" car cela revêt une importance en termes d'incidence économique pour la profession. Implication des différents partenaires techniques fran-çais pour la détection de ces résistances sur *Xa. juglan-dis*. Il est essentiel de préciser le potentiel d'efficacité du cuivre en fonction des doses utilisées.

**Recherche de produits alternatifs:** poursuite de l'expérimentation sur la recherche d'alternatives au cuivre: stimulateurs de défense des plantes, engrais foliaires, bactéries antagonistes... Les premières études réalisées avec les produits stimulateurs de défense sur pommiers montrent qu'un faible nombre de produits donne des efficacités en conditions de laboratoire mais pas ou peu en conditions de verger. Cependant, sur les bases scientifiques observées en laboratoire, les travaux méritent d'être poursuivis.

### Travaux sur l'épidémiologie pour une meilleure connaissance de la maladie et le développement d'un modèle de prévision des risques de la maladie

Le Ctifl travaille depuis 2007 avec l'IRTA, l'Université de Gérone (Espagne) et la Station Expérimentale de Creysse sur l'élaboration d'un modèle de prévision de risque d'infection par *Xanthomonas arboricola* pv. *jug-*



*landis* sur noyer. L'objectif est que ce modèle, grâce à une meilleure connaissance du risque de contamination, soit un outil qui apportera une aide à la décision dans les stratégies de protection pour les techniciens et producteurs. L'équation de calcul de risque est basée sur une nouvelle écriture de la courbe de développement de *Xanthomonas arboricola pv juglandis*. Ce prototype a été testé pour la première fois en France en 2010 sur deux vergers avec les stations régionales de Creysse et SENURA.

**Relation entre polyphénols et expression de la bactériose :** l'accumulation de composés phénoliques dans les tissus des brous aurait un rôle de protection contre l'extension des nécroses bactériennes. Leur concentration varierait selon la nature du sol et la variété étudiée. L'objectif du travail mené en laboratoire (Slovénie, Autriche) est à terme de caractériser plus précisément la catégorie de polyphénols impliqués dans le processus de défense face aux pathogènes.

**Caractérisation moléculaire des différentes souches de bactéries *Xanthomonas arboricola pv. juglandis*** responsables des nécroses sur noix et des Chancres verticaux suintants sur troncs notamment sur jeunes noyers. Dans le cadre d'un programme coordonné par le Ctifl, l'INRA d'Angers a identifié l'agent causal responsable du chancre vertical suintant à savoir des souches de *Xanthomonas arboricola pv. juglandis*, variant hyper-agressifs qui forment un groupe homogène et distinct des souches présentes sur fruits nécrosés. D'autres études sont en cours pour clarifier les relations entre les souches de bactéries et les symptômes sur les noix et si possible avoir la connaissance de la diversité génétique pour la sélection de génotypes variétaux tolérants ou résistants. ■



Chancres verticaux suintants sur tronc de jeune noyer

# Pour en savoir plus

### Michel Giraud, Ctifl

■ Ctifl, Centre de Lanxade  
28 Route des Nebouts  
28130 Prignonrieux  
Tél : 05 53 58 00 05  
Fax : 05 53 58 17 42  
e-mail : giraud@ctifl.fr

### Jean-Pierre Prunet, Ctifl/Creysse Jean-Loup Péroys, Creysse

■ Station Expérimentale  
de la Noix de Creysse  
Perrical  
46600 Creysse  
Tél. +33 (0)5 65 32 22 22  
Fax. +33 (0)5 65 32 27 44  
e-mail : station.creysse@wanadoo.fr

### Agnès Verhaeghe, Ctifl/SENURA Stéphanie Romain, SENURA

■ SENURA  
Les colombières  
38160 Chatte  
Tél. +33 (0)4 76 38 23 00  
Fax. +33 (0)4 76 38 18 82  
e-mail : contact@senura.com

■ Pour plus de précisions sur les aspects réglementaires, prendre contact avec la DRAAF de votre région.



■ Point Sur les maladies et ravageurs en ligne sur [www.fruits-et-legumes.net](http://www.fruits-et-legumes.net)  
■ Le Ctifl est présent sur Internet. e-mail : « votre contact au Ctifl »@ctifl.fr  
Site : [www.ctifl.fr](http://www.ctifl.fr)