

Stratégies de protection innovantes contre la tavelure du pommier : conception, évaluation et intégration en vergers

Laurent Brun⁽¹⁾, Frédérique Didelot⁽²⁾, Luciana Parisi⁽¹⁾

⁽¹⁾UE de Recherche Intégrée en Arboriculture Fruitière, Domaine de Gotheron, Saint-Marcel-lès-Valence (Drôme);

⁽²⁾UMR Pathologie Végétale, Angers (Maine-et-Loire)



Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Importance de la tavelure (due à *Venturia inaequalis*)

- **Maladie fongique la plus préjudiciable** en verger : 100% de perte sur variétés sensibles en absence protection fongicide
- Le **seuil de tolérance** pour cette maladie est **faible** : tout fruit tavelé est écarté



Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Importance de la tavelure

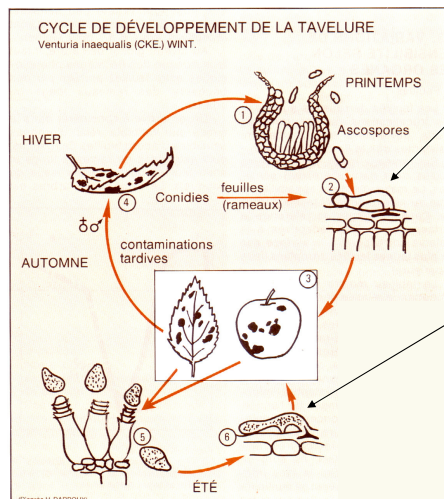
- La grande majorité des **variétés** de pommier **cultivées** en France sont **sensibles à très sensibles** à la maladie
- **Peu de variétés récentes** présentant une résistance partielle à la tavelure

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Importance de la tavelure



➤ 9 à 15 traitements **fongicides** par an suivant année et région

➤ davantage si présence taches en fin de contamination primaire

➤ situations d'**échecs** parfois rencontrées

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Expérimentation/Recherche sur la tavelure en protection intégrée

- Nos travaux de recherche sur la tavelure sont guidés par l'idée de mieux **maîtriser** la **maladie**, tout en **réduisant** le nombre d'applications **fongicides**
- Cette approche s'applique à l'agriculture conventionnelle comme à l'agriculture biologique

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Evaluation de pratiques permettant de réduire de développement de la tavelure en vergers

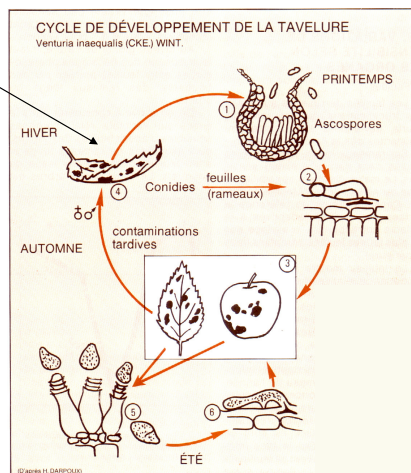
Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Prophylaxie tavelure

- Objectif : **Réduire l'inoculum primaire** de tavelure



Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Prophylaxie tavelure

- Notre approche :
 - **Enfouissement** des feuilles sur le rang (outils à disques utilisés en AB pour désherbage mécanique)
 - **Ramassage** des feuilles sur l'inter-rang enherbé (adaptation balayeuse espaces verts)
- Essai réalisé en 2003 et 2004 avec le GRAB chez un arboriculteur de la Drôme (**verger** conduit en **AB**, variété **Smoothie**[®], protection fongicide Cu et S)

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Prophylaxie tavelure



Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Prophylaxie tavelure



Zone témoin



Zone balayée-butée

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Prophylaxie tavelure

- En 2004, **réduction** de **95%** du nombre d'ascospores piégées par capteurs aériens
- Les 2 années, **réduction** d'environ **2/3** de la **sévérité** de la maladie sur **feuilles**
- Résultats à la récolte :

	Pourcentage de fruits tavelés	
	2003	2004
Témoin	4%	66%
Prophylaxie	1%	30%

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Prophylaxie tavelure



Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Sensibilité variétale

- Rappels : 2 types de résistance pommiers / tavelure:
 - **Résistance totale** (immunité/certaines races; mono ou oligogénique, non durable; ex. Variétés pommiers résistants Vf)
 - **Résistance partielle** (maladie se développe moins vite, polygénique, considérée plus durable; ex. Variétés de pommiers peu sensibles)
- Objectif : Evaluer le comportement de variétés peu sensibles en l'absence de protection fongicide
- 2 vergers expérimentaux (UE Bois l'Abbé - La Rétuzière, Maine-et-Loire)

Sensibilité variétale

- Par rapport au témoin sensible, réduction de 64 à 99% de la **sévérité** de la maladie sur **feuilles**
- Résultats à la récolte :

	Pourcentage de fruits tavelés		
	2000	2001	2002
Golden Delicious	100%	95,2%	100%
Reinette Clochard	33%	44%	37%
Colapuis	3%	22%	24%

Associations variétales

- Objectifs : Evaluer la réduction des épidémies de tavelure dans des vergers plantés en **mélange** d'une variété **sensible** avec une variété **résistante**
- Essai 1 (UE Bois l'Abbé - La Rétuzière, Maine-et-Loire), terminé - variété résistante Vf (Baujade) associée à variété sensible Smoothee®
- Essai multi-site : conventionnel et AB (UE Bois l'Abbé - La Rétuzière, Maine-et-Loire; UERI Gotheron, Drôme), en cours - variété résistante Vf (Pitchounette) associée à variété peu sensible (Melrouge)

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Associations variétales



Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Associations variétales

- Essai Baujade/ Smoothee® avec protection fongicide allégée:
 - Baujade resté indemne de tavelure pendant durée de l'essai
 - Sur Smoothee®, réduction de 15 à 75% de la **sévérité** de la maladie sur **feuilles** selon le type de mélange et l'année
- Résultats à la récolte (Smoothee®) :

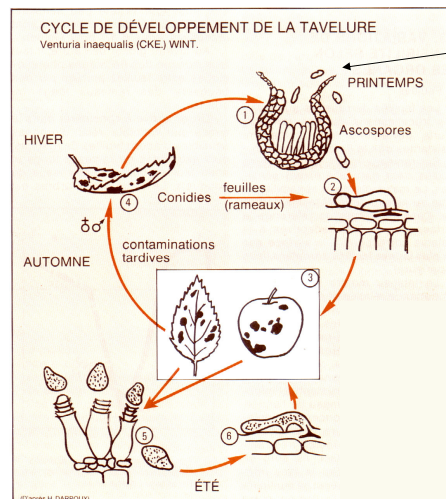
	Pourcentage de fruits tavelés	
	2001	2002
Culture pure	27%	12%
Rangs alternés	17%	11%
Mélange dans le rang	14%	4%

Protection intégrée en arboriculture et viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Associations variétales



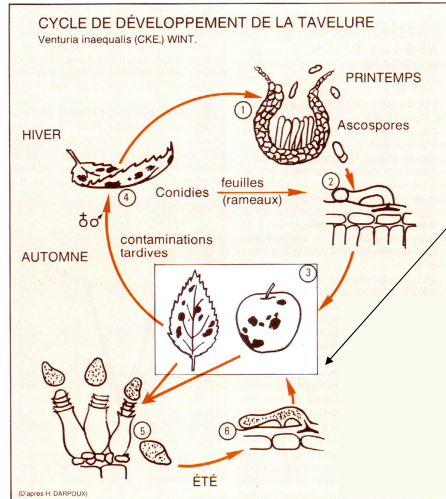
Réduisent l'inoculum I^{re}
(50% d'arbres résistants)

Protection intégrée en arboriculture et viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Associations variétales



Diminuent la vitesse de progression de l'épidémie secondaire:

Essai Melrouge/Pitchounette (UERI Gotheron AB)

- Pas d'inoculum I^{re} (ascospores)
- Inoculation artificielle arbre central parcelle (avril 2007)
- Diminution de 2/3 des contaminations II^{re} pour le mélange dans le rang

Protection intégrée en arboriculture et viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Proposition pour raisonner la protection fongicide contre la tavelure

Protection intégrée en arboriculture et viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Raisonnement protection fongicide

- Proposé par Olivier en 1986
- Validé et modifié par Lefeuvre (1995)
- A permis pendant les **3 années** de validation une **réduction de 49%** du nombre de traitements par rapport à la lutte classique et 62% par rapport à la moyenne régionale (15)

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Choix d'une courbe de Mills comme seuil de traitement

Olivier (1986) modifié par Lefeuvre (1995)

		Sensibilité Variétale								
		Variétés TS			Variétés S et MS			Variétés PS		
		faible	moy.	dense	faible	moy.	dense	faible	moy.	dense
Inoculum d'automne		M	M	L	G	M	L	(-)	G	M
Projections d'ascospores	Peu denses Denses	L	A	A	L	L	L	G	M	L

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Approche expérimentale intégrative dans le raisonnement de la protection contre la tavelure

➤ Dispositif BioREco, UERI Gotheron (Drôme)

Collaboration : J. Guinaudeau, S. Simon, C. Gros, F. Combe

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Dispositif BioREco

- Objectifs : **comparer** différentes **stratégies de protection** contre les maladies, ravageurs et adventices du pommier; réaliser une **évaluation** la plus complète possible (performances agronomiques, aspects technico-économiques, impact environnemental)
- Seules les stratégies de protection contre la **tavelure** et l'**oïdium** sont présentées

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Dispositif BioREco

3 variétés de pommiers :

- **Smoothee®** : sensible à la tavelure
- **Melrose** : peu sensible à la tavelure
- **Ariane** : portant le gène *Vf* de résistance à la tavelure (absence de souches virulentes vis-à-vis de *Vf* sur le domaine de Gotheron)

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Dispositif BioREco

3 systèmes de production correspondant à 3 approches de la protection du verger:

- **RAI** : mode de protection des plantes raisonné faisant référence à la Charte Nationale de PFI et à sa déclinaison dans les cahiers de charges PFI des OP régionales
- **ECO** : mode de protection des plantes n'utilisant la lutte chimique qu'en dernier recours et faisant référence aux préconisations de l'OILB (2002)

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Dispositif BioREco

➤ **BIO** : mode de protection (et de production) selon les critères de l'Agriculture Biologique

✓ Dispositif expérimental : de 9 parcelles de 3700m² chacune

✓ Parcelles conduites de façon équivalente pour les facteurs de production autre que la protection (Porte-greffes, irrigation,...), mais le système BIO conserve ses spécificités pour le fertilisation (organique) et l'éclaircissage (uniquement manuel)

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Dispositif BioREco

Stratégies de protection contre la **tavelure**

		RAI	ECO	BIO
Smoothee®	<i>Prophylaxie</i>	<i>Optionnelle</i>	<i>Maximale</i>	<i>Maximale</i>
	Stratégie fongicide	Classique	Classique	Classique
Melrose	<i>Prophylaxie</i>	<i>Optionnelle</i>	<i>Maximale</i>	<i>Maximale</i>
	Stratégie fongicide	Classique	Modèle Olivier	Modèle Olivier
Ariane	<i>Prophylaxie</i>	<i>Simplifiée</i>	<i>Maximale</i>	<i>Maximale</i>
	Stratégie fongicide	Résistance Vf	Résistance Vf	Résistance Vf

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Dispositif BioREco

Stratégies de protection contre l'oïdium

- Sur rosette de feuilles (avant fleur)
 - Traitements fongicides systématiques pour RAI
 - Pas de protection fongicide pour BIO et ECO mais élimination manuelle de l'inoculum primaire (rosettes oïdiées) lors des opérations culturales en verger (extinctions, éclaircissage manuel,...)
- Sur pousse (après fleur) : Protection fongicide si seuil dépassé (2 et/ou 5% de feuilles oïdiées)

Dispositif BioREco

Principaux résultats:

- Oïdium correctement maîtrisé dans toutes les parcelles (2005, 2006 et 2007)
- Pas de tavelure lors du contrôle fin de contamination primaire en 2005 et 2006 (d'où arrêt de la protection)
- Pas de tavelure lors du contrôle fin de contamination primaire en 2007 sauf pour la parcelle Smoothee®/BIO (poursuite de la protection fongicide jusqu'à la récolte pour cette parcelle)

Dispositif BioREco

Principaux résultats: **Nombres de fongicides réalisés** et
évolution de **l'inoculum primaire de tavelure**

Mode de protection	RAI			ECO			BIO		
	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari
% pousses tavelées fin octobre 2006	0%	1%	0%	0%	0%	0%	7%	1%	0%
Nombre de fongicides contre la tavelure en 2007	8	8	3	8	2	2	18	6	4

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Dispositif BioREco

Principaux résultats: **Nombres de fongicides réalisés** et
évolution de **l'inoculum primaire de tavelure**

Mode de protection	RAI			ECO			BIO		
	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari
Nombre de fongicides contre la tavelure en 2007	8	8	3	8	2	2	18	6	4
Nombre de fongicides contre l'oïdium en 2007	1	1	1	0	0	2	0	0	0

Protection intégrée en arboriculture et
viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Dispositif BioREco

Principaux résultats: **Nombres de fongicides réalisés et évolution de l'inoculum primaire de tavelure**

Mode de protection	RAI			ECO			BIO		
	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari
Variété									
<i>Nombre de fongicides tavelure et oïdium / an (moyenne 2005 à 2007)</i>	<i>9,7</i>	<i>9,3</i>	<i>5,3</i>	<i>8,3</i>	<i>4,0</i>	<i>4,0</i>	<i>11,7</i>	<i>6,3</i>	<i>3,7</i>

Protection intégrée en arboriculture et viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Dispositif BioREco

Principaux résultats: **Nombres de fongicides réalisés et évolution de l'inoculum primaire de tavelure**

Mode de protection	RAI			ECO			BIO		
	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari	Smo	Mel	Ari
% pousses tavelées fin octobre 2006	0%	1%	0%	0%	0%	0%	7%	1%	0%
Nombre de fongicides contre la tavelure en 2007	8	8	3	8	2	2	18	6	4
Nombre de fongicides contre l'oïdium en 2007	1	1	1	0	0	2	0	0	0
<i>Nombre de fongicides tavelure et oïdium / an (moyenne 2005 à 2007)</i>	<i>9,7</i>	<i>9,3</i>	<i>5,3</i>	<i>8,3</i>	<i>4,0</i>	<i>4,0</i>	<i>11,7</i>	<i>6,3</i>	<i>3,7</i>
% pousses tavelées fin octobre 2007	13%	0%	0%	1%	2%	0%	72%	3%	0%

Protection intégrée en arboriculture et viticulture
Paris – 22 novembre 2007

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Conclusions

- Intérêt du **choix variétal** pour raisonner la protection fongicide et **limiter** le nombre d'interventions fongicides sans prise excessive de risque
- Intérêt de la **prophylaxie**:
 - Pour toutes les variétés (PS, Vf, très sensible)
 - Évaluation dans la **durée** (BioREco)
- Mélanges variétaux : évaluation continue (approche expérimentale et modélisation)

Conclusions

- Démarche : **associer** des méthodes de lutte à **effet partiel**
- Méthodes intervenant à différents moments du cycle
- Perspective : prise en compte échelle > parcelle (îlots de parcelles) pour les aspects contamination par le voisinage (Projet GEDUPIC/ Inoculum I^{re})