

EVALUATION DE L'INTERET DE L'ASSOCIATION DE METHODES DE LUTTE A EFFET PARTIEL POUR MAITRISER LA TAVELURE DU POMMIER

Christelle GOMEZ (GRAB)

Laurent Brun, Luciana Parisi, Freddy Combe, Christophe Gros (INRA Gothenon)

1 – PROBLEMATIQUE

La tavelure causée par *Venturia inaequalis* est la principale maladie fongique en vergers de pommiers biologiques. La plantation de variétés présentant un fort niveau de résistance partielle à la tavelure (variétés peu sensibles) semble être une alternative intéressante. En effet, différentes études ont montré, en l'absence de protection fongique, que le développement des épidémies de tavelure restait limité sur ces variétés (Brun et al., 2002). Des travaux ont été réalisés sur la réduction de l'inoculum d'automne de tavelure par balayage, enfouissement ou broyage des feuilles (Creemers, 2002 ; Gomez et al., 2006). L'association de variétés résistantes et de variétés sensibles permet de limiter le développement de la tavelure sur les variétés sensibles (Parisi et al., 2002). Par contre, peu de travaux ont été réalisés sur l'association de la résistance partielle et d'autres moyens de réduire l'impact des épidémies de tavelure.

2 – OBJECTIFS

Cet essai fait parti du programme Gédupic et vise à améliorer les stratégies de maîtrise de la tavelure en vergers de pommiers biologiques.

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'intérêt de l'association d'une variété peu sensible à la tavelure avec différentes pratiques culturales permettant de limiter l'impact de la tavelure en verger. Ces pratiques culturales sont la réduction de l'inoculum primaire de tavelure et les mélanges variétaux. Cet essai permettra également d'observer les sensibilités variétales des 2 variétés à l'oïdium, aux pucerons et au carpocapse ainsi que l'effet des mélanges et de la réduction d'inoculum sur le développement de ces bioagresseurs.

3 – MATERIEL ET METHODE

3.1 Lieu et matériel végétal

- INRA Gothenon (26).
- Variété : Melrouge et Pitchounette.
- Année de plantation : janvier 2004 avec des scions greffés de 8 à 10 mois sur le porte-greffe Pajam 2[®].
- Distance de plantation : 1.7 m × 4 m. Superficie de la parcelle expérimentale : 0.48 ha.
- Pas de protection fongicide contre l'oïdium et la tavelure.

3.2 Modalités

- Trois modalités sont testées :
 1. « Pure » : culture pure de Melrouge, variété peu sensible à la tavelure
 2. « Mixte » : culture de Melrouge en mélange sur le rang avec Pitchounette, variété résistante à la tavelure
 3. « Reduc » : culture de Melrouge en mélange sur le rang avec Pitchounette, avec réduction de l'inoculum d'automne de tavelure et élimination de l'inoculum d'oïdium primaire. La réduction de l'inoculum de tavelure consiste à retirer les feuilles tombées sur l'inter-rang, à l'aide d'une balayeuse à gazon et à enfouir par buttage les feuilles tombées sur le rang avec une décavaillonneuse à disques, après la chute des feuilles. Concernant l'élimination de l'inoculum d'oïdium, l'opération consiste à éliminer manuellement au printemps les rameaux et bourgeons atteints d'oïdium primaire.
- La variété Pitchounette est une création variétale de l'INRA qui, en plus de présenter une résistance totale à la tavelure du pommier (résistance monogénique par le gène Vf), est très peu

sensible à l'oïdium. La variété Melrouge (mutant de coloration de la variété Melrose) est peu sensible à ces deux maladies.

3.3 Dispositif expérimental

- Il s'agit d'un dispositif expérimental en bloc, avec 3 répétitions. Chaque bloc est constitué des 3 modalités testées. Le verger de 0,48 ha est ainsi constitué de neuf parcelles élémentaires.
- Chaque parcelle élémentaire comprend 6 rangs de 13 arbres chacun.

3.4 Notations

3.4.1 - Tavelure

- Etude de l'évolution de l'incidence et de la sévérité de la tavelure sur feuilles et sur fruits de la variété Melrouge au cours du temps.
- Etude de la stabilité de la résistance de Pitchounette.
- Comparaison du déroulement des épidémies sur Melrouge en culture pure et Melrouge dans les mélanges.
- Pour chaque parcelle élémentaire, notation de 20 pousses par variété dans les variétés en mélange et 40 pousses pour Melrouge en culture pure. Notation du nombre total de feuilles par pousse, du nombre de feuilles tavelées et du nombre de taches par feuille tavelée. Un tirage aléatoire des arbres sera effectué à chaque notation.
- A la récolte, 20 fruits (10 fruits de chaque côté de l'arbre) sont prélevés aléatoirement sur chaque arbre de chaque parcelle élémentaire. Sur ces fruits, la présence de taches de tavelure est relevée.

3.4.2 - Oïdium

- Dans les parcelles avec réduction de l'inoculum, la notation de l'oïdium primaire est réalisée en même temps que l'éradication. Tous les arbres de chaque parcelle sont observés et toutes les pousses oïdiées sont retirées et comptabilisées. Sur chaque pousse, noter le pourcentage de feuilles oïdiées sur les 5 dernières feuilles déroulées de la pousse. Les notations et éradications ont été réalisées le 16/04/07 après le stade phénologique F (première fleur).
- Dans les parcelles en culture pure et en mélange sans réduction d'inoculum, la notation de l'oïdium primaire est réalisée en suivant le même protocole d'observation mais sans éradication.
- Les notations de l'oïdium secondaire sont réalisées sur 40 pousses en croissance (noter le pourcentage de feuilles oïdiées sur les 5 dernières feuilles déroulées de la pousse). Pour chaque parcelle élémentaire, une notation est réalisée sur chaque variété tous les 15 jours, de début mai à fin juin.

3.4.3 - Pucerons

Pour chaque parcelle élémentaire, observer 2 pousses par arbre sur 26 arbres de Melrouge en culture pure et sur 13 arbres de chaque variété dans les mélanges. Seules les informations de présence ou d'absence du puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*) et des pucerons verts du pommier (*Aphis spp*) sont notées. Les arbres sont choisis de manière aléatoire, les arbres de bordure ne sont pas pris en compte. Aucune notation n'a eu lieu avant floraison car un programme de traitement « d'assurance » a été réalisé. Deux notations ont été réalisées au cours de la saison : mi-mai, puis fin juin.

3.4.4 - Carpocapse

A la récolte, 20 fruits (10 fruits de chaque côté de l'arbre) sont prélevés aléatoirement sur chaque arbre de chaque parcelle élémentaire. Sur ces fruits, la présence d'attaque du carpocapse est relevée.

3.4.5 - Acariens

Pour chaque parcelle élémentaire, observer 2 pousses par arbre sur 26 arbres de Melrouge en culture pure et sur 13 arbres de chaque variété dans les mélanges. Seulement 1 feuille par pousse sera observée. Les arbres sont choisis de manière aléatoire, les arbres de bordure ne sont pas pris en compte.

4 – RESULTATS

- Les bioagresseurs, excepté la tavelure, sont arrivés naturellement sur le verger en provenance de l'environnement de la parcelle et des vergers voisins.
- La tavelure a été absente du verger expérimental en 2006. Il n'y a donc pas eu de réduction d'inoculum d'automne de tavelure à l'automne 2006. Une inoculation artificielle localisée sur un seul arbre de Melrouge de chaque parcelle élémentaire a été réalisée fin avril 2007, afin de permettre à la tavelure de s'installer dans le verger et pour réaliser une étude sur la dispersion des conidies (étude réalisée par l'INRA de Gothenon).

4.1 - Tavelure

4.1.1 - Réussite de l'inoculation et mécanisme de dispersion des conidies

- Une saison favorable a permis la réussite de l'inoculation et de l'introduction de la tavelure dans le verger.
- Contrairement à ce que l'on aurait pu attendre, dans les premiers temps de l'épidémie il n'y a pas de formation de foyers autour des arbres inoculés. Cette observation est valable aussi bien dans les mélanges que dans les cultures pures. L'apparition des arbres nouvellement touchés paraît être distribuée de manière aléatoire dans les parcelles. Ensuite, des arbres nouvellement touchés apparaissent au voisinage direct des arbres précédemment touchés. Ce phénomène est observé principalement dans les parcelles en culture pure.
- L'inoculation a permis de réaliser une étude de la dispersion des conidies dans le verger. Dans les cultures pures, la dispersion des conidies semble se faire sur la ligne de plantation. Dans les mélanges, les observations apportent des arguments à la thèse selon laquelle la barrière naturelle formée par les arbres résistants freine la dissémination des conidies. Cela explique pourquoi les mélanges sur le rang sont plus efficaces que les mélanges en rang alternés (Didelot *et al.*, 2000). Les différentes observations suggèrent l'existence de deux phénomènes de dispersion des conidies de tavelure au sein du verger : un mécanisme de dispersion, à courte distance, d'arbre en arbre coexiste probablement avec un autre mécanisme de dispersion à moyenne distance (20 à 40m).

4.1.2 - Effet des mélanges sur la sévérité de la maladie

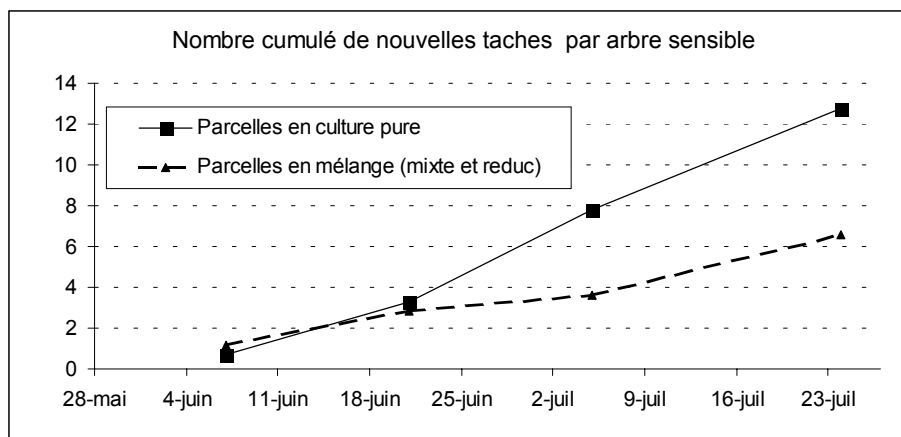
- La notation du 3 et 4 juillet nous permet de connaître précisément à cet instant la sévérité de l'épidémie de tavelure sur chaque parcelle du verger car toutes les pousses atteintes par la tavelure ont été notées en sévérité. Afin de prendre en compte la différence de nombre d'arbres sensibles par parcelle entre cultures pures et mélanges, les résultats sont ramenés à l'arbre sensible. Le nombre de taches par arbre sensible a été choisi car cette variable est plus représentative de la sévérité de l'épidémie dans le verger que le nombre d'arbres ou même de pousses.

Tableau I : Nombre de taches par arbre sensible au 04/07/07

bloc	Mixte	Réduc	Pure
1	0,62	2,44	8,72
2	4,51	3,28	8,73
3	2,08	8,08	13,85
moyenne	2,40 (a)	4,60 (a)	10,43 (b)

- Le nombre de taches par arbre sensible dans les cultures pures est toujours supérieur au nombre observé dans les modalités en mélange (Cf. tableau I). La comparaison du nombre de taches par arbre sensible en fonction du type de culture confirme un effet des mélanges sur la réduction de la sévérité de l'épidémie de tavelure ($P = 0,023$). Le test de Newman-Keuls place les deux modalités de culture en mélange dans le même groupe homogène. De plus, il n'y a pas d'effet bloc significatif ($P = 0,177$).

4.1.3 - Effet des mélanges sur l'évolution de la maladie dans le temps



- La courbe d'évolution temporelle de la sévérité de tavelure des parcelles en culture pure se distinguent des parcelles en mélange par des valeurs plus élevées. Les ANOVA réalisées sur cette variable à chaque date ont montré un effet des mélanges sur la réduction de la maladie au seuil de 5 % pour le 4 et le 24 juillet (respectivement $P=0,0405$ et $P=0,0041$).

4.2 - Oïdium

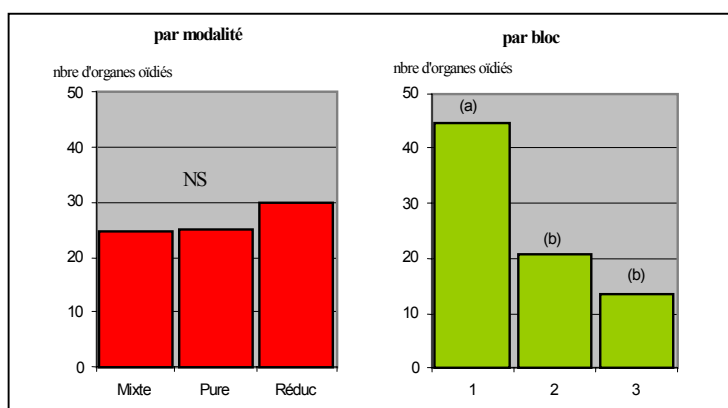
- La comparaison du nombre de pousses avec oïdium primaire (Cf. tableau II) observé sur Pitchounette et Melrouge dans les parcelles en mélange (Mixte et Réduc) montre une différence statistiquement significative entre les deux variétés. Melrouge est plus sensible que Pitchounette ($P=0,0012$).

Tableau II : Nombre d'organes touchés par l'oïdium primaire pour les parcelles en mélange

	Pitchounette	Melrouge
Mixte 1	4	39
Mixte 2	1	23
Mixte3	2	12
moyenne	2,33 (a)	24,67(b)
Réduc1	3	50
Réduc2	2	25
Réduc3	0	14
moyenne	1,67(a)	29,67(b)

- Pour étudier l'effet des mélanges sur les dégâts d'oïdium primaire, une Anova a été réalisée sur le nombre d'organes avec oïdium primaire sur la variété Melrouge uniquement car c'est la seule présente à la fois en culture pure et en mélange. Les résultats ne montrent pas un effet des mélanges sur la réduction de la maladie sur la variété Melrouge. L'observation de gradient de maladie est confirmée par un « effet bloc » significatif ($P = 0,0026$).

Nombre moyen d'organes avec oïdium primaire sur la variété Melrouge



- Les notations concernant l'oïdium secondaire montrent également une différence de sensibilité entre les 2 variétés, qui est significative pour les 3 dates de notation (Cf. tableau III).

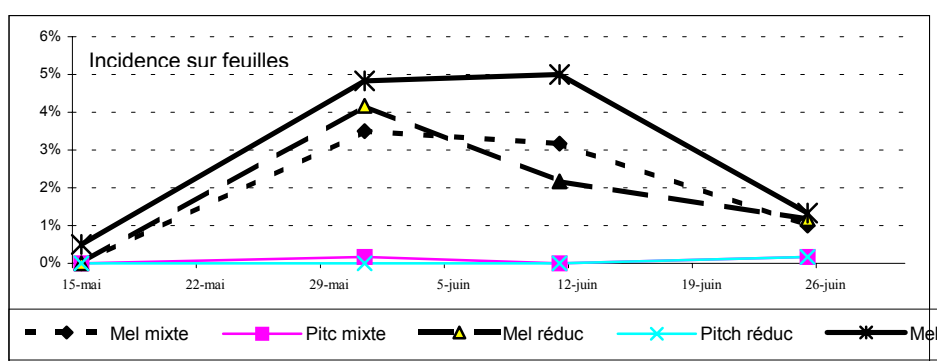
Tableau III : Moyenne des incidences (sur les 5 dernières feuilles de pousse déroulées) d'oïdium par variété, dans les parcelles en mélange

	15-mai	31-mai	11-juin	25-juin
Mel	0,00%	3,83%(a)	2,67%(a)	1,08%(a)
Pitch	0,00%	0,62%(b)	0,38%(b)	0,30%(b)
P-value		0,0032	0,005	0,0463

- Il n'y a pas un effet des mélanges ni même de la réduction de l'inoculum primaire sur l'incidence de la maladie pour la variété Melrouge. Cela peut s'expliquer par le fait que la présence d'oïdium est trop faible dans le verger. Le fait que les parcelles « reduc » ayant subi une réduction de l'inoculum primaire ne présentent pas de réduction significative de la maladie sur ce dispositif confirmerait que la dispersion par le vent des conidies se fait principalement dans un rayon d'au moins 20m (Parrot, 2005).

- L'évolution de la phase secondaire de la maladie sur Pitchounette reste à des valeurs inférieures à 1 % d'incidence sur feuilles (Cf. graphe ci-dessous). Cependant, les courbes d'évolution de la maladie sur Melrouge dans le temps laissent supposer quelques effets des mélanges et de la réduction de l'inoculum. Lors des opérations d'éradication, il peut y avoir eu une dispersion de conidies par les opérateurs (incidence équivalente dans les modalités reduc et mixte). Cette éradication semble ensuite avoir une efficacité : les organes oïdiés éliminés ne produisent plus de conidies ce qui diminue ainsi le stock disponible sur le verger pour le développement de la phase secondaire de la maladie.

Progression de l'incidence de l'oïdium secondaire dans le verger (moyenne sur chaque modalité et variété)



4.3 - Pucerons

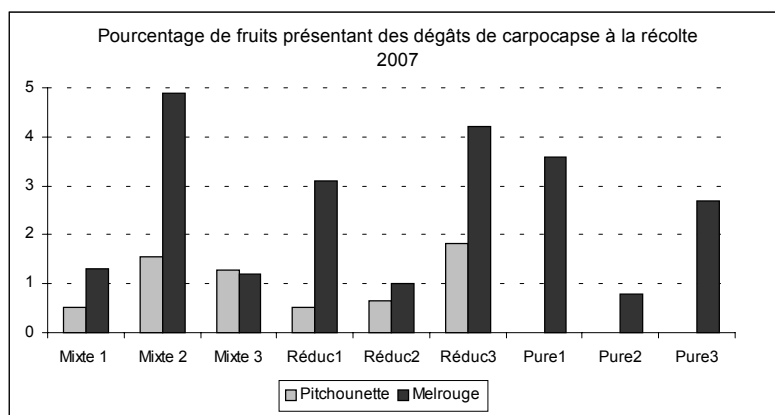
Tableau IV : Pourcentage de rameaux infestés par les pucerons verts du pommier, par variété, sur chaque parcelle élémentaire

		15-mai		25-juin	
		Melrouge	Pitchounette	Melrouge	Pitchounette
Mixte	1	0,00%	19,23%	0,00%	0,00%
Mixte	2	23,08%	23,08%	0,00%	0,00%
Mixte	3	23,08%	23,08%	0,00%	3,85%
moyenne		15,38%	21,79%	0,00%	1,28%
Réduc	1	3,85%	11,54%	0,00%	7,69%
Réduc	2	38,46%	23,08%	0,00%	0,00%
Réduc	3	15,38%	11,54%	0,00%	0,00%
moyenne		19,23%	15,38%	0,00%	2,56%
Pure	1	1,92%		0,00%	
Pure	2	17,31%		0,00%	
Pure	3	26,92%		0,00%	
moyenne		15,38%		0,00%	

- Sur l'ensemble du verger, seuls quelques rares foyers de pucerons cendrés ont été observés.

- Concernant l'infestation des pucerons verts du pommier (Cf. tableau IV), il n'y a aucune différence statistiquement significative entre les 2 variétés et entre les modalités de conduite ($P > 0.05$). On n'observe ni une différence de sensibilité variétale ni un effet des mélanges.

4.4 - Carpocapse



- Même si on a l'impression que Pitchounette est moins sensible que Melrouge, on n'observe pas de différence de sensibilité variétale aux attaques de carpocapse à la récolte (Anova, $P=0.10$).
 - Il n'y a pas d'effet des mélanges sur les attaques de carpocapse à la récolte ($P=0.88$).

4.5 - Acariens : non présents sur la parcelle

5 – CONCLUSION

- Les résultats confirment une différence de sensibilité à l'oïdium entre les deux variétés, Melrouge étant plus sensible que Pitchounette. Ces deux variétés restent cependant peu sensibles à l'oïdium. Cette année d'expérimentation ne permet pas de confirmer l'effet des mélanges sur les épidémies d'oïdium, observé en 2005 à l'INRA d'Angers. La maladie reste à des valeurs faibles, inférieures ou égales à 5 % d'incidence sur feuilles. Il se peut que le niveau de la maladie soit trop faible pour permettre de mettre en évidence un effet significatif des mélanges sur la réduction de l'épidémie d'oïdium.

- Les observations réalisées sur l'infestation de pucerons et les dégâts de carpocapse n'ont pas montré de différence significative au niveau de la sensibilité des 2 variétés et au niveau des modes de conduite. Les parcelles en mélange ne permettent pas de diminuer les populations de ces 2 ravageurs, mais elles ne produisent pas non plus d'augmentation indésirable de ces populations.

- Une saison favorable a permis la réussite de l'inoculation et de l'introduction de la tavelure dans le verger. L'inoculation a permis de réaliser une étude de la dispersion des conidies dans le verger. Cette étude montre l'existence d'au moins 2 phénomènes de dispersion des conidies : un mécanisme de dispersion à courte distance, au sein de l'arbre ou d'arbre en arbre, et un mécanisme de dispersion à moyenne distance. Les mélanges variétaux ont montré une efficacité au niveau de la réduction de l'épidémie de tavelure sur feuilles sur la variété sensible. La barrière naturelle formée par les arbres résistants freine la dissémination des conidies. Cela explique pourquoi les mélanges sur le rang sont plus efficaces que les mélanges en rang alternés.

- L'arrivée et l'installation de la tavelure sur le verger permettra en 2008 de poursuivre l'essai et de réaliser les réductions d'inoculum d'automne.

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2003 - ANNEE DE FIN D'ACTION : 2013

ACTION : nouvelle ○ en cours ● en projet ○

Renseignements complémentaires auprès de : C. Gomez, G. Libourel, S-J. Ondet, L. Romet, F. Warlop.

GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9

tel 04 90 84 01 70 fax 04 90 84 00 37 mail : arboriculture_grab@freesbee.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : Agriculture biologique – multi espèces – *Metcalfa pruinosa*

Date de création de cette fiche : décembre 2007