

DIFFERENTES STRATEGIES DE MAITRISE DE LA TAVELURE DU POMMIER

Joël Favareille¹, Franziska Zavagli¹, Christelle Gomez², François WARLOP²
¹CTIFL, ²GRAB

Résumé

La tavelure du pommier est un des bioagresseurs principaux, responsable de pertes souvent importantes, dans des zones sensibles. La sélection variétale est une piste de progrès importante, devant permettre à terme une réduction significative d'intrants ; mais à ce jour, elle reste insuffisante, et d'autres stratégies doivent être perfectionnées : le cuivre étant un toxique accumulé dans les sols, la recherche de matières actives alternatives et efficaces, ou de produits cupriques faiblement dosés est poursuivie. Elle confirme l'intérêt d'interventions préventives, mais ne semble pas permettre d'identifier de produits remplaçant avantageusement le cuivre. Parallèlement, il importe de réfléchir à la réduction globale des intrants, en travaillant plus en amont sur la biologie du champignon et les façons de limiter sa conservation d'une année à l'autre. Les interventions culturales à l'automne permettent ainsi de réduire l'inoculum présent sur les feuilles tombées au sol.

Mots-clés :

Pommier, tavelure, réduction des doses de cuivre, prophylaxie

Summary

Apple scab remains one of the main disease, responsible for significant economic losses. Selection of tolerant varieties is a promising way to follow, but is not yet giving satisfying results. Thus, different strategies have to be developed and enhanced : the screening of alternative control inputs, with lower copper dosage or without any copper is essential for short term answers to growers. This research give interesting results and potential new ingredients, however not as efficient as copper sulphate. Simultaneously, biology of the fungus permits a more preventive strategy, by destroying leaves at fall season, and thus highly decreasing the scab infection potential. Results of four trials led by CTIFL (copper alternatives) and GRAB (leaves reduction) are presented and discussed.

Key-words :

Apple, scab, copper alternatives, prophylaxis

Introduction

Si le cuivre reste pour beaucoup de pathogènes la matière active la plus performante, il n'en reste pas moins toxique ; sa substitution reste donc souhaitable, mais, plus encore, la réduction d'intrants par une meilleure compréhension et gestion de la culture, est une orientation à privilégier.

Ce document présente quatre essais réalisés en 2003, par le Ctifl et le Grab, axés sur différentes stratégies.

1 – REDUCTION DES DOSES DE CUIVRE

Cet essai, conduit par le Ctifl à Prignonieux (24) vise à optimiser l'utilisation du cuivre sous différentes formes, en positionnant le cuivre en « stop » (stratégie curative), par rapport aux risques de contamination, définis par l'utilisation d'un modèle de prévision des risques, en comparaison à la stratégie classique, en applications préventives. Dans cet essai, l'association d'acides aminés a été également testée pour réduire la quantité de cuivre apportée.

1-1 Matériel et méthodes

- Dispositif statistique : dispositif de Fisher avec **4 blocs**
- L'unité expérimentale comporte **7 arbres** dont **5** servant à l'observation
- La modalité non traitée n'est pas incluse dans les 4 blocs.

Au total, **sept modalités** différentes sont testées : deux formulations de cuivre, appliquées en stratégies préventive et curative, à des doses réduites, et trois modalités apportant des doses réduites de cuivre métal.

Les doses des deux formulations de cuivre sont calculées pour un apport en cuivre métal maximal de **5 kg/ha** sur toute la durée du traitement, à savoir **6 traitements**. Elles correspondent à un tiers de la dose homologuée pour le Cuproxyde, et la bouillie bordelaise.

Tableau 1 : matières actives et dosages utilisés

Pour les modalités dites « préventives », le premier traitement est déclenché dès que le stade de sensibilité du pommier (stade C-C3) est atteint.

La cadence de renouvellement de ces modalités ne dépassera pas les 8 jours, et sera resserrée en présence d'une pluie supérieure à 20 mm.

Pour les modalités dites « stop », le positionnement des traitements tient compte des événements contaminants potentiels, mesuré à l'aide du suivi biologique des projections d'ascospores (utilisation d'un piège « Marchi », à partir d'un lit de feuilles issues de la parcelle d'essai) et des simulations du risque de contamination par la modélisation (logiciel RIMpro).

En l'absence d'une pluie lessivante, la persistance d'action est fixée à maximum 8 jours.

Les applications de cuivre ont cessé après la nouaison, pour limiter l'effet rugogène, et la protection a ensuite été poursuivie en couverture chimique (captane).

- Variables observées :
 - 100 pousses/parcelle élémentaire càd. 20 pousses par arbre observé
 - 200 fruits/parcelle élémentaire càd. 40 fruits par arbre observé
- Notation :
 - apparition des premières taches foliaires dans la zone témoin
 - évaluation du pourcentage de pousses présentant au moins une feuille tavelée
 - évaluation du pourcentage de fruits présentant des symptômes de tavelure
- Epoque d'observation : Dès le stade C-C3, recherche des premières taches dans la zone non traitée à chaque traitement dans les parcelles élémentaires. Notation finale sur feuilles dans les parcelles élémentaires et dans la zone témoin, 3-4 semaines après la fin des traitements et sur fruits au mois de juillet.

1-2 Résultats

Les tableaux 2 et 3 présentent les quantités de cuivre apportées sur la saison entière, pour chaque modalité.

Les premières projections d'ascospores ont été enregistrées le 31 mars 2003, et se sont poursuivies jusqu'au 5 juin, date à laquelle le stock projetable était épuisé, avec des pics de projection les 9 avril (17% du projetable), 20 (6%), 26 (27%) et 30 avril (14=5%), enfin une série du 5 au 7 mai totalisant 14% du projetable. Pendant la période, 10 périodes de risque ont été enregistrées, la moitié sur projections nulles ou faibles.

Les premières taches de tavelure ont été observées le 23 avril, au stade chute des pétales, correspondant à une infection sur le premier pic, assorti d'un risque « assez grave » (Mills). Une notation sur 480 pousses dans la zone témoin a été faite le 21 mai (graphe 1). Le niveau d'attaque moyen était de 91.6 % de pousses présentant au moins une feuille tavelée.

Une deuxième notation a été réalisée sur 200 fruits le 7 juillet (graphe 2), le pourcentage d'attaque des fruits était de 80 %.

On constate que les applications en « stop » du cuivre, quelque soit la forme, n'ont eu pratiquement aucun effet, comparativement aux applications préventives, qui se révèlent efficaces. Ceci est probablement dû à une méconnaissance du délai réel de curativité, annoncé comme étant de 24 heures après le début de la pluie contaminatrice. Cette observation semble confirmer des observations préliminaires effectuées par inoculation artificielle sur plants en pots.

Le nombre d'applications dans la stratégie préventive est de 8, contre 4 dans la partie « stop » : ces 4 applications supplémentaires n'expliquent pas les résultats, 3 ne couvraient en fait aucun risque et 1 était un renouvellement suite à un lessivage.

Dans cet essai, les acides aminés n'ont pas apportés d'amélioration sur la bouillie bordelaise.

2 – ALTERNATIVES AU CUIVRE

Cet essai, conduit par le Ctiff à Prignonieux (24), vise à obtenir des références sur tavelure du pommier de l'efficacité de produits mieux connus sur d'autres pathogènes (mildiou de la vigne, botrytis, oïdium).

2-1 Matériel et méthodes

- Dispositif statistique : dispositif de Fisher avec **3 blocs**
- L'unité expérimentale comporte **6 arbres** dont **4** servant à l'observation
- Chaque bloc est séparé des suivants par un rang de garde
- La modalité non traitée n'est pas incluse dans les 3 blocs

7 modalités sont testées : tableau 3

Le premier traitement est déclenché dès le premier événement contaminant (stade C-C3, 20 mars).

Cinq des modalités testées sont positionnées en préventif à une cadence de 8 jours (modalités à base de soufre et de MYCOSIN) ou 15 jours (modalités SERENADE et STIMULASE). Les traitements à base de bouillie sulfocalcique sont appliqués en curatif sur feuillage mouillé, sur la base de 300°h conseillée par Markus Kelderer (station du Laimburg, Italie).

Le renouvellement des traitements tient compte des pluies lessivantes (plus de 20 mm), telle celle du 28 avril, sauf pour le STIMULASE, inducteur de résistance donné comme non lessivable par la firme.

L'essai est conduit jusqu'à la fin des contaminations primaires (03 juin).

- Variables observées :
 - 120 pousses/parcelle élémentaire càd. 30 pousses par arbre observé
 - 200 fruits/parcelle élémentaire càd. 50 fruits par arbre observé
- Notation :
 - apparition des premières taches foliaires dans la zone témoin
 - évaluation du pourcentage de pousses présentant au moins une feuille tavelée
 - évaluation du pourcentage de fruits présentant des symptômes de tavelure
- Epoques d'observation : Dès le stade C-C3, recherche des premières taches dans la zone non traitée à chaque traitement dans les parcelles élémentaires. Notation finale dans les parcelles élémentaires et dans la zone témoin, 3-4 semaines après la fin des traitements.

2-2 Résultats

Les premières taches de tavelure ont été observées dans la même semaine que sur Gala, essai « Réduction des doses de cuivre », à savoir vers le 20 avril. Le niveau d'attaque sur feuilles (480 pousses) et fruits (800 fruits) a été évalué le 20 juin. Il s'élevait à 85 % des pousses et 13,5 % des fruits.

Sur feuilles, contrairement aux résultats obtenus en 2002, aucune efficacité n'est observée pour tous les produits. La cadence effective a été de 5 à 7 jours donc conforme par rapport à la pousse, mais un trou de protection est observé sur la période de début mai pour toutes les modalités, à l'origine du nivelage des attaques.

Le faible taux de fruits infectés dans cette parcelle est inexpliqué.

L'inducteur de résistance STIMULASE n'a eu aucun effet sur la tavelure.

3 – GESTION DE L'INOCULUM PAR RETRAIT DES FEUILLES

La protection contre la tavelure nécessite un grand nombre d'interventions, avec des résultats trop souvent décevants. La réduction de l'inoculum initial, par retrait des feuilles ou enfouissement, est une des bases prophylactiques pour réussir à lutter contre la tavelure et diminuer les intrants.

Cet essai a été réalisé par le GRAB à Lorient (26).

3-1 – Matériel & méthodes

- Variété : Smoothie.
- Porte greffe : Pajam.
- Densité de plantation : 5 m x 2 m.
- Année de plantation : 1994.
- Superficie : 2,5 ha sur une parcelle de 6 ha (Fuji, Granny Smith, Smoothie).
- Inoculum tavelure : important (au verger, 25 % des fruits avec des dégâts, en 2002).

Le dispositif de l'essai est présenté en tableau 4.

- Pour chaque parcelle élémentaire, on observe 16 arbres sur les 2 rangs centraux (8 arbres sur chaque rang).
- Contrôle sur feuilles : observation de 2 pousses (prises au hasard) par arbre, soit 32 pousses par parcelle élémentaire. Notation, pour chaque pousse, de l'incidence, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de feuilles tavelées et le nombre total de feuilles de la pousse. La sévérité est également évaluée en comptant le nombre de taches présentes sur chaque feuille tavelée.
- Contrôle sur fruits : observation de 20 fruits par arbre, soit 320 fruits par parcelle élémentaire. Notation de l'incidence, c'est-à-dire le nombre de fruits tavelés sur les 20 fruits observés et si possible le nombre de taches par fruit et la surface tavelée.

3 – 2 Résultats sur feuilles

L'incidence sur feuille (graphe 5) et le nombre de taches par pousse (graphe 6) sont nettement plus faibles dans les zones où les feuilles ont été retirées que dans les témoins. L'effeuillage a une efficacité de plus de 60% en fin de contaminations primaires. Pour chaque notation, l'analyse de variance montre une différence significative entre les 2 modalités.

Le retrait des feuilles permet donc de réduire nettement le nombre de feuilles tavelées et le nombre de taches des feuilles tavelées.

3 – 3 Résultats sur fruits

Malgré une faible attaque sur fruits cette année (4% de fruits présentant de petites taches de tavelure dans le témoin), on observe 4 fois moins de taches sur les fruits de la partie effeuillée-butée.

L'analyse de variance (à 5%) montre une différence significative entre les 2 modalités.

Le retrait des feuilles à l'automne permet de réduire l'infection de tavelure de manière significative. En effet, l'effeuillage permet de réduire l'inoculum primaire et il s'en suit une diminution des contaminations primaires. Les feuilles présentent alors moins de taches de tavelure que celles du témoin.

Les observations sur fruits sont également intéressantes puisque là aussi on observe moins de fruits tavelés dans la partie effeuillée.

4 - GESTION DE L'INOCULUM PAR ENFOUISSEMENT DES FEUILLES

La protection contre la tavelure nécessite un grand nombre d'interventions, avec des résultats trop souvent décevants. La réduction de l'inoculum initial, par retrait des feuilles ou enfouissement, est une des bases prophylactiques pour réussir à lutter contre la tavelure et diminuer les intrants.

L'enfouissement présente l'avantage de ne pas exporter la matière organique, en décomposition, pour ensuite la remplacer par des amendements.

Cet essai a été réalisé par le GRAB à La Saulce (05).

4 – 1 Matériel & méthodes

- Variétés : Golden et Oregon.

- Porte greffe : M 106.

- Densité de plantation : 5 m x 3 m.

- Superficie : 1 ha. 13 rangs de 140 m (9800 m²) + chemins de bordure (200 m²).

- Parcelle conduite en Agriculture Biologique.

- 2 blocs (= 2 répétitions) : un de 7 rangs comprenant les modalités Réf1 et Df1 et un de 6 rangs comprenant les modalités Réf2 et Df2. Chaque rang fait 140 m de long environ et comprend 44 arbres.

- Chaque bloc comprend 2 modalités :

- 1 modalité Réf de 2 rangées de Golden où le sol n'est pas travaillé.

- 1 modalité Df où les feuilles ont été détruites : 3 rangées de Golden et 2 d'Oregon pour Df1 et 3 rangées de Golden et 1 d'Oregon pour Df2.

Le dispositif de l'essai est présenté en tableau 4.

- Pour chaque modalité, on observe 16 arbres sur les 2 rangs centraux de Golden (8 arbres sur chaque rang).

- Contrôle sur feuilles : observation de 2 pousses prises au hasard par arbre, soit 32 pousses par modalité. Notation, pour chaque pousse, de l'incidence (rapport entre le nombre de feuilles tavelées et le nombre total de feuilles de la pousse). La sévérité est également évaluée en comptant le nombre de taches présentes sur chaque feuille tavelée.

- Contrôle sur fruits : observation de 20 fruits par arbre, soit 320 fruits par modalité. Notation de l'incidence (nombre de fruits tavelés sur les 20 fruits observés) et si possible le nombre de taches par fruit et la surface tavelée.

4 – 2 Résultats sur feuilles

La partie sud de la parcelle où sont situées les modalités Réf1 et Df1 présente moins de feuilles tavelées que la partie nord où sont situées les modalités Réf2 et Df2. En effet, on observe près de 5% de feuilles tavelées tout au long des observations pour les modalités Réf1 et Df1, alors qu'en fin de contaminations primaires on note 25% de feuilles tavelées pour Réf2 et 11% pour Df2 (graphe 9).

Nous supposons qu'il existe déjà un gradient d'inoculum au sein de la parcelle, la partie nord présentant vraisemblablement une plus grande quantité d'inoculum d'automne.

Les feuilles de la partie travaillée Df2 présentant 2 fois moins de tavelure que celles de la partie non travaillée Réf2 (graphe 10), on pourrait conclure en disant que la destruction des feuilles par un travail du sol permet de réduire les contaminations de tavelure. Mais ceci n'a pas été observé pour les modalités Réf1 et Df1, sûrement à cause de ce gradient d'inoculum. Il faut donc rester prudent et ne pas conclure trop vite.

4 – 3 Résultats sur fruits

Les observations sur fruits vont dans le même sens que celles effectuées sur feuilles : cf. graphes 11 et 12.

Les fruits de la partie sud de la parcelle (modalités Réf1 et Df1) n'ont pas de taches de tavelure.

Dans la partie nord de la parcelle, les fruits présentent jusqu'à 7.5% de tavelure. Les fruits de la zone travaillée Df2 présentent 2 fois moins de tavelure que ceux de la zone non travaillée Réf2.

Le gradient d'inoculum sur la parcelle explique en partie ces observations.

Les résultats de cet essai ne permettent pas de conclure quant à l'efficacité du travail du sol et de l'enfouissement des feuilles tombées au sol, sur la réduction des contaminations de tavelure.

En effet, les observations mettent en évidence l'hétérogénéité de la parcelle et la présence d'un gradient d'inoculum parallèle aux modalités mises en place. Les résultats obtenus sont donc difficilement interprétables.

Il convient de revoir le dispositif et de mettre en place trois blocs perpendiculaires à ce gradient d'inoculum, avec dans chaque bloc une modalité travail du sol et une modalité témoin non travaillé.

La deuxième solution serait de choisir une parcelle plus homogène.

Conclusion

2003 fut une année atypique, et inadaptée pour espérer obtenir des résultats optimum. Néanmoins, ces quatre essais présentent un certain nombre d'avancées significatives en terme de connaissance du pathogène, et de maîtrise à différents stades d'intervention.

Le sulfate de cuivre appliqué en mode préventif reste la stratégie la plus pertinente sur tavelure, comparé au Cuivrol ou à l'hydroxyde, mais les doses ne correspondent pas aux pratiques courantes ; le polysulfure de calcium (formule nantaise mais surtout italienne plus dosée en soufre) apporte également satisfaction, en supprimant les apports de cuivre. Des produits alternatifs, moins connus et donc probablement mal utilisés (doses, fréquences, ...), tel le Mycosin, laissent entrevoir des perspectives intéressantes d'emploi, à confirmer.

La réduction d'intrants semble une voie essentielle pour promouvoir une agriculture durable. Le retrait ou la destruction de feuilles à l'automne donne dans de précédents travaux (Limousin, Belgique, Hollande) de très bons résultats. L'essai réalisé à Lorient confirme ainsi ces résultats, et tout l'intérêt d'intervenir dès l'automne dans la gestion de l'inoculum de tavelure. L'essai de La Saulce est plus difficile à interpréter, à cause d'un dispositif plus complexe et moins approprié à nos conditions d'expérimentation.

Il semble donc aujourd'hui nécessaire de prolonger ces travaux en considérant différents angles d'approche, dans la conception de la lutte.

Bibliographie

Creemers P., A. Vanmechelen, K. Hauke, 2002. Sanitation practices to reduce apple scab inoculum in orchards. RSF-Royal Research Station of Gorsem, 10 pages.

Huberdeau, D., 1998. La tavelure du pommier : modèle de prévision des attaques, valorisation de l'information. *Colloque transnational sur les luttes biologiques, intégrée et raisonnée, Lille* . 409-415.

MacHardy, W.E., 1996. Apple Scab : Biology, Epidemiology, and Management. *APS Press*. 545p.

MacHardy, W.E., L.P. Berkett, A.R. Gottlieb, D.K. Sutton, J. Bergdahl, 2000. Relationship between assessment of scab on apple leaves in autumn and ascospore production the following spring. *Integrated control of pome fruit diseases, IOBC wprs Bulletin*, vol. 23(12), pp. 61-76

Olivier, J. M., 1986. La tavelure du pommier. Conduite d'une protection raisonnée. *Adalia* 1: 3-19.

Reigne, M., 1998. Pomme – Programme de conduite biologique. *Réussir Fruits & Légumes*, 169, 72-74.

Tableau 1 : matières actives et dosages utilisés

Produit commercial	Dose p.c./ha (base 1000 l)	Quantité de cuivre/traitement (base 1000 l)	Type d'application
CUPROXYDE MACCLESFIELD 50 (hydroxyde de cuivre à 50 %)	1.67 kg/ha	833 gr Cu/ha	Préventif
CUPROXYDE MACCLESFIELD 50 (hydroxyde de cuivre à 50 %)	1.67 kg/ha	833 gr Cu/ha	Curatif
Bouillie Bordelaise « RSR » (sulfate de cuivre à 20 %)	4.17 kg/ha	833 gr Cu/ha	Préventif
Bouillie Bordelaise « RSR » (sulfate de cuivre à 20 %)	4.17 kg/ha	833 gr Cu/ha	Curatif
Bouillie Bordelaise « RSR » + AMINOFIT (biostimulant contenant 19 acides aminés)	2.08 kg/ha + 1.5 l/ha	417 gr Cu/ha	Préventif
AMINOCUIVRE (engrais foliaire à base de sulfate de cuivre 5 % et d'acides aminés)	3 l/ha	150 g/ha	Préventif
CUIVROL + For Mn 48 (engrais foliaire à base de sulfate de cuivre 18 % associé à des oligoéléments)	1.35 kg/ha + 3 l/ha	105 g/ha	Préventif

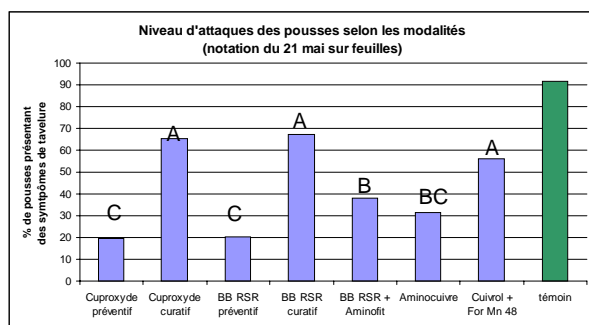
Tableau 2 : quantités de cuivre utilisées avec les modalités préventives (8 traitements)

Produit commercial	Quantité totale de cuivre sur la durée de l'essai
CUPROXYDE MACCLESFIELD 50	6664 gr Cu/ha
Bouillie bordelaise « RSR »	6664 gr Cu/ha
Bouillie bordelaise « RSR » + AMINOFIT	3336 gr Cu/ha
AMINOCUIVRE	1200 gr Cu/ha
CUIVROL + For Mn 48	840 gr Cu/ha

Tableau 3 : quantités de cuivre utilisées avec les modalités curatives (4 traitements)

Produit commercial	Quantité totale de cuivre sur la durée de l'essai
CUPROXYDE MACCLESFIELD 50	3332 gr Cu/ha
Bouillie bordelaise « RSR »	3332 gr Cu/ha

Graphe 1 : comptage sur feuilles du 21 mai



Graphe 2 : comptage sur fruits du 7 juillet

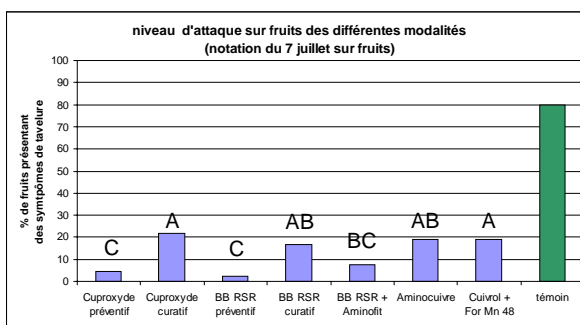
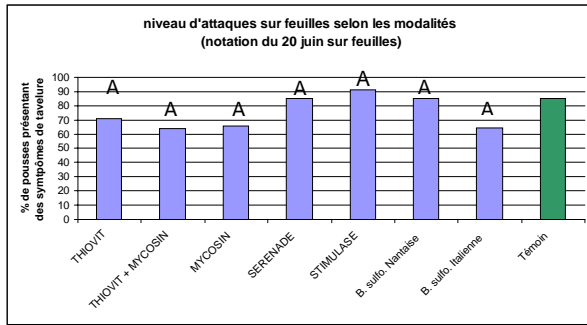


Tableau 3 : matières actives alternatives au cuivre utilisées

MODALITE	Nombre d'applications
THIOVIT (soufre micronisé à 80%) à 750 g/hl	14
THIOVIT (soufre à 80%) à 300 g/hl + MYCOSIN (poudre de roche + argiles) à 1000 gr/hl	14
MYCOSIN (poudre de roche + argiles) à 1000 gr/hl	14
SERENADE (préparation à base de Bacillus subtilis) à 2000 ml/hl	9
STIMULASE (stimulateur de défenses naturelles) à 0,5 l/hl	7
Bouillie sulfocalcique nantaise à 1.5 l/hl	7
Bouillie sulfocalcique Italienne à 1.5 l/hl	7

Graphe 3 : comptage sur feuilles du 20 juin



Graphe 4 : comptage sur fruits du 20 juin

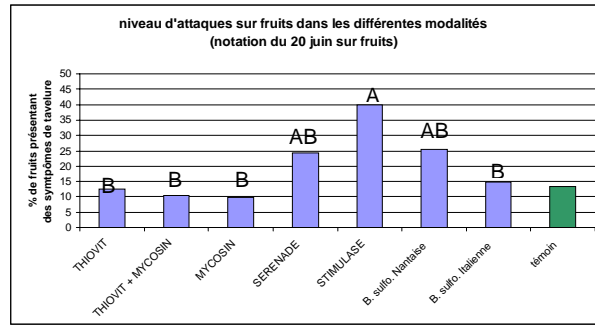
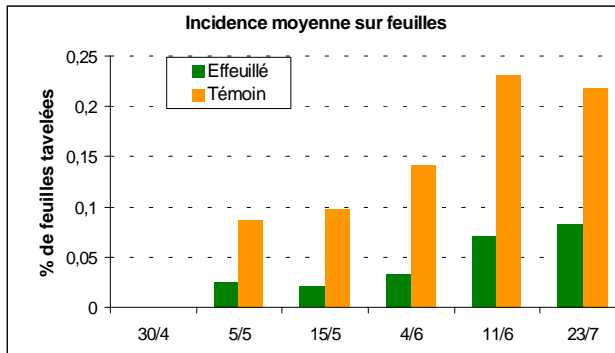


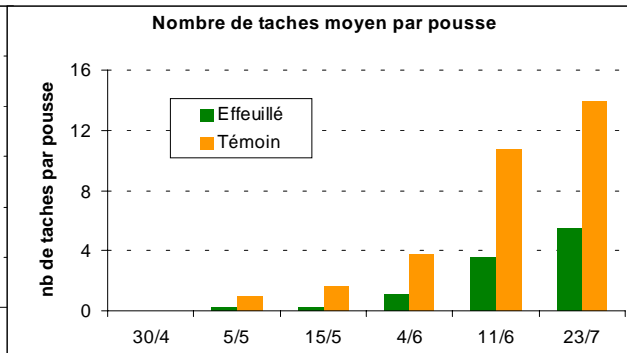
Tableau 4 : dispositif de l'essai « retrait des feuilles »

Zone "témoin"	Zone "effeuillée"
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Inter rang</u> : feuilles non retirées et non broyées. Pas de travail du sol. • <u>Rang</u> : non travaillé. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Inter rang</u> : feuilles retirées les 28 et 29/01/03 à l'aide d'une balayeuse à gazon Wiedenmann et broyées en dehors de la parcelle. • <u>Rang</u> : enfouissement des feuilles par buttage le 21/02/03 à l'aide d'une décaillonneuse à disques.
Protection tavelure classique identique sur les 2 modalités.	

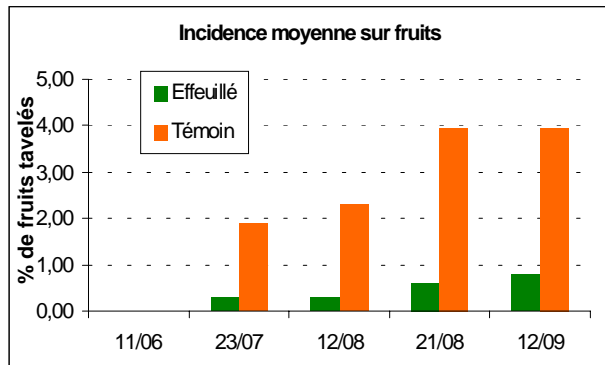
Graphe 5 : fréquence sur feuilles



Graphe 6 : intensité sur feuilles



Graphe 7 : fréquence sur fruits



Graphe 8 : intensité sur fruits

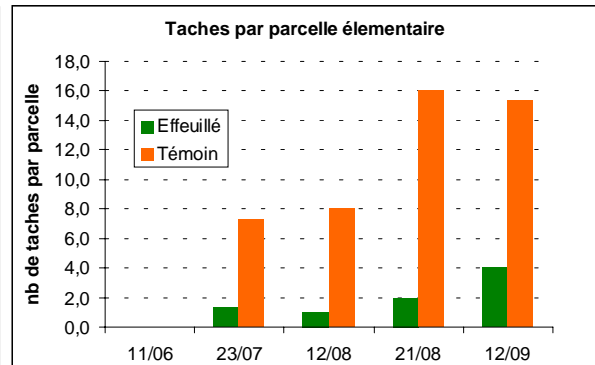
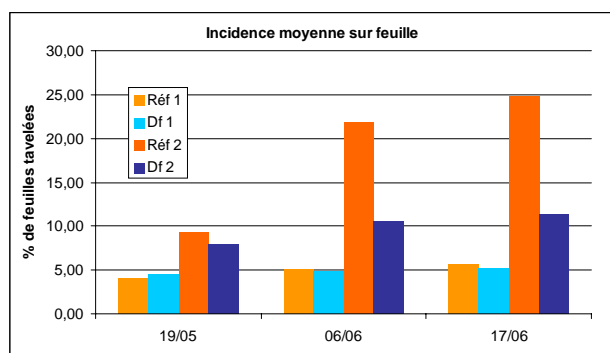


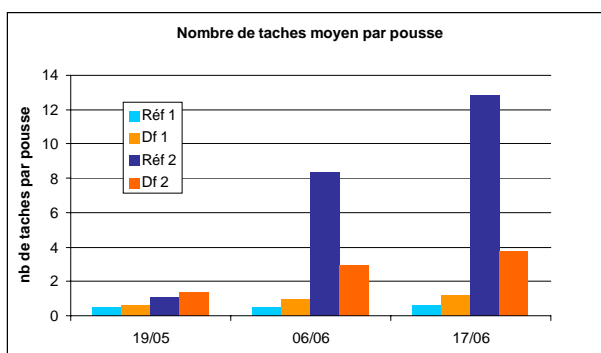
Tableau 5 : dispositif de l'essai « enfouissement des feuilles »

Modalité "Réf" : sol non travaillé	Modalité "Df" : sol travaillé
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Inter rang</u> : pas de travail du sol, enherbement maintenu. • <u>Rang</u> : pas de travail du sol jusqu'en avril. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Inter rang</u> : travail du sol au cover-crop après la fin totale de chute des feuilles, le 30/01/03. • <u>Rang</u> : débattage le 19/12/02 et buttage le 13/03/03, à l'aide d'une décavailleuse OMMAS afin d'enfourir les feuilles. • <u>Bordure et chemins longeant Df</u> : retrait des feuilles le 20/02/03.
Protection tavelure classique identique sur les 2 modalités.	

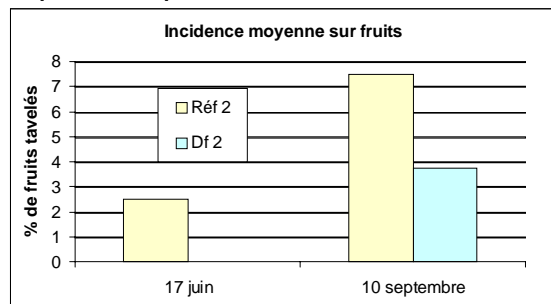
Graphe 9 : fréquence sur feuilles



Graphe 10 : intensité sur feuilles



Graphe 11 : fréquence sur fruits



Graphe 12 : intensité sur fruits

