

## ARBORICULTURE 2015

# EFFICACITE DE STRATEGIES ALTERNATIVES AU CUIVRE CONTRE LA TAVELURE DU POMMIER

Claude-Eric Parveaud, Johanna Brenner (GRAB), Antoine Stoffel (stagiaire GRAB)

### 1 - PROBLEMATIQUE

La tavelure causée par *Venturia inaequalis* est la principale maladie fongique en vergers de pommiers biologiques. Bien qu'il existe des variétés peu sensibles à la tavelure, de nombreuses variétés très sensibles sont cultivées en AB et en conventionnel étant donné leur fort intérêt commercial et leurs autres qualités agronomiques reconnues. Dans les vergers biologiques de pommier, la protection contre la tavelure est essentiellement basée sur l'utilisation de soufre et de cuivre, ce dernier ayant un impact environnemental négatif. Par ailleurs, dans un contexte général de diminution des intrants phytosanitaires, la recherche de produits alternatifs ayant un faible impact environnemental présente un enjeu partagé. Des nombreux travaux ont été réalisés sur ce sujet, citons notamment le projet européen Repco « Replacement of copper fungicide in organic production of grapevine and apple in Europe » de 2004 à 2007 durant lequel 128 produits alternatifs ont été testés. Ces quatre années d'étude soulignent l'intérêt de certains produits alternatifs au cuivre (Köhl J., 2008). Les efficacités des produits seuls restent toutefois faible (30% maximum) et la stabilité, persistance d'action et sensibilité au lessivage restent des points faibles. Le projet européen Cofree « Strategies to replace copper-based products as plant protection products in low input and organic farming systems » sur la période 2012-2015 porte sur le développement de stratégies pour remplacer le cuivre en protection des cultures dans des systèmes biologiques et à faible intrants.

### 2 - OBJECTIFS

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'efficacité et l'impact environnemental de produits alternatifs au cuivre en verger de pommiers biologiques. Cet essai a été réalisé dans une jeune plantation de pommier composée des variétés Golden et Fuji connues pour leur importante sensibilité à la tavelure.

### 3 - MATERIEL ET METHODE

#### 3.1 - Localisation et environnement

- La parcelle expérimentale est située sur le domaine de l'INRA de Gotheron sur la commune de St. Marcel-lès-Valence, dans la Drôme (26). L'environnement immédiat de la parcelle est constitué d'une haie et une jachère.

- Verger en première feuille

- Variétés Golden (variété très sensible à la tavelure) et Fuji (moyennement sensible). Le choix de ces deux variétés a été réalisé en fonction de critère de sensibilité et de leur origine génétique. En effet, l'efficacité des produits SDP dépend parfois de l'origine génétique du matériel végétal. Afin d'évaluer un éventuelle effet du génotype, deux variétés présentant une origine génétique contrastée ont été choisies.



- Nombre total d'arbres dans la parcelle : 60 arbres,
- Surface de la parcelle : 600m<sup>2</sup>,
- Rangs orientés est /ouest,
- Densité 2 x 5 m.

### 3.2 – Modalités et traitements expérimentaux

Trois modalités ont été mises en place sur les deux variétés :

- une référence « Ref » : il s'agit d'une conduite classiquement mise en œuvre dans les vergers de pommiers en AB et définit dans le cadre du projet avec l'ensemble des partenaires. La stratégie « Ref » inclue l'utilisation de cuivre.
- deux stratégies « SDP1 » et « SDP2 » : il s'agit de stratégies sans cuivre, basée sur une utilisation de deux produits éliciteurs testés séparément, et associé avec du polysulfure de calcium et du bicarbonate de potassium. La nature et le dosage des deux SDP testés sont confidentiels.

La référence « Ref » est basée sur l'utilisation :

- début de saison (avant floraison) : application de cuivre. Produit commercial utilisé : bouillie bordelaise RSR
- suite de la saison : si le risque de contamination est faible ou moyen : bicarbonate de potassium (produit commercial : Armicarb ; dose : 3,75kg/Ha) + soufre (produit commercial : Microthiol; dose : 4.5 mL/L) ; si le risque est fort : polysulfure de calcium (produit commercial Curatio ; dose : 12,5ml/L.

Nom	Ref	SDP1	SDP2	Ref	SDP1	SDP2
<b>Variété</b>	Golden			Fuji		
<b>Stratégies</b>	Référence AB	Sans cuivre et avec SDP 1 en p. primaire	Sans cuivre et avec SDP 2 en p. primaire	Référence AB	Sans cuivre et avec SDP 1 en p. primaire	Sans cuivre et avec SDP 2 en p. primaire
<b>Intérêts</b>	Témoin pour comparer l'efficacité des produits alternatifs	Tester l'efficacité de l'association des SDP avec produits classiques et homologués en AB		Témoin pour comparer l'efficacité des produits alternatifs	Tester l'efficacité de l'association des SDP avec produits classiques et homologués en AB	
16/04/2015	Bouillie bordelaise (12,5g/L)	SDP1	SDP2	Bouillie bordelaise (12,5g/L)	SDP1	SDP2
17/04/2015		Armicarb	Armicarb		Armicarb	Armicarb
23/04/2015	Bouillie bordelaise (6g/L)	SDP1	SDP2	Bouillie bordelaise (6g/L)	SDP1	SDP2
24/04/2015		BSC	BSC		BSC	BSC
28/04/2015	Bouillie bordelaise (6g/L)	Armicarb + Microthiol	Armicarb + Microthiol	Bouillie bordelaise (6g/L)	Armicarb + Microthiol	Armicarb + Microthiol
30/04/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
05/05/2015	BSC	BSC	BSC	BSC	BSC	BSC
07/05/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
12/05/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
18/05/2015	Armicarb + Microthiol	Armicarb + Microthiol + SDP1	Armicarb + Microthiol +SDP2	Armicarb + Microthiol	Armicarb + Microthiol + SDP1	Armicarb + Microthiol +SDP2
28/05/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
05/06/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
12/06/2015	Armicarb + Microthiol	Armicarb + Microthiol + SDP1	Armicarb + Microthiol +SDP2	Armicarb + Microthiol	Armicarb + Microthiol + SDP1	Armicarb + Microthiol +SDP2
15/06/2015	BSC	BSC	BSC	BSC	BSC	BSC
22/06/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2

01/07/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
09/07/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
23/07/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
03/08/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
10/08/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
25/08/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
03/09/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2
17/09/2015	BSC	BSC + SDP1	BSC + SDP2	BSC	BSC + SDP1	BSC + SDP2
24/09/2015		SDP1	SDP2		SDP1	SDP2

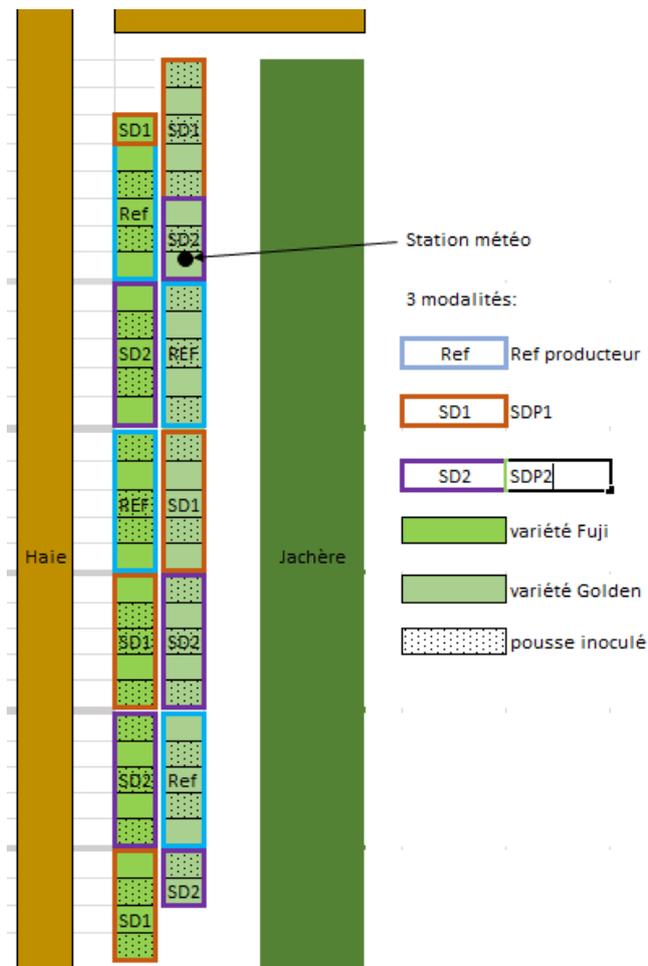
**Tableau 1** : Modalités testées et calendrier des applications des traitements phytosanitaires réalisées contre la tavelure.

- L'évaluation du niveau des risques de contamination par la tavelure a été réalisée avec le logiciel RIM Pro. Une station météorologique iMetos était placée dans la parcelle expérimentale.

- Les traitements ont été réalisés grâce à un pulvérisateur manuel.

### 3.3 - Dispositif expérimental

La parcelle est composée de deux rangs de pommiers. Tous les arbres d'une ligne sont de la même variété. Le dispositif est constitué de 2 blocs. Chaque bloc est constitué de trois parcelles élémentaires et une parcelle élémentaire est composée de 5 arbres, soit 2 variétés x 3 modalités x 2 blocs x 5 arbres. Suite un événement extérieur non prévu (contrainte lié à la présence souterraine de pipelines), une partie de la parcelle a dû être arrachée et replantée le 16/04/2016 (après le premier traitement). Il en résulte une réorganisation des parcelles élémentaires (figure 1). Les observations sont réalisées sur chacun des arbres.



**Figure 1** : Plan de la parcelle expérimentale

### **3.4 - Conduite de la parcelle expérimentale**

Toutes les pratiques culturales (entretien du sol, taille, fertilisation, irrigation, protection phytosanitaire hors tavelure) ont été réalisées de manière homogène sur l'ensemble de la parcelle.

### **3.5 Inoculation et brumisation**

Avant le débourrement. Des feuilles tavelées ont été ramassées en janvier 2015 dans un verger biologique présentant un fort inoculum. Les feuilles ont été étalées entre deux grilles métalliques puis déposées le 02/04/2015 sur la ligne de plantation. Durant la croissance des pousses. Deux pousses en croissances par arbre ont été inoculées et ensachées pendant la nuit du 16 au 17/07/2015. Les sachets plastiques ont été retirés le 17/07/2015 au matin et l'aspersion sur frondaison a été mise en place afin de faciliter le développement de la tavelure. Les arbres ont été irrigués par aspersion pendant 3 x 10 minutes à 11heures, 13h30 et 15h30 jusqu'au 31/07/2016, où le régime d'irrigation a été modifié à 3 x 15minutes sur les jours creux. L'aspersion a été maintenu jusqu'au 04/08/2015.

### **3.6 Notations des dégâts de tavelure**

- Les notations des dégâts sur feuille ont été réalisées les 8 et 9 juin, et le 14 et 16 octobre 2015 sur la totalité des feuilles des arbres. La fréquence et l'intensité d'attaque sur feuille ont été calculées. La fréquence correspond au pourcentage de feuilles avec au moins un symptôme de tavelure. L'intensité correspond au nombre de taches de tavelure par feuille.

- Etant donné le très faible nombre de fruits (arbre en première feuille), aucune notation n'a été réalisée sur fruit. Les fruits ont été supprimés au stage G afin d'éviter une hétérogénéité au sein de la parcelle.

### **3.6- Notation de l'impact non-intentionnels des produits alternatifs sur la faune auxiliaire**

- Cinq bandes-pièges cartonnées (dimension : 26 x 10 cm) ont été posées sur cinq arbres par bloc. Les bandes-pièges cartonnées ont été placés dans le verger du 03 août au 11 août 2015. L'effectif total et les densités absolues des groupes les plus abondants (forficules, araignées, hyménoptères et collemboles) et des auxiliaires ainsi que leur proportion ont été comparés.

- La densité d'acariens phytoséiides a été évalué avant et après traitement phytosanitaire a deux reprises : 3 (avant) et 4 (après) août ; 10 (avant) et 11 (après) août 2015. 20 feuilles par modalité ont été échantillonnées sur chacune des deux variétés. Les acariens phytoséiides ont été dénombrés à la loupe binoculaire sur la face inférieure des feuilles.

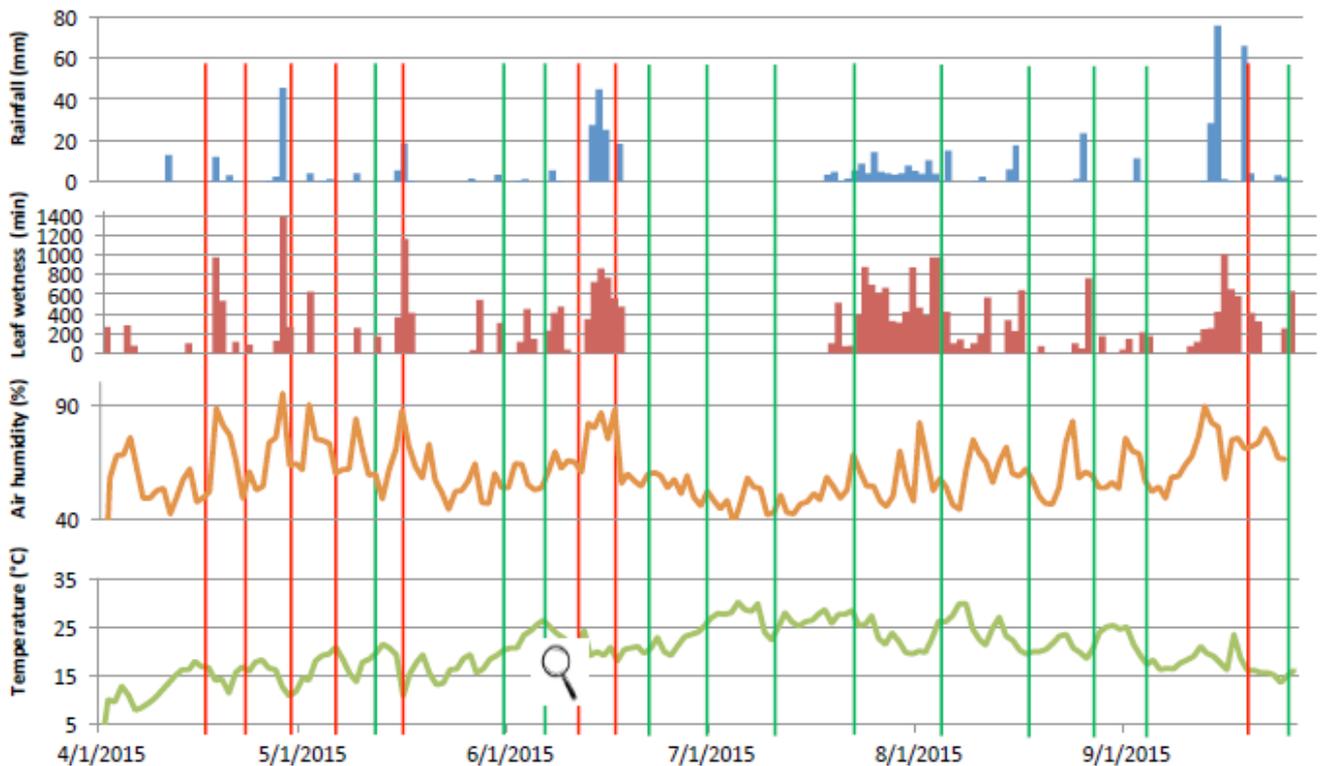
### **3.7- Analyse statistique**

Les analyses statistiques sont basées sur les procédures classiques d'analyse de variance. La comparaison des moyennes est réalisée à l'aide du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

## 4 - RESULTATS

### 4.1 - Conditions climatiques et risques de contamination tavelure

Les conditions climatiques entre avril et juillet ont été très défavorables au développement de la tavelure dans le verger. Le démarrage de la croissance a été assez tardif. Au 21/04, Fuji était au stade E2 et Gala était au stade F/F2. Les conditions en mai, juin et juillet ont été très chaudes et sèches (figure 1). Les premières taches de tavelure ont été observées uniquement le 1<sup>er</sup> juin 2015 et sont restés très marginales jusqu'au début du mois d'août.



**Figure 1** : Précipitation (mm), durée d'humectation foliaire (en minute), humidité de l'air (%) et température (°C) enregistrés sur la parcelle expérimentale (station iMetos). Les données sont journalières. Humectation foliaire représenté est le temps total d'humectation journalier (1 j = 1600 min). Trait rouge : application d'un traitement phytosanitaire (Cu ou BSC ou Armicarb) + SDN. Trait vert : application de SDP uniquement. La loupe indique les dates de notations des dégâts.

Des risques de contaminations élevés ont été observés à partir de mi-avril (figure 2). Une succession de risques élevés (contamination secondaire) ont été observés en août (figure 3).

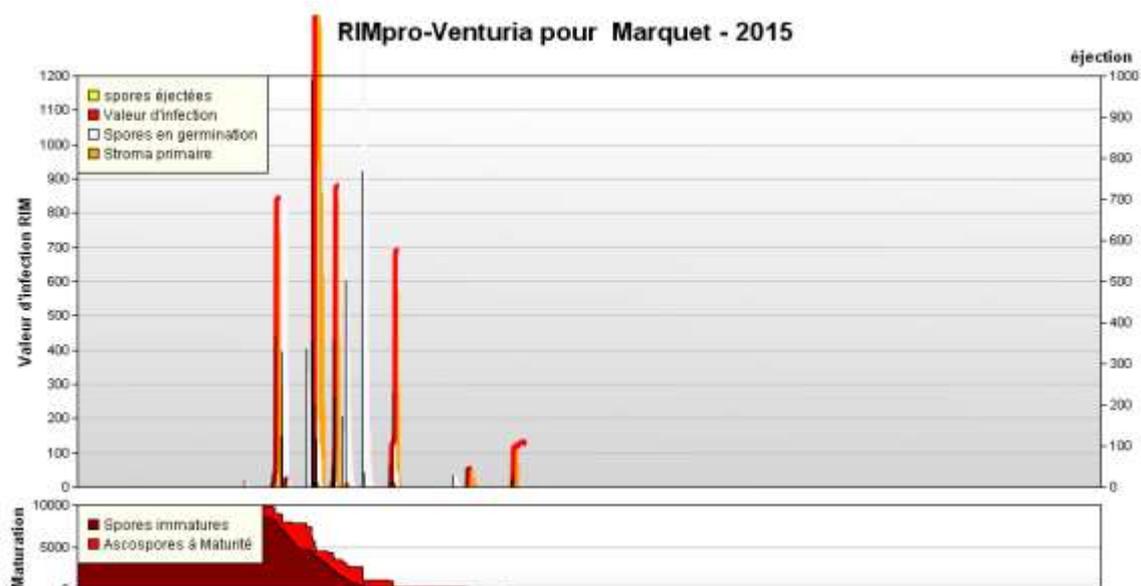


Figure 2 : Evaluation des risques de contamination primaire de tavelure grâce au modèle RIM Pro.

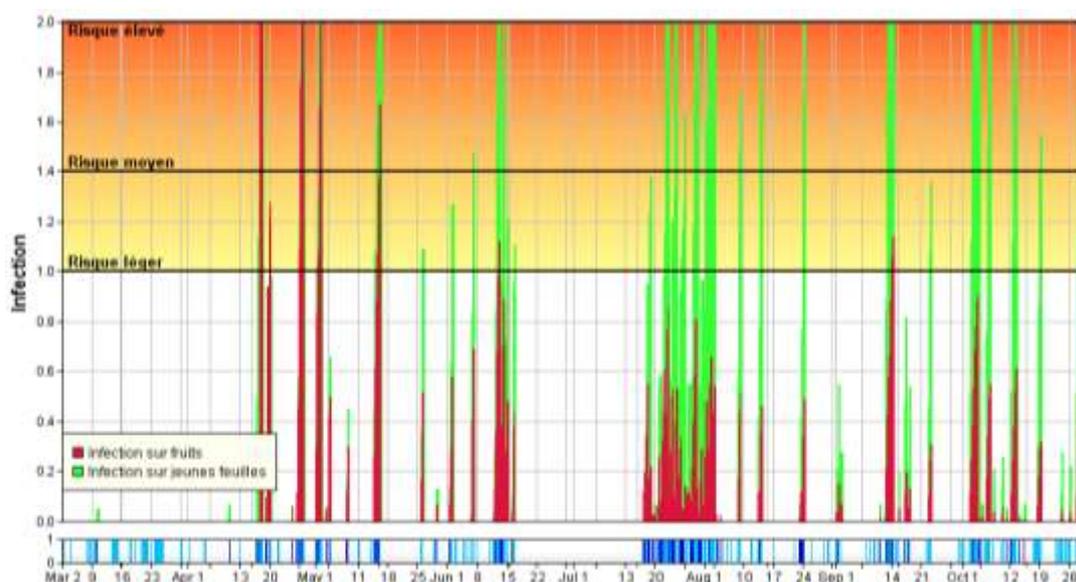
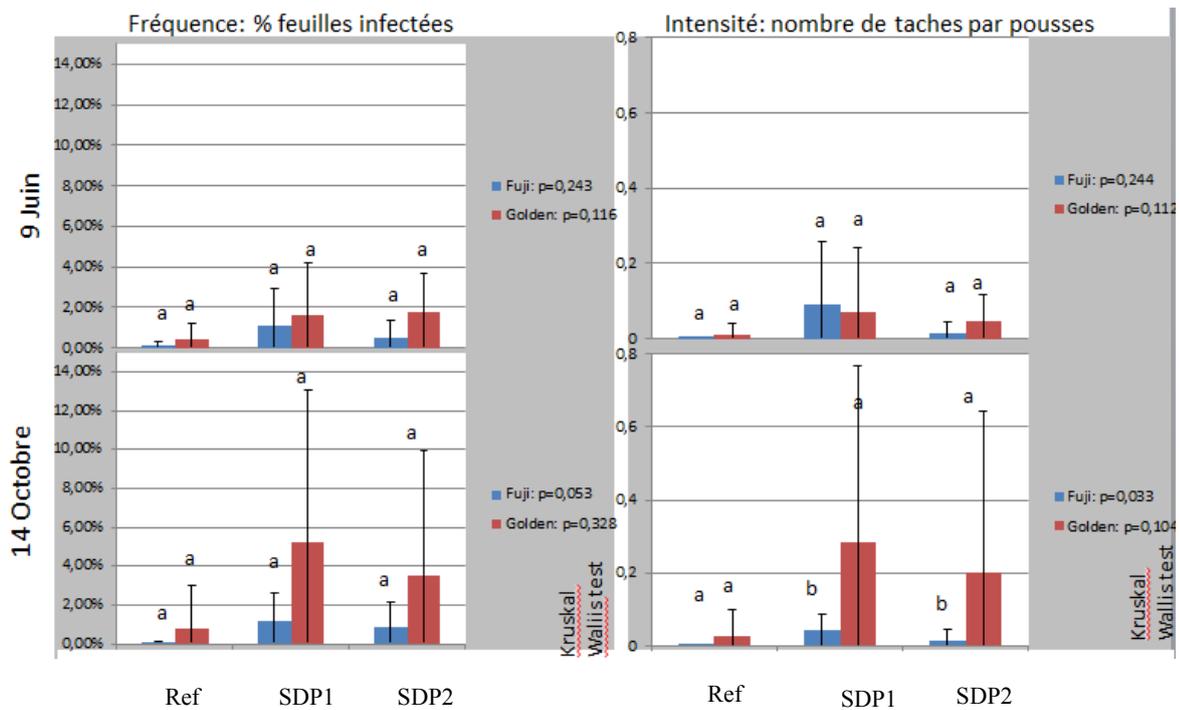


Figure 3 : Evaluation des risques de contamination secondaires de tavelure grâce au modèle RIM Pro.

#### 4.2 – Intérêts des deux stratégies alternatives testées

Malgré des risques de contamination d'un niveau grave estimé par RIM Pro, le niveau de dégâts de tavelure était très faible : 0,4 et 0,8% de feuilles tavelés sur la modalité référence le 9 juin et 14 octobre (figure 4). Pour la variété Golden, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les 3 modalités aux deux dates d'observation. Pour la variété Fuji, le 14 octobre, une différence significative ( $p < 0.05$ ) de l'intensité des dégâts a été mise en évidence entre les 3 modalités; ce n'est pas le cas de la fréquence ( $p = 0.053$ ) malgré une p-value très proche du seuil. La valeur agronomique de ce résultat reste toutefois à relativiser car les niveaux de pression sont très faibles, parfois quasi nul (dans le cas de référence), ce qui rend l'évaluation de l'efficacité peu fiable.

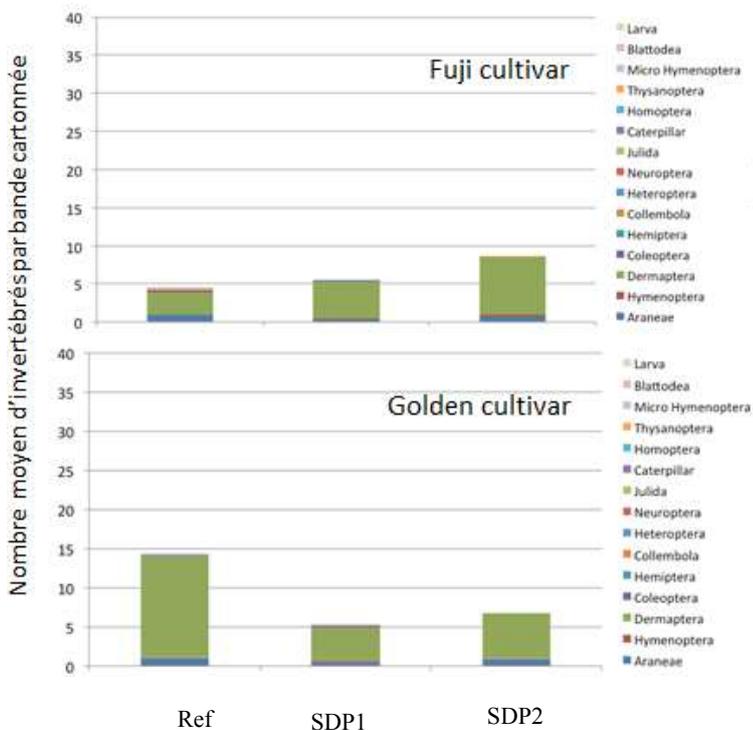
La fréquence et intensité des dégâts de tavelure observées sur les modalités SDP1 et SDP2 sur la variété Golden sont supérieures à ceux observés sur la variété Fuji. Ce résultat confirme la plus forte sensibilité à la tavelure de la variété Golden par rapport à Fuji. A la première notation, aucune différence significative n'a été observée (figure 4).



**Figure 4** : Fréquence (gauche) et intensité (droite) des dégâts de tavelure observées le 9 juin et 14 octobre 2015 sur les variétés Fuji et Golden.

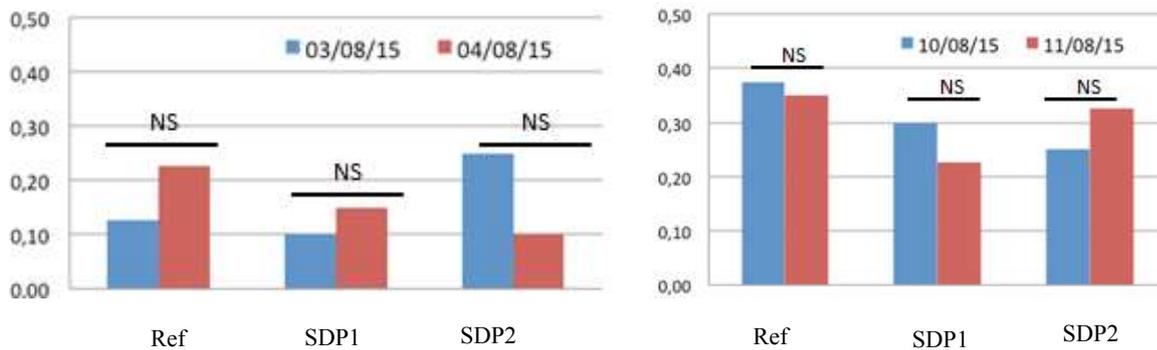
#### 4.4 - Résultats des prélèvements de faune auxiliaire

Les échantillonnages d'invertébrés étaient largement dominés par la présence de forficules, quelque soit les modalités (figure 5). Les effectifs d'autres groupes d'insectes étaient très faibles. L'interprétation des données est délicate du fait du déséquilibre de répartition par ordre et du dispositif expérimental (proximité des modalités).



**Figure 5** : Nombre moyen d'arthropodes piégés dans les bandes-pièges cartonnées pour la variété Fuji et Golden.

Aucun effet significatif des traitements des trois modalités testés n'a été mis en évidence les 3/4 août et 10/11 août 2015 (figure 6).



**Figure 6 :** Nombre moyen d'acariens phytoséiides par feuille observé avant (bleu) et après (rouge) traitement les 3/4 août (gauche) et 10/11 août 2015 (droite) sur les trois modalités.

## 5 - CONCLUSION

L'essai mené en 2015 permet de mettre en évidence les éléments suivants :

- Les conditions climatiques chaudes et sèches ont été défavorables au développement de la tavelure d'avril à juillet. Des risques de contamination grave ont toutefois été estimés par le modèle RIM Pro. Les hypothèses pour expliquer un très faible développement de la tavelure malgré une prévision de risques de contamination conséquents sont (1) la présence d'un inoculum initial limité et (2) la protection optimale des périodes à risque par des traitements phytosanitaires.
- Les températures étaient trop élevées et l'humidité de l'air trop sèche pendant la période d'inoculation pour permettre l'installation de la tavelure dans la parcelle expérimentale.
- Dans ces conditions de très faible pression (< 1% de dégâts), il n'est pas possible de conclure sur l'efficacité des stratégies testées.
- Les stratégies testées n'ont pas d'effets non-intentionnels sur les populations d'acariens phytoséiides.

## 5 – REMERCIEMENTS

Le projet européen CO-FREE a reçu un financement de l'Union Européenne dans le cadre du programme FP7 pour la Recherche, le développement technologique et la démonstration sous le numéro N°289497. *This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 289497.*

Les auteurs remercient l'UERI de l'INRA de Gotheron pour la mise à disposition d'une parcelle expérimentale, ainsi que pour l'aide apportée pour l'implantation et la maintenance de l'essai.