

Limitation du développement de la tavelure sur pommiers (*Venturia inaequalis*) : Test de SDP

1/ PROBLEMATIQUE

Dans l'optique d'optimiser les stratégies de protection du verger bio contre la tavelure, la réduction de doses des cuivre appliquées par hectare et par an reste une priorité.

En laboratoire, sous conditions contrôlées, certains stimulateurs de défense des plantes (SDP) permettent une protection significative des plants vis-à-vis de la tavelure.

Des produits commercialisés revendiquent une action SDP sans avoir démontré une efficacité au champ.

Dans le cadre du projet CasDar « PEPS », plusieurs SDP sont évalués en laboratoire pour vérifier leur réelle action de stimulation et les « meilleurs » du screening sont testés sur plusieurs variétés de pommiers en pots et également en vergers. Le GRAB, partenaire de ce projet, s'inscrit dans le travail d'évaluation de deux SDP sur variétés de pommiers en pots. Le projet en 2017 entre dans sa troisième et dernière année.

2/ OBJECTIF

Cette année va permettre de consolider les résultats obtenus en 2016.

3 objectifs sont visés :

- Evaluer si les SDP peuvent avoir une stimulation de défense contre la tavelure, différente selon la variété : **essai 1**
- Evaluer la persistance d'action des SDP dans la plante : **essai 2**
- Evaluer si des produits phytosanitaires utilisés en verger de pommiers bios peuvent avoir une interaction sur les SDP : **essai 3**.

Les plants des trois essais sont placés sous ombrière pour un meilleur confort des arbres en comparaison à des arbres en pots sous tunnel plastique face à la chaleur estivale.

3/ ESSA I N°1 : EFFET VARIETAL

3.1/ lieu et matériel végétal

L'essai est réalisé sur 4 variétés :

- GOLDEN DELICIOUS (PG : M9), sensible à la tavelure.
- GRANNY SMITH (PG : Pajam 1)
- GALA : GALA STAR cov (PG : Pajam2)
- BRAEBURN : BRAESUN® Braecest cov (PG : M9)

Les plants sont achetés en 2017, sauf Braesun dont les plants ont été récupérés de l'essai 2016 faute de disponibilité chez les pépiniéristes.

3.2/ Modalités

4 modalités sont comparées, sur chacune des quatre variétés :

- ✓ Témoin non traité : **Témoin**
- ✓ Référence cuivre (0.2 kg Cu métal/ha avec mouillage à 1000 l/ha) : **Ref**
- ✓ Engrais « Kendal » : **Kendal**
- ✓ Bicarbonate de potassium formulé « Armicarb » : **Armicarb**
- ✓ Bicarbonate de potassium alimentaire : **Bic de K**

Application des traitements, selon les modalités concernées :

- à J0 : application de Armicarb, Kendal, Bic de K, Ref (préventif) ; le 14/04/17
- à J+7 : application de Armicarb, Kendal, Bic de K ; le 21/04/17
- à J10 : inoculation de la tavelure ; le 24/04/17
- à J10 + 2h : application du cuivre (effet stop) ; le 24/04/17

	Concentration indiquée et quantité d'eau à l'hectare appliquée	dosage
Armicarb	5kg /ha : 5kg/ha/400 L	12.5 g/l
Kendal	3 L/ ha/ 400 L	7.5 ml/l
Cuivre « ChamfloAmpli »	1.4 L/ha/600 L (bouillie à 600 L pour effet stop)	2.3 ml/l
Bic de K	7 kg/ ha /1000 L	7g/l

3.3/ Dispositif expérimental et observations

Essai en bloc à 4 répétitions pour les variétés Gala, Granny.

Essai en bloc à 5 répétitions pour la variété Golden.

Essai en bloc à 3 répétitions pour la variété Braesun (le nombre de plants récupérés de l'essai 2016 étant insuffisant pour réaliser 4 répétitions)

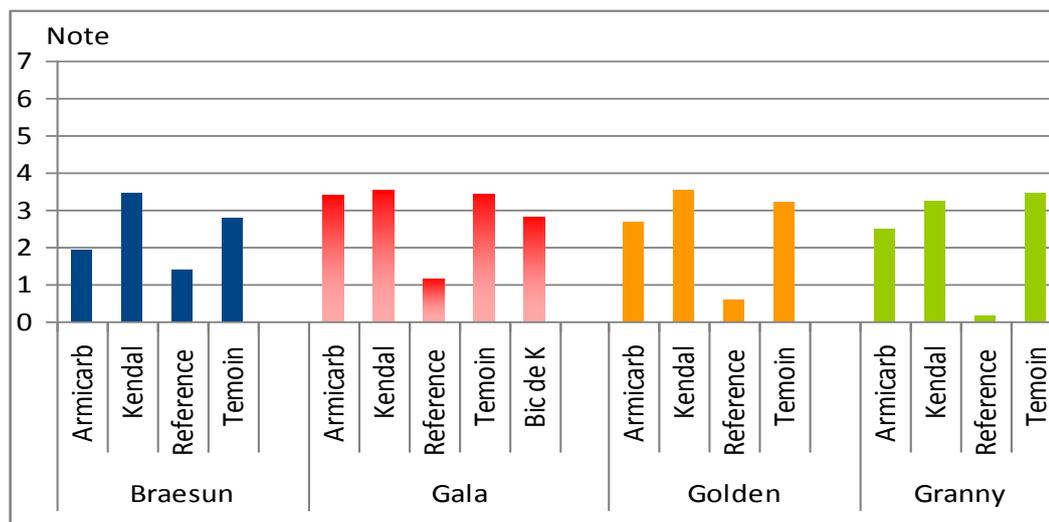
Les observations ont consisté à relever :

- la fréquence de feuilles tavelées : nombre de feuilles observées et nombre de feuilles tavelées (en %)
- l'intensité d'attaque de tavelure sur chaque feuille tavelée selon la grille ci-contre :

Intensité de l'attaque (% de la surface foliaire touchée)	
0	pas de symptômes
1	moins de 1%
2	de 1% à 5%
3	de 5% à 10%
4	de 10% à 25%
5	de 25% à 50%
6	de 50% à 75%
7	de 75% à 100%

3.4/ Résultats 2017 :

L'intensité



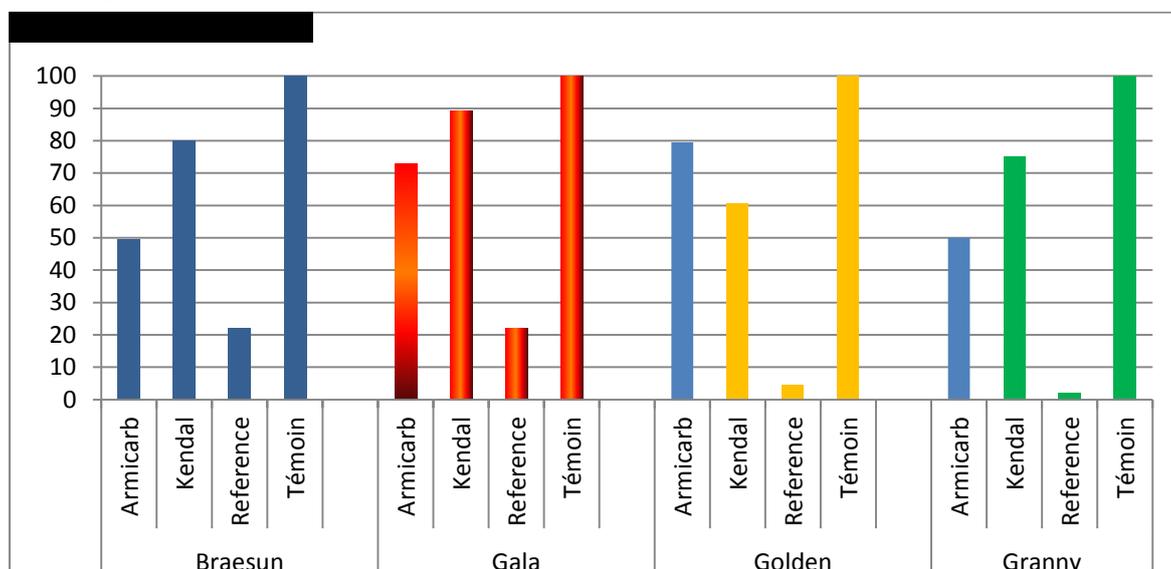
Graph 1 : Intensité d'attaque de la tavelure sur feuilles

Rappel : note 1 : < 1% de la surface foliaire attaquée ; note 2 = de 1 à 5% ; note 3 : de 5 à 10% ; note 4 : de 10 à 25%

L'intensité d'attaque sur les feuilles globalement est moyenne à faible, ne dépassant pas les 25% de surface foliaire attaquée.

Elle reste assez proche entre les quatre variétés, selon les traitements. Les modalités Armicarb, Kendal et témoin non traité ont des feuilles tavelées avec une surface foliaire touchée proche de la note 3 (entre 5 et 10% de la surface attaquée), sauf pour la modalité Armicarb sur Braesun où l'intensité est inférieure à 2 (moins de 5% de surface attaquée). Les modalités référence de chaque variété sont très proches de la note 1 (moins de 1% de surface foliaire attaquée).

La fréquence d'attaque :



Graph 2 : Comparaison des pourcentages de feuilles avec tavelure pour les variétés Braesun, Gala, Golden et Granny, pour des données ramenées à une base de 100 pour les témoins respectifs.

Pour les quatre variétés, les deux SDP globalement ont un effet limitant sur le développement de tavelure sur feuilles. Pour les variétés Braesun, Gala et Granny, l'Armicarb permet une meilleure stimulation de la plante par rapport au Kendal. Pour Golden c'est l'inverse, le Kendal permet de limiter davantage le développement de tavelure comparé à l'Armicarb.

Le bicarbonate de potassium, testé uniquement sur la variété Gala, semble mieux stimuler la plante que les deux autres SDP testés.

La référence cuivre reste la meilleure protection des plants vis-à-vis de la tavelure. Les deux SDP testés ne limitent pas aussi bien le développement du champignon.

variété	Modalités	amélioration par rapport au témoin (% de feuilles tavelées en moins)
Braesun	Armicar b	50,51
	Kendal	20,01
	Referenc e	77,94
Gala	Armicar b	27,01
	Kendal	10,90
	Referenc e	78,03
	Bic de K	46,86
Golden	Armicar b	20,49
	Kendal	39,58
	Referenc e	95,53
Granny	Armicar b	50,05
	Kendal	25,08
	Referenc e	97,87

L'Armicarb sur Braesun et sur Granny permet de limiter de 50% le pourcentage de feuilles tavelées par rapport au témoin non traité. C'est la limitation d'attaque la plus importante obtenue dans cet essai entre les deux SDP. L'Armicarb sur Gala limite les attaques de 27% par rapport au témoin et serait plus efficace que le Kendal.

Le Kendal sur Golden semble préférable à l'Armicarb et permet de limiter de 40% les dégâts sur feuilles.

4/ESSAI N°2 : PERSISTANCE D'ACTION

L'objectif vise à vérifier si l'induction des défenses s'exprime dans les organes néoformés.

4.1/ Lieu et matériel végétal

Variété : Gala / Pajam2

Ces scions de 1 an (achetés en 2017) reçus racines nues, sont repotés dès réception.

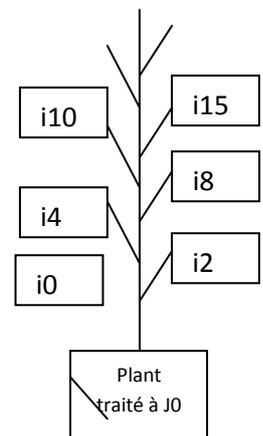
4.2/ Dispositif expérimental

24 Modalités :

- Pulvérisation du SDP Kendal à J0 et inoculation de tavelure à J0 (J0)
- Pulvérisation du SDP Kendal à J0 et inoculation de tavelure 2 jours après (J+2)
- Pulvérisation du SDP Kendal à J0 et inoculation de tavelure 4 jours après (J+4)
- Pulvérisation du SDP Kendal à J0 et inoculation de tavelure 8 jours après (J+8)
- Pulvérisation du SDP Kendal à J0 et inoculation de tavelure 10 jours après (J+10)
- Pulvérisation du SDP Kendal à J0 et inoculation de tavelure 15 jours après (J+15)
- Pulvérisation du SDP Armicarb à J0 et inoculation de tavelure à J0 (J0)
- Pulvérisation du SDP Armicarb à J0 et inoculation de tavelure 2 jours après (J+2)
- Pulvérisation du SDP Armicarb à J0 et inoculation de tavelure 4 jours après (J+4)
- Pulvérisation du SDP Armicarb à J0 et inoculation de tavelure 8 jours après (J+8)
- Pulvérisation du SDP Armicarb à J0 et inoculation de tavelure 10 jours après (J+10)
- Pulvérisation du SDP Armicarb à J0 et inoculation de tavelure 15 jours après (J+15)
- Pulvérisation du Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation de tavelure à J0 (J0)
- Pulvérisation du Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation de tavelure 2 jours après (J+2)
- Pulvérisation du Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation de tavelure 4 jours après (J+4)
- Pulvérisation du Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation de tavelure 8 jours après (J+8)
- Pulvérisation du Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation de tavelure 10 jours après (J+10)
- Pulvérisation du Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation de tavelure 15 jours après (J+15)
- **Témoin : inoculation à J0**
- **Témoin : inoculation à J+2**
- **Témoin : inoculation à J+4**
- **Témoin : inoculation à J+8**
- **Témoin : inoculation à J+10**
- **Témoin : inoculation à J+15**

Essai en bloc avec 5 répétitions par modalité.

Un ensemble de 20 plants permettent de réaliser cet essai en répartissant sur les rameaux les inoculations à J0 (i0), à J+2 (i2), à J+4 (i4), à J+8 (i8), à J+10 (i10) et à J+15 (i15), comme illustré sur le schéma. Les rameaux sont marqués par des ficelles de couleurs différentes et placées sous la 5^{ème} feuille étalée de chaque rameau.



4.3/ Calendrier de réalisation

Date	Action	Conditions d'hygrométrie
24/04/17	J0 : traitement des SDP (Kendal, Armicarb, Bic de K) à 10h J0 : inoculation de tavelure sur rameaux i0	Brumisation dès inoculation ; durée 48h
26/04/17	J+2 : inoculation de tavelure sur rameaux i2	Attention la brumisation n'a été enclenchée que 2h après inoculation ; durée 48h
28/04/17	J+4 : inoculation de tavelure sur rameaux i4	Brumisation dès inoculation ; durée 48h
02/05/17	J+8 : inoculation de tavelure sur rameaux i8	Brumisation dès inoculation ; durée 48h
04/05/17	J+10 : inoculation de tavelure sur rameaux i10	Brumisation dès inoculation ; durée 48h
09/05/17	J+15 : inoculation de tavelure sur rameaux i15	Brumisation dès inoculation ; durée 48h
04/07/17	observation	

Dosages :

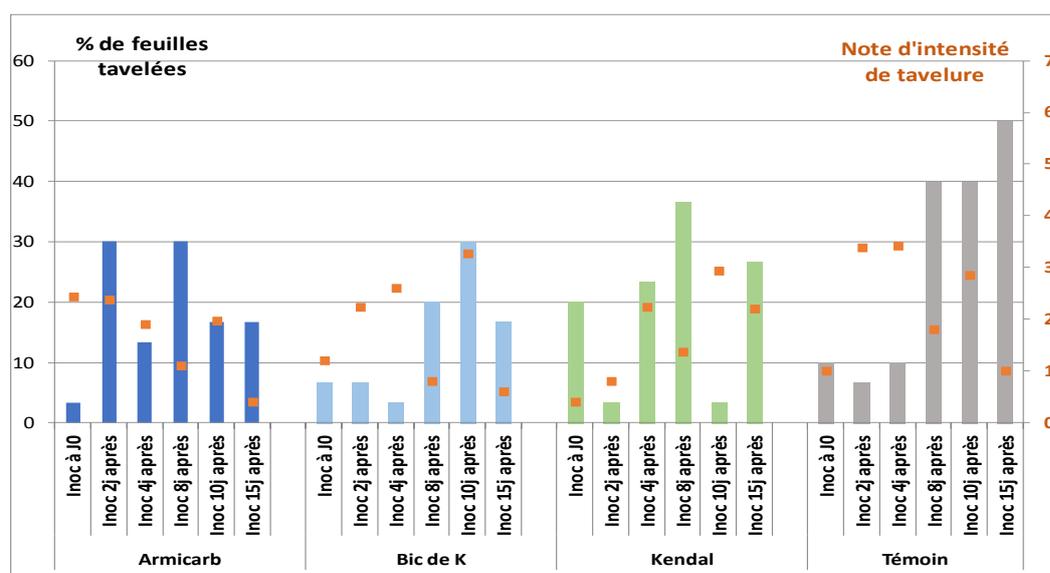
Produits	Concentration indiquée et quantité d'eau à l'hectare appliquée	Par litre
Armicarb	5kg /ha : 5kg/ha/400 L	12.5 g/L
Kendal	3 L/ ha/ 400 L	7.5 ml/ L
Bicarbonate de potassium	7 kg/ ha /1000 L	7 g / L

Comptage :

Le comptage consiste à dénombrer le nombre de feuilles tavelées, avec au moins une tache par feuille, sur les feuilles de chaque rameau marqué : sur les 5 feuilles formées le jour de l'inoculation et sur feuilles néoformées.

4.4/ Résultats

Les inoculations sont réalisées à partir d'un même lot de feuilles tavelées, avec une même concentration de spores et sous les mêmes conditions de brumisation, sauf pour les inoculations i2 où un retard de 2h a été observé avant le déclenchement de la brumisation. Seule la température a varié entre les différentes périodes d'inoculation (i0, i2, i4, i8, i10 et i15) et pourtant la contamination n'est pas homogène entre les dates d'inoculation sur les témoins. Les inoculations à J0, à J+2 et à J+4 sont peu contaminantes. Une observation des inoculations à J+8, J+10 et J+15 semble être plus pertinente.

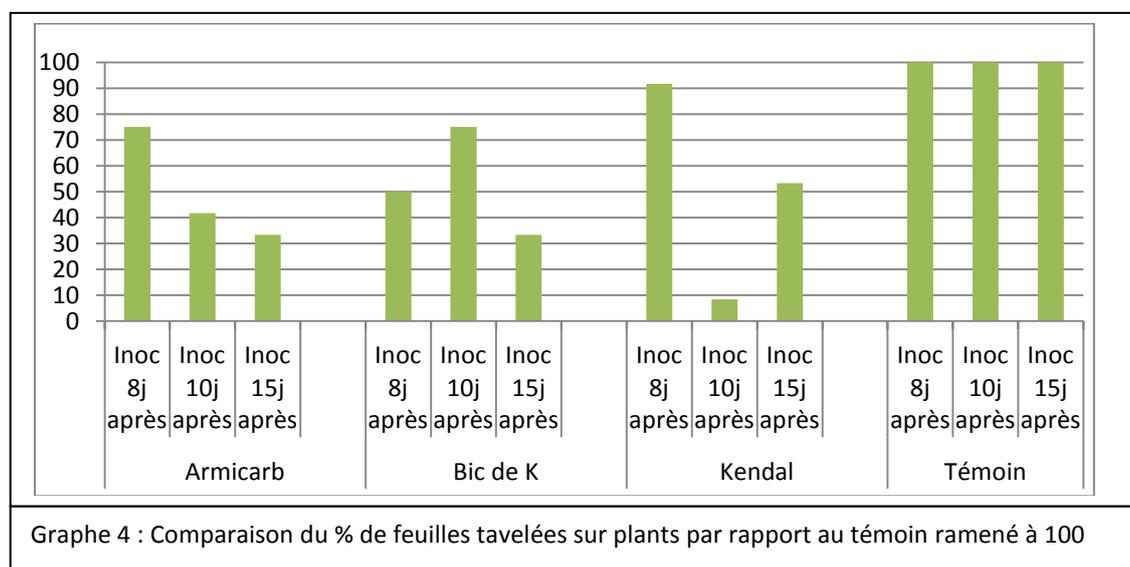


Le 1 jours, 10 jours ou 15 jours après application du SDP.
infé

, étant
ine

semble pas pertinente. Pour les trois dernières dates d'inoculation, le pourcentage de feuilles tavelées sur plants témoins étant de 40 à 50%, l'analyse des données sera recevable.

Analyse des trois dernières dates d'inoculation (à J+8, J+10 et J+15)



Pour les inoculations réalisées 8 jours, 10 jours et 15 jours après les SDP, ces derniers permettent bien de limiter le nombre de feuilles tavelées par plant par rapport au témoin.

Pour ces trois dates d'inoculations, on constate :

- pour l'Armicarb : une diminution du pourcentage de feuilles tavelées traduisant un effet croissant avec le temps de la stimulation de ce SDP,
- pour le bicarbonate de potassium : une stimulation aléatoire (entre 25 et 66% de feuilles tavelées en moins par rapport au témoin)
- pour le Kendal : une stimulation très aléatoire (entre 8 et 91% de feuilles tavelées en moins par rapport au témoin).

En 2016, l'Armicarb avait permis de limiter le développement de la tavelure avec un effet qui s'atténuait au cours du temps, dans un essai où le témoin avait un pourcentage de feuilles atteintes proche de 20%. Ces deux résultats de persistance d'action de l'Armicarb entre 2016 et 2017 sont donc contradictoires.

Dans ce même essai de 2016 avec des témoins avec 20% de feuilles tavelées, le Kendal permettait de maintenir une stimulation assez constante, proche de 90%. La persistance d'action qui semblait apparaître, n'est pas confirmée cette année.

5/ ESSAI N°3 : INTERACTIONS AVEC D'AUTRES INTRANTS

L'objectif est de vérifier si les intrants appliqués sur pommiers pour limiter certains bioagresseurs, influencent l'effet de l'Armicarb.

5.1/ lieu et matériel végétal

Variété : Gala / Pajam2

Ces scions de 1 an (achetés en 2017) reçus racines nues, sont rempotés dès réception.

5.2/ Dispositif expérimental

Parmi les intrants utilisés en verger bio, 4 insecticides : Spinosad « Success 4® », neem « Neem Azal® », pyrèthre « Pyrevert® » et Virus de la Granulose « Evo 2 », sont mélangés aux SDP : Armicarb, Kendal ou Bicarbonate de potassium, pour observer leur interaction sur la stimulation de ces derniers.

17 modalités :

- T : Témoin non traité + inoculation à J2
- Ref Cu (Référence Cuivre) : inoculation à J2 puis application en stop de Champ Flo Ampli, 2h après
- A : Armicarb® à J0+ inoculation à J2
- P+A : Pyrévert® + Armicarb à J0 et inoculation à J2
- Ss + A : Success4® + Armicarb à J0 et inoculation à J2
- N + A : Neem Azal® + Armicarb à J0 et inoculation à J2
- E + A : Evo2 + Armicarb à J0 et inoculation à J2
- K : Kendal à J0 + inoculation à J2
- P+K : Pyrévert® + Kendal à J0 et inoculation à J2
- Ss + K : Success4® + Kendal à J0 et inoculation à J2
- N + K : Neem Azal® + Kendal à J0 et inoculation à J2
- E + K : Evo2 + Kendal à J0 et inoculation à J2
- Bic de K : Bicarbonate de potassium à J0 + inoculation à J2
- P + Bic de K : Pyrévert® + Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation à J2
- Ss + Bic de K : Success4® + Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation à J2
- N + Bic de K : Neem Azal® + Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation à J2
- E + Bic de K : Evo2 + Bicarbonate de potassium à J0 et inoculation à J2

L'essai est en bloc avec 4 répétitions par modalité.

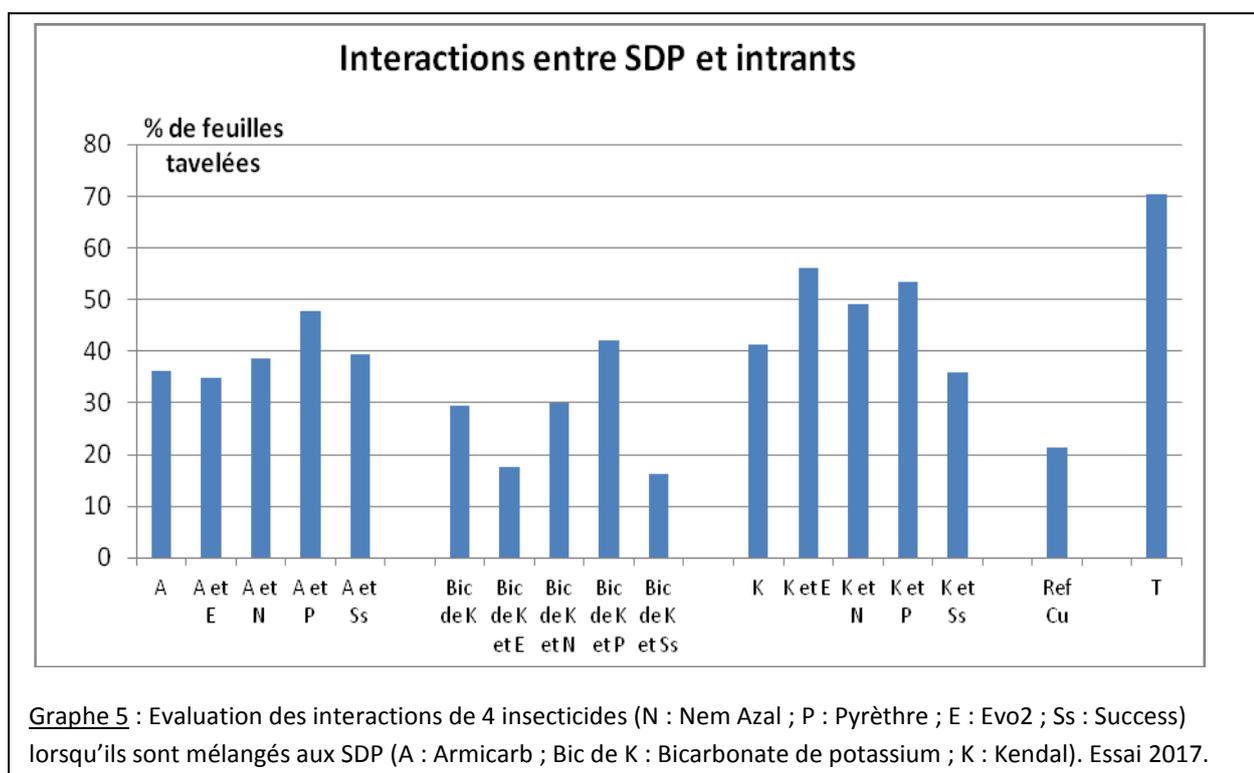
5.3/ Calendrier de traitement et dosages

Dates	Actions	
26/04/17	Traitement des SDP et des intrants	
27/04/17	Traitement cuivre sur Ref Cu à J+1	
28/04/17	Inoculation tavelure sur tous les plants	Brumisation pendant 48h

Dosages

Produits	Concentration indiquée et quantité d'eau à l'hectare appliquée	Par litre
Armicarb	5kg /ha : 5kg/ha/400 L	12.5 g/L
Kendal	3 L/ ha/ 400 L	7.5 ml/ L
Bicarbonate de potassium	7 kg/ ha /1000 L	7 g / L
Pyrèthre	0.15 L/ hl : 0.15 L/hl /1000 L (recommandé en bio)	1.5 ml/ L
Neem Azal	0.2% : 2 L/1000 L	2 ml /L
Success4	0.20 L/ha : 0.20 L/ha/1000 L (recommandé en bio)	0.2 ml /L
Evo2	1 L/ha/1000 L	1 ml/L
Champ Flo Ampli	1.4 L/ha/600 L (bouillie à 600 L pour effet stop)	2.3 ml/L

5.4/ Résultats



Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
T	70,854	A		
K et E	54,854	A	B	
K et P	53,090	A	B	
K et N	48,998	A	B	
A et P	48,942	A	B	
Bic de K et P	41,992		B	C
K	41,356		B	C
A et N	40,046		B	C
A et Ss	39,779		B	C
K et Ss	37,228		B	C
A	34,851		B	C
A et E	34,733		B	C
Bic de K et N	30,088		B	C
Ref Cu	21,158			C
Bic de K et E	17,700			C
Bic de K et Ss	16,415			C

Comme en 2016, on constate que la stimulation des défenses de la plante par application d'Armicarb, est affaiblie lorsque celui-ci est mélangé au Neem, au Pyrèthre et au Success.

Evo 2 ne semble pas perturber le fonctionnement de l'Armicarb alors qu'il avait limiter son effet dans l'essai de 2016.

Le Kendal a un effet amoindri lorsqu'il est mélangé à Evo 2, au Pyrèthre et au Neem.

Le success semble pouvoir être mélangé au Kendal sans que la stimulation ne soit affaiblie.

Le Kendal n'avait pas été testé en 2016.

Le bicarbonate de potassium semble être pouvoir être mélangé à Evo2, au Neem ou au Success sans affecter sont effet stimulant. Par contre le pyrèthre diminue la stimulation du bicarbonate de potassium.

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2008 - ANNEE DE FIN D 'ACTION : 2017

ACTION : nouvelle en cours x en projet

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

GRAB - BP 11283 - 84911 Avignon cedex 9

tel 04 90 84 01 70 mail : "<mailto:sophiejoy.ondet@grab.fr>"

Mots clés du thésaurus Cifl : Agriculture biologique – pommier – *Tavelure*

Date de création de cette fiche : décembre 2017