

1. OBJECTIF

L'essai répond à un double objectif : comparer l'efficacité de divers Stimulateurs de Défense Naturelle (SDN) et vérifier si leur action est prolongée par un deuxième traitement réalisé 3 semaines après le premier (rémanence observée en 2008). Il y a donc deux essais réalisés : un essai "produit" et un essai "renouvellement".

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Matériel végétal utilisé

L'essai est réalisé sur des ceps de vigne en pots (pots réalisés cette année). Le cépage est Alphonse Lavallée, sensible au mildiou. La fertilisation des pots est assurée par ajout de guano.

2.2. Récupération de l'inoculum

L'inoculum provient de feuilles présentant des taches sporulantes récoltées sur une parcelle commerciale. Les feuilles sont ramassées deux jours avant l'inoculation et placées dans une chambre thermostatée à 25°C. Les taches sporulantes sont délicatement brossées sur la face inférieure à l'aide d'un pinceau imprégné d'eau. On estime la quantité de spores recueillies dans l'eau grâce à l'Hématimètre (lame de Malassez). La concentration de la solution est de $5,2 \cdot 10^4$ spores/ml. On vaporise environ 3mL par plant de vigne à l'aide d'un vaporisateur manuel en début de soirée. Immédiatement après l'inoculation, le système de brumisation est déclenché sous l'ombrière pour assurer le développement de la maladie, en assurant un lessivage limité.

3. REALISATION DE L'EXPERIENCE

3.1. Essai produit

L'essai produit étudie l'efficacité des éliciteurs les plus prometteurs en 2008 et les compare entre eux. 8 modalités sont testées :

Modalités	Dose du produit	Dose de produit apporté par modalité/L
Témoin	Non traité	Non traité
Cuivre 600 g	Champ DP (hydroxyde) : 1600 g/ha (600 g de cuivre métal)	1,6 g
Cuivre 50 g	Champ DP (hydroxyde) : 133,3 g/ha (50 g de cuivre métal)	0,133 g
Chitoplant	0,5% (5 kg/1000L pour 1 ha)	5 g
Timorex + cuivre 50 g	0,5% + 50 g/ha	5 ml + 0,133 g
Prevam + cuivre 50 g	0,8% + 50 g/ha	8 ml + 0,133 g
Siliforce	250 ml/ha	0,25 ml
Siliforce + cuivre 50 g	250 ml/ha + 50 g/ha	0,25 ml + 0,133 g

3.1.1. Dispositif expérimental

Cette expérience est mise en place sous ombrière selon un dispositif en blocs de Fischer à 6 répétitions (dispositif généré par le logiciel StatboxPro®). Une unité expérimentale est constituée de 2 plants de vigne.

3.1.2. Déroulement de l'expérience

Les traitements sont effectués le même jour : les plants sont traités un à un jusqu'au point de ruissellement à l'aide d'un vaporisateur manuel (1L). 4 jours après les traitements, on inocule le mildiou sur les plants de vignes. Immédiatement après l'inoculation, le système de brumisation est déclenché pour assurer le développement de la maladie (**brumisation de 2 mn toutes les 20 mn, pendant 2 heures**).

Ces premières applications ont été réalisées le 9 juillet et l'inoculation a eu lieu le 13 juillet.

3.2. Essai renouvellement

On veut évaluer si un renouvellement des produits 3 semaines après le premier traitement (rémanence moyenne observée en 2008) permet de maintenir une protection satisfaisante jusqu'à la fin des observations. Cet essai concerne les modalités les plus intéressantes en 2008.

3.2.1. Modalités de l'essai

Modalités	Dose du produit	Dose de produit apporté par modalité/L
Témoin	Non traité	Non traité
Cuivre 50 g	Champ DP (hydroxyde) : 133,3 g/ha (50 g de cuivre métal)	0,133 g
Chitoplant	0,5% (5 kg/1000L pour 1 ha)	5 g
Prevam + cuivre 50 g	0,8% + 50 g/ha	8 ml + 0,133 g
Timorex + cuivre 50 g	0,5% + 50g/ha	5 ml + 0,133 g
Siliforce	250 ml/ha	0,25 ml

3.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif est en blocs avec 6 répétitions et 12 modalités : 1 Cuivre 600 g + 1 témoin non traité + 5 modalités traitées une fois + 5 modalités traitées deux fois. L'unité expérimentale est constituée de 2 plants de vigne. Le Cuivre 600g, le témoin non traité et les modalités traitées une fois sont communs aux deux essais.

3.2.3. Déroulement de l'expérience

Les traitements sont effectués de la même manière que pour l'essai produit (30 juillet).

4. OBSERVATIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES

4.1. Observations et notations

Les observations débutent dès la sortie des tâches sur les témoins (non traités). Après le traitement, un ruban de couleur est posé à l'extrémité des rameaux ; les feuilles apparues au-delà du ruban sont considérées comme "jeunes feuilles". On observe 10 jeunes feuilles et 10 vieilles feuilles par unité expérimentale (5 jeunes feuilles et 5 vieilles feuilles par pot).

Les observations ont débuté le 15 juillet à la sortie des premières tâches et sont réalisées tous les 2 ou 3 jours.

4.2. Traitement des données

4.2.1. Fréquence d'attaque

C'est le pourcentage de feuilles contaminées. Elle est calculée à partir des notations faites pour l'intensité d'attaque. C'est le rapport entre le nombre de feuilles contaminées et le nombre total de feuilles observées.

4.2.2. Intensité d'attaque

C'est le pourcentage de surface moyenne contaminée. Pour chaque feuille observée, on estime la surface de la feuille attaquée par rapport à la surface totale de la feuille.

Ensuite, une courbe d'intensité d'attaque en fonction du temps est tracée et l'AUDPC (Area Under Disease Progression Curve), soit l'aire située sous la courbe d'intensité d'attaque du mildiou, est calculée pour chaque modalité. Ainsi, plus l'aire est grande, plus l'attaque est importante et donc moins le produit testé est efficace.

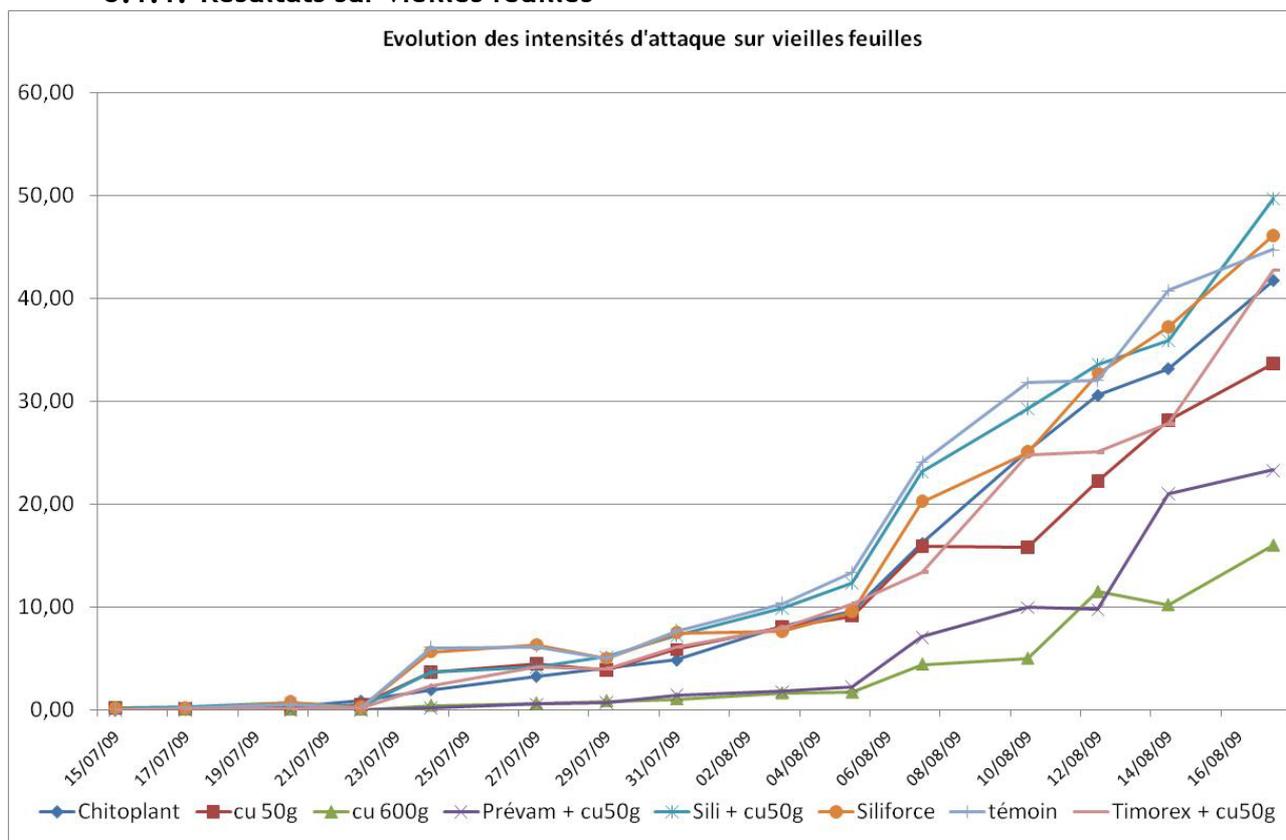
5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les analyses statistiques réalisées sous StatBoxPro sont des tests de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Afin de ne pas alourdir le compte-rendu, les résultats concernant les fréquences d'attaque ne sont pas présentés. Les conclusions basées sur les fréquences ne sont en effet pas différentes de celles observées sur les intensités.

5.1. Essai produit

5.1.1. Résultats sur vieilles feuilles



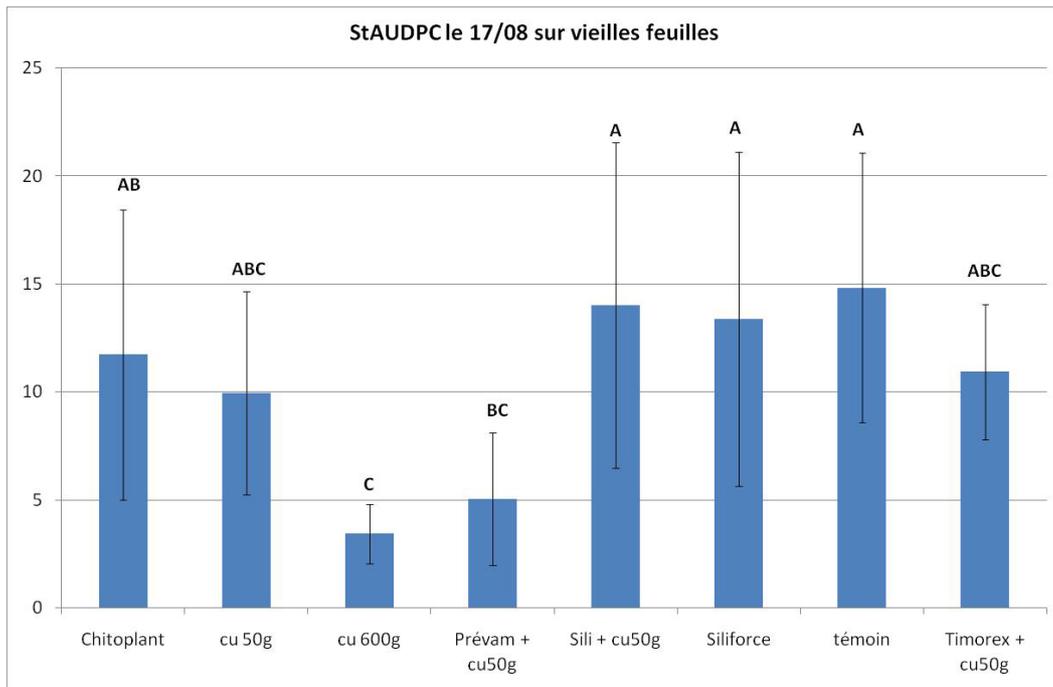
	15/7	17/7	20/7	22/7	24/7	27/7	29/7	31/7	3/8	5/8	7/8	10/8	12/8	14/8	17/8
Chitoplant	0,0	0,1	0,4	0,9	2,0 ab	3,3 ab	4,1 a	4,9 ab	8,2 ab	9,6 ab	16,2 abc	25,2 ab	30,6 a	33,2 ab	41,8 ab
cu 50g	0,3	0,1	0,2	0,5	3,7 ab	4,5 a	3,9 a	5,9 ab	8,1 ab	9,1 ab	15,9 abc	15,9 abc	22,3 ab	28,2 ab	33,7 ab
cu 600g	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5 b	0,7 b	0,9 a	1,1 b	1,7 b	1,8 b	4,5 c	5,1 c	11,6 ab	10,3 b	16,1 b
Prévam + cu50g	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3 b	0,6 b	0,7 a	1,5 ab	1,8 b	2,3 b	7,1 bc	10,0 bc	9,8 b	21,1 ab	23,4 ab
Sili + cu50g	0,2	0,3	0,7	0,3	3,7 ab	4,2 ab	5,2 a	7,2 a	9,9 ab	12,3 a	23,1 a	29,3 ab	33,6 a	35,9 ab	49,7 a
Siliforce	0,2	0,2	0,8	0,3	5,7 a	6,4 a	5,1 a	7,5 a	7,7 ab	9,6 ab	20,3 ab	25,1 ab	32,7 a	37,2 ab	46,1 ab
témoin	0,1	0,3	0,6	0,3	6,1 a	6,2 a	5,1 a	7,7 a	10,4 a	13,4 a	24,1 a	31,8 a	32,1 a	40,8 a	44,8 ab
Timorex + cu50g	0,0	0,1	0,1	0,2	2,3 ab	4,2 ab	4,0 a	6,1 ab	8,0 ab	10,4 ab	13,4 abc	24,8 ab	25,1 ab	27,8 ab	42,8 ab

NS NS NS NS

Dans un premier temps, l'attaque progresse lentement : les 10% d'intensité d'attaque sont dépassés pour le témoin le 3/08, soit environ 3 semaines après l'inoculation. Le programme de brumisation a été modifié à cette date : il en résulte une accélération de la progression du mildiou jusqu'à mi-août, date à laquelle le témoin se situe à 45% de surface foliaire attaquée, ce qui est très important.

Dès le début de l'attaque, les modalités Cu600 et Prévam+Cu50 sont moins touchées par le mildiou. Leurs intensités d'attaque sont respectivement de 16% et 23% le 17/08. Les modalités Siliforce, Siliforce+Cu50, Timorex+Cu50 semblent suivre la même cinétique que le témoin non traité avec des intensités situées entre 40% et 50% le 17/08. Le Cu50 se situe à un niveau intermédiaire (34% le 17/08). Cette protection est cependant insuffisante.

AUDPC standards

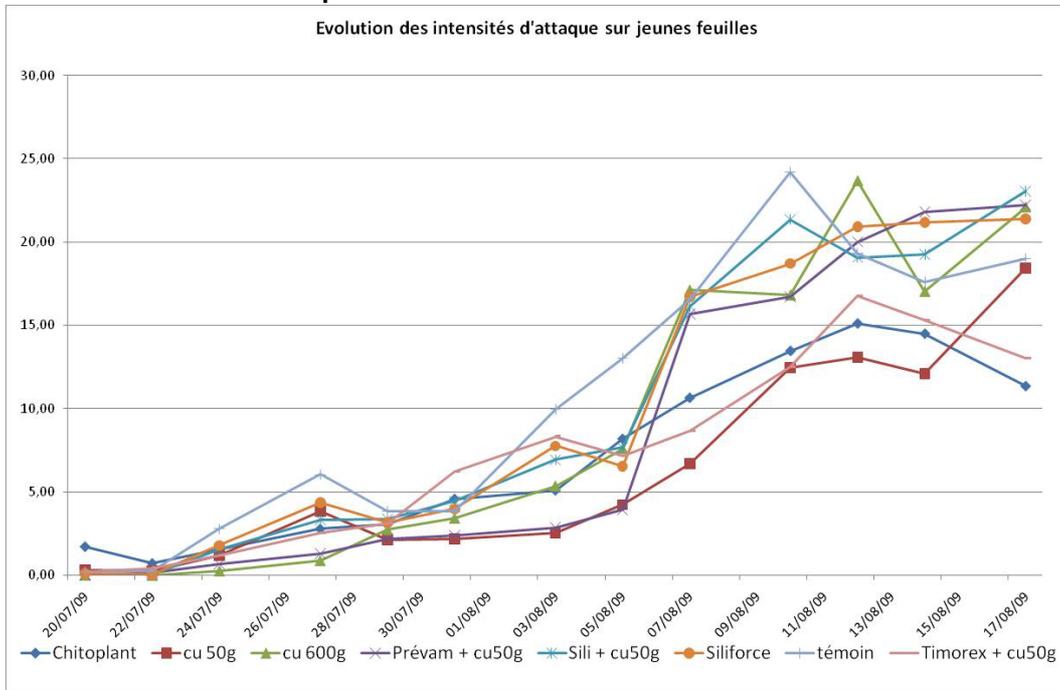


L'AUDPC permet de bien rendre compte des différences entre les modalités. Cu600 et PréVam+Cu50 sont les seules modalités à se distinguer statistiquement (Test de Newman-Keuls à 5%) du témoin non traité : leur AUDPC est de l'ordre de 5 contre 15 pour le témoin. Chitoplant, Cu50, Siliforce+Cu50, Siliforce, Timorex+Cu50 ne se distinguent pas du témoin. Cu50 et Timorex+Cu50 (AUDPC inférieure à 10) présentent cependant une efficacité partielle car ils ne se distinguent pas de Cu600. L'ajout de Timorex au Cu50 n'apporte pas de protection supplémentaire par rapport au cuivre seul.

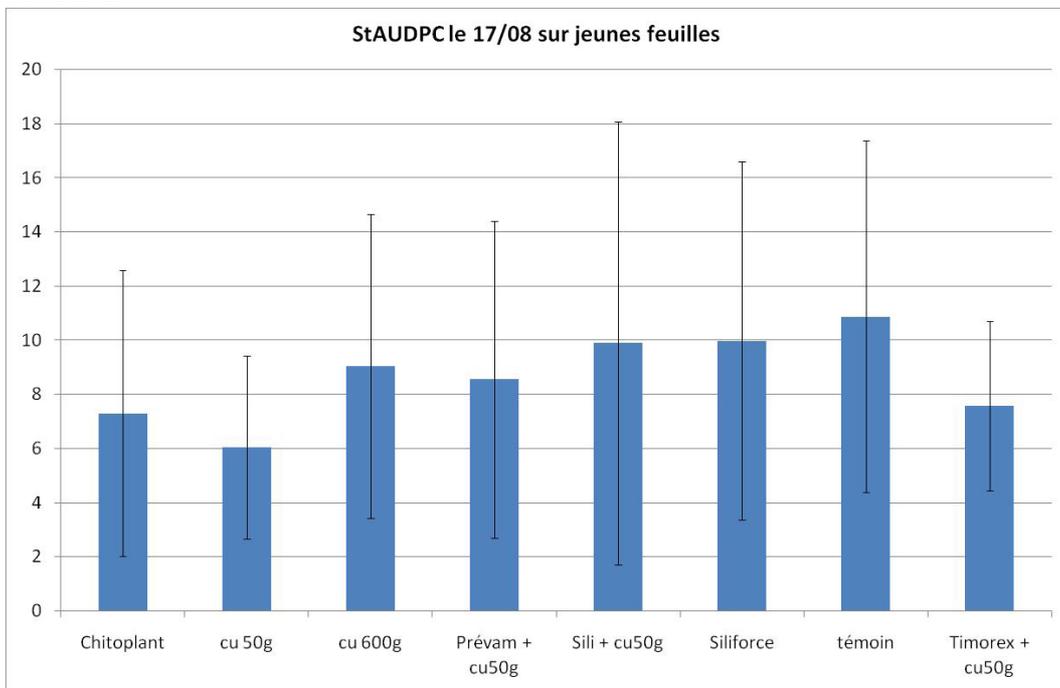
5.1.2. Résultats sur jeunes feuilles

Les tests de Newman-Keuls sur les intensités, les fréquences d'attaque et les AUDPC, ne donnent aucune différence significative. On ne peut donc rien affirmer d'un point de vue statistique mais on peut tout de même faire quelques observations.

Evolution des intensités d'attaque



AUDPC standards



Les observations sur jeunes feuilles diffèrent de celles sur vieilles feuilles.

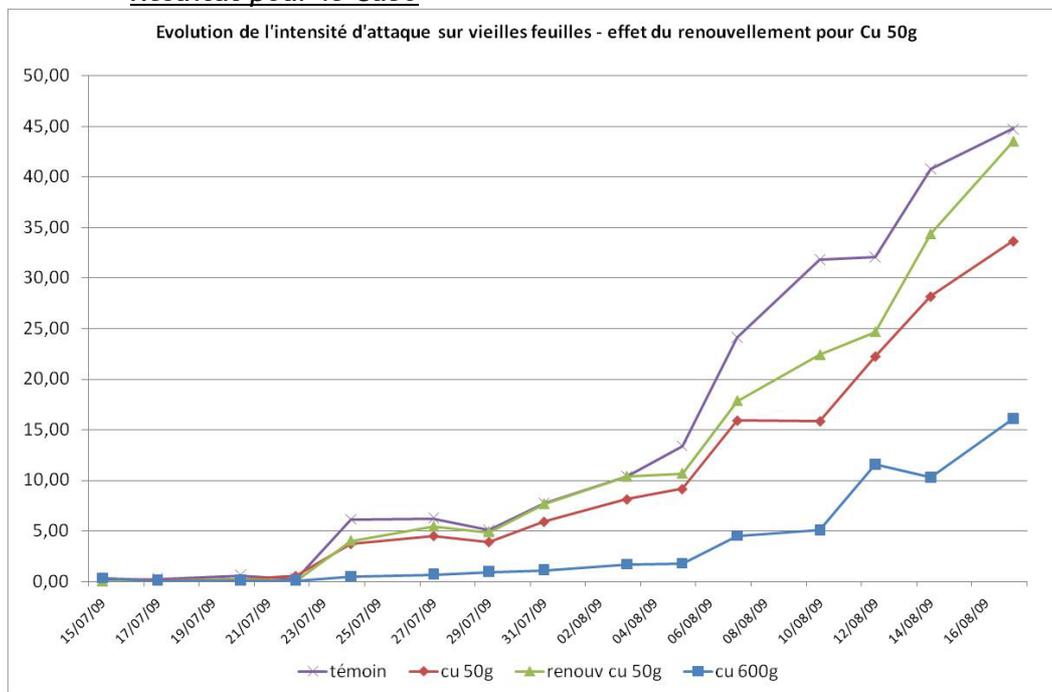
Les graphiques présentent des moyennes, qui cachent de fortes hétérogénéités intra-modalité. Les modalités Cu50, Chitoplant, Timorex+Cu50 semblent légèrement moins touchées que les autres (mais la différence n'est pas mise en évidence au niveau statistique). De façon

surprenante, le Cu600 se révèle quasiment aussi touché que le témoin, contrairement aux observations des années passées. Il est impossible de conclure formellement sur un effet SDN du Chitoplant et du Timorex, au vu de ses résultats.

5.2. Essai renouvellement

5.2.1. Résultats sur vieilles feuilles

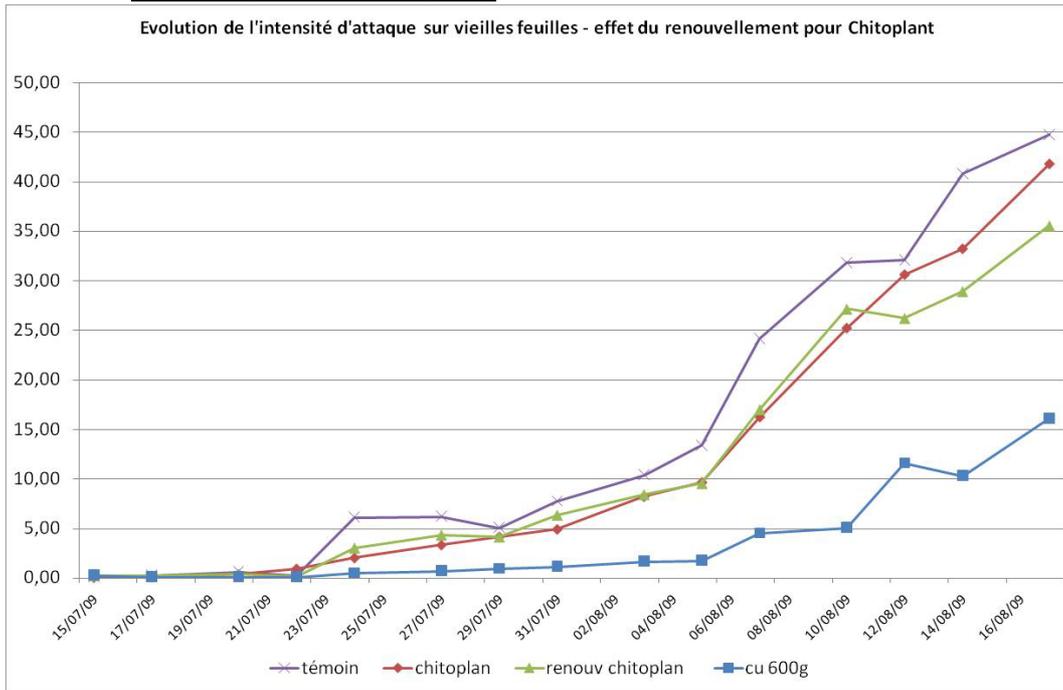
- Résultat pour le Cu50



intensités	29/07	17/08
témoin	5,08 A	44,77 A
cu 50g	3,90 A	33,67 A
renouv cu 50g	4,90 A	43,55 A
cu 600g	0,93 B	16,08 B

Le Cu50 assure une légère protection, pas confirmée au niveau statistique (Cu50 pas différent du témoin non traité). Le renouvellement n'apporte aucune protection supplémentaire.

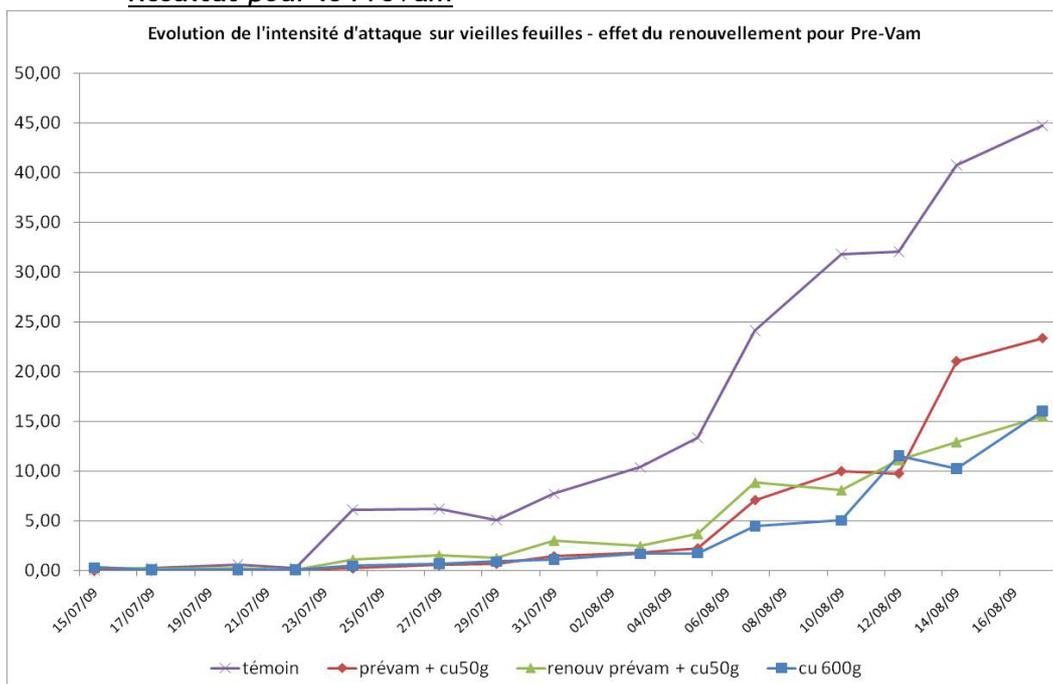
- Résultat pour le Chitoplan



intensités	29/07	17/08		
témoin	5,08	NS	44,77	A
Chitoplan	3,03		41,77	AB
renouv Chitoplan	1,77		35,53	AB
cu 600g	0,93		16,08	B

Le deuxième traitement a été réalisé le 30/07. Il apparaît que l'intensité d'attaque le 17/08 pour le Chitoplan renouvelé est légèrement inférieure à celle du Chitoplan non renouvelé (respectivement 35% et 40%). Cette différence n'est pas significative (Test de Newman-Keuls à 5%).

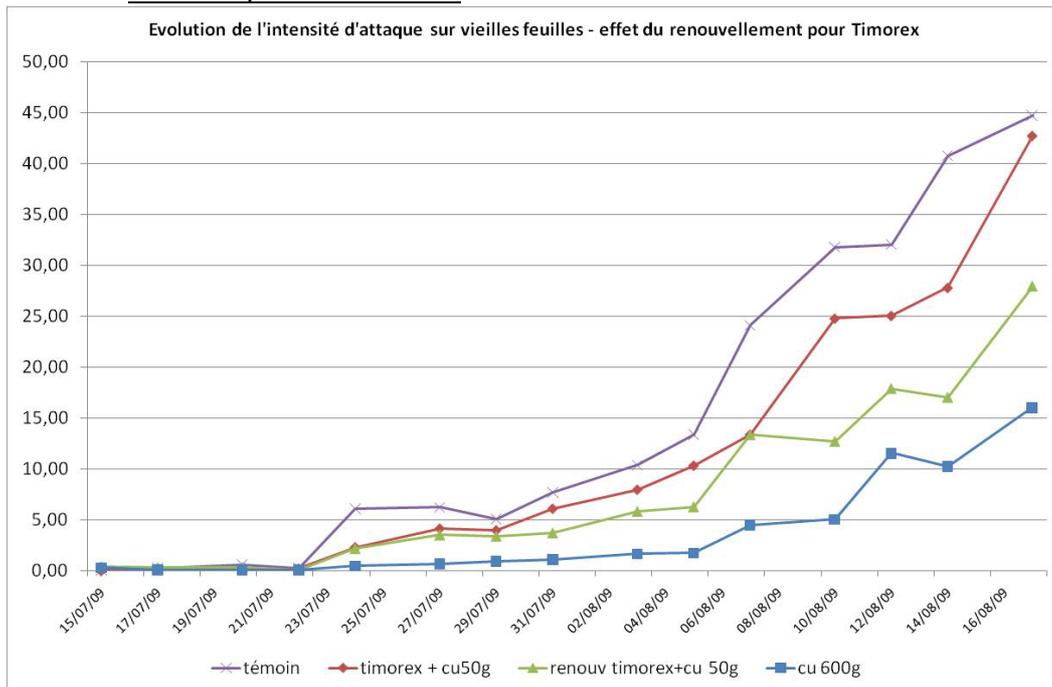
- Résultat pour le PréVam



intensités	29/07		17/08	
témoin	5,08	A	44,77	A
Prévam + cu50g	0,72	B	23,35	A
renouv Prévam + cu50g	1,3	B	15,57	A
cu 600g	0,93	B	16,08	A

Jusqu'au deuxième traitement, la modalité Prévam + cu50g s'avère aussi efficace que le Cu600. Le deuxième traitement n'apporte pas une protection supplémentaire significative, même si l'intensité d'attaque le 17/08 est de 15% dans la modalité traitée 2 fois, contre 23% dans la modalité traitée une fois.

- Résultat pour le Timorex



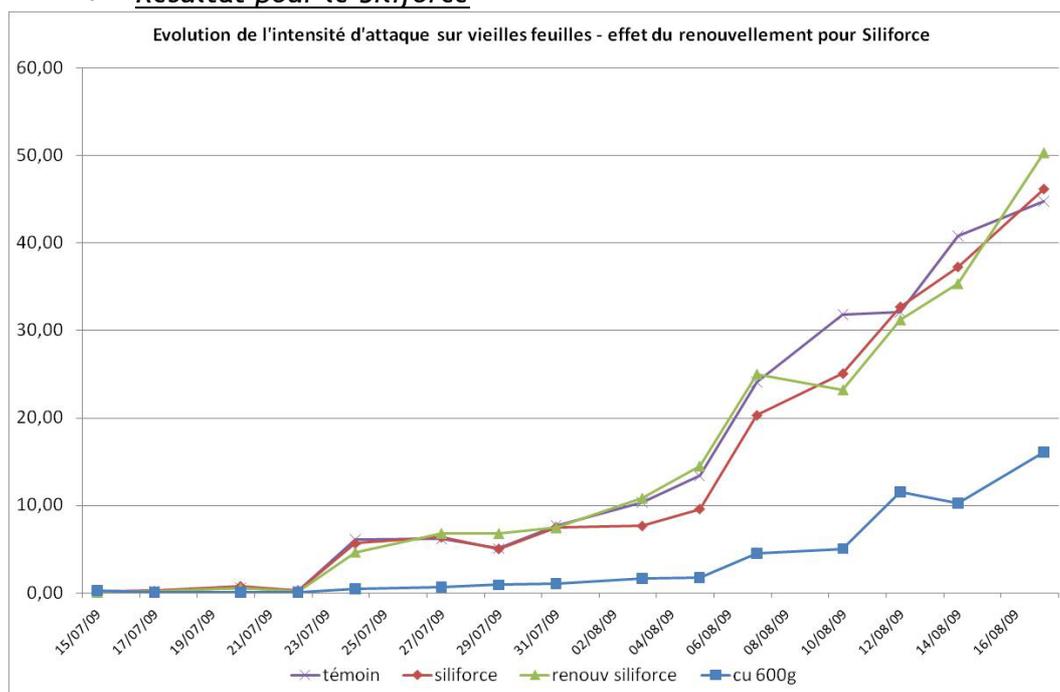
intensités	29/07		17/08	
témoin	5,08	A	44,77	A
Timorex + cu50g	4,02	AB	42,75	A
renouv Timorex+cu 50g	3,43	AB	28,00	AB
cu 600g	0,93	B	16,08	B

Le 29/07, avant le deuxième traitement, les 2 modalités Timorex+Cu50 se situent à un niveau intermédiaire, entre le témoin et le Cu600. Le deuxième traitement Timorex+Cu50 semble avoir apporté une protection supplémentaire : la modalité Timorex+Cu50 renouvelé ne se distingue statistiquement pas du Cu600, contrairement à Timorex+Cu50 non renouvelé.

Cette différence se retrouve au niveau de l'AUDPC calculée le 17/08 : la modalité Timorex+Cu50 renouvelé ne se distingue statistiquement pas du Cu600, la modalité Timorex+Cu50 non renouvelé ne se distingue pas du témoin. Les deux modalités Timorex+Cu50 ne se distinguent cependant pas entre elles.

témoin	14,827	A
Timorex + cu50g	10,934	AB
renouv Timorex+cu 50g	7,446	BC
cu 600g	3,420	C

- Résultat pour le Siliforce



intensités	29/07		17/08	
témoin	5,08	A	44,77	A
Siliforce	5,05	AB	46,1	A
renouv Siliforce	6,78	A	50,32	A
cu 600g	0,93	B	16,08	B

Les modalités Siliforce ne sont jamais statistiquement différentes du témoin non traité. Le produit n'apporte pas de protection, avec la stratégie d'application choisie.

5.2.2. Résultats sur jeunes feuilles

L'effet systémique des produits alternatifs sur les jeunes feuilles n'a pas été mis en évidence dans l'essai renouvellement. Il n'est pas nécessaire de commenter les courbes d'évolution des fréquences, des intensités d'attaque ainsi que l'histogramme des AUDPC standards.

CONCLUSIONS :

REDUCTION DES DOSES DE CUIVRE

D'après les résultats de l'essai produit il apparaît difficile de se passer totalement des produits cupriques pour lutter contre le mildiou de la vigne.

La modalité Cuivre 600g apporte le meilleur niveau de protection contre le mildiou de la vigne. De plus il présente une rémanence plus longue que les produits alternatifs.

La modalité Cuivre 50g apporte un niveau de protection intermédiaire. Cette dose de 50g de cuivre métal est extrêmement faible, insuffisante pour assurer une protection seule.

DES PRODUITS ALTERNATIFS DECEVANTS POUR MAITRISER LE MILDIOU

La pression de mildiou sous ombrière a été forte, avec des intensités d'attaque maximales atteignant 50 % en fin d'essai. Parmi les produits alternatifs testés, seule l'association Prévam+Cu50 apporte une réelle protection. Contrairement aux observations de 2008, Chitoplant et Timorex ne présentent aucune efficacité satisfaisante. Siliforce, associé ou non au cuivre, n'apporte pas de protection, avec la stratégie d'application choisie. Des traitements

répétés et débutés beaucoup plus tôt en saisons sont sensés, d'après le fabricant, présenter une bien meilleure efficacité.

UN EFFET SYSTEMIQUE DES PRODUITS ALTERNATIFS ?

Le test statistique réalisé sur jeunes feuilles, sur les intensités, les fréquences d'attaque et les AUDPC, ne donne aucune différence entre les modalités. On ne peut donc rien affirmer d'un point de vue statistique mais on peut tout de même faire quelques observations.

Les produits contenant des éliciteurs (Timorex et Chitoplant) ont tendance, comme en 2008, à avoir une légère efficacité sur jeunes feuilles avec des AUDPC inférieures à celle du témoin. On ne peut écarter que ces produits ont un éventuel effet éliciteur systémique.

DES RENOUVELLEMENTS DE PRODUITS PEU EFFICACES

Le deuxième traitement n'a présenté aucun intérêt pour les produits peu ou pas efficaces (Siliforce, Chitoplant). Timorex associé au Cu50 ne présente pas d'intérêt par rapport à Cu50 seul avant le deuxième traitement (cf §5.1.1.). Mais Timorex associé au Cu 50 est le seul produit pour lequel le renouvellement semble apporter une amélioration réelle de la protection.

Le renouvellement ne montre pas d'intérêt pour Prévam+Cu50 qui assure une protection correcte avec un seul traitement.