

Test de l'efficacité de produits alternatifs sur larves de *Scaphoideus titanus*

Nicolas CONSTANT - AIVB-LR

Arcades Jacques Cœur - Bâtiment C - Route de Boirargues - 34 970 LATTES

constant.aivb@wanadoo.fr

Objectifs des essais

- 1) En 2007 et 2008, l'AIVB a mis en place deux essais pour tester l'efficacité de la kaolinite calcinée sur les larves de cicadelles. Dans ces essais, le potentiel d'efficacité était de 50 à 70%. Les essais 2009 visent à confirmer ce résultat et à préciser les conditions d'application du produit (période et nombre de traitements, effet dose). Le produit testé est l'ARGIBIO, commercialisé par la société Végélia.
- 2) La terre de diatomée est un produit à base de silice aux propriétés insecticides. Il nous est paru intéressant de tester son comportement sur les larves juvéniles de *Scaphoideus titanus*.

Les essais ont été mis en place sur deux parcelles.

Dispositif expérimental

- blocs randomisés,
- nombre de blocs : 4 par modalité,
- Témoin Non Traité (TNT) : inclus dans le dispositif,
- Référence positive : PYREVERT à la dose de 1,5 l/ha (produit homologué pour cet usage et autorisé en viticulture biologique)
- Application : appareil à dos pneumatique Solo 423. Les volumes d'eau sont précisés par date d'application.

PARCELLE N°1

Modalités testées

- « TNT »,
- « ARGIBIO 4 x 50 » : 4 applications d'ARGIBIO à 50 kg/ha,
- « ARGIBIO 2 x 50 » : 2 applications d'ARGIBIO à 50 kg/ha,
- « ARGIBIO 4 x 20 » : 4 applications d'ARGIBIO à 20 kg/ha,
- « ARGIBIO 2 x 20 » : 2 applications d'ARGIBIO à 20 kg/ha,
- « Silice » : 4 applications de terre de diatomée à 7 kg/ha,
- « Pyrèthre précoce » : 2 applications de PYREVERT à 1,5 l/ha sur jeunes stades larvaires,
- « Pyrèthre tardif » : 2 applications de PYREVERT à 1,5 l/ha dont le premier traitement a été effectué pendant la première période de traitement obligatoire,

Le détail des conditions d'application est repris dans le tableau n°1.

		ARGIBIO 4x50	ARGIBIO 2x50	ARGIBIO 4x20	ARGIBIO 2x20	Silice	Pyrèthre précoce	Pyrèthre tardif
T 1	18 mai 15 - 17 h	Kaolinite 50 kg <i>148 l/ha</i>	-	Kaolinite 20 kg <i>148 l/ha</i>	-	Silice 7,3 kg <i>73 l/ha</i>	-	-
T 2	25 mai 12 - 14 h	Kaolinite 53 kg <i>117 l/ha</i>		Kaolinite 20,5 kg <i>116 l/ha</i>		Silice 7 kg <i>119 l/ha</i>	Pyrèthre 1,4 l <i>130 l/ha</i>	-
T 3	4 juin 18 h - 20 h	Kaolinite 41 kg <i>125 l/ha</i>		Kaolinite 22,5 kg <i>148 l/ha</i>		Silice 7 kg <i>146 l/ha</i>	Pyrèthre 1,7 l <i>154 l/ha</i>	-
T 4	11 juin 6 h - 7 h	Kaolinite 44 kg <i>167 l/ha</i>	-	Kaolinite 20 kg <i>177 l/ha</i>	-	Silice 7,3 kg <i>192 l/ha</i>	-	Pyrèthre 1,5 l <i>192 l/ha</i>
T 5	18 juin 5 h 30	-	-	-	-	-	-	Pyrèthre 1,7 l <i>209 l/ha</i>
Coût du programme*		260 €	130 €	104 €	52 €	196 - 280 €	135 €	

Tableau n° 1 : Conditions de réalisation des traitements sur le parcelle n°1

* coûts estimés à partir des prix unitaires annoncés par les sociétés :

- ARGIBIO : 1,3 €/kg
- Silice : 7 à 10 €/kg
- Pyrèvert : 45 €/l

Résultats

Les résultats sont présentés dans la figure n°1 (évolution des populations), n°2 à 4 (efficacité des traitements).

Les notations ont été réalisées avant, 2-3 jours après (estimation de l'action choc des produits) et 7 jours après chaque traitement. Pour le dernier traitement, des comptages supplémentaires à 13 et 21 jours ont été réalisés.

La dynamique d'évolution des populations de larves sur le TNT est conforme à ce que l'on connaît du cycle de la cicadelle (cf figure n°1) : augmentation régulière des populations de début mai à fin mai, puis décroissance régulière au cours du mois de juin. Sur cette parcelle, les effectifs sont très élevés : l'effectif maximum de populations sur le TNT est de 152 larves pour 100 feuilles, le 27 mai.

PYREVERT :

Le pyrèthre naturel a eu un comportement conforme au mode d'action connu de cette molécule : action choc et niveau total d'efficacité élevé (90% 7 jours après le traitement, dès la première application), quelque soit le positionnement du traitement « précoce » ou « tardif ».

Pour chaque modalité, l'efficacité à T + 3 de la première application, bien que significative, a été inférieure à l'efficacité à T + 7.

En fin de cycle, lors des deux derniers comptages, l'efficacité de la modalité « Pyrèthre tardif » est supérieure à celle de la modalité « Pyrèthre précoce » (90% contre 80%).

Par contre, sur les deux modalités, il reste des populations résiduelles de larves, malgré les deux traitements.

ARGIBIO :

La première application d'argile sur les modalités « ARGIBIO 4 x 50 » et « ARGIBIO 4 X 20 », a été effectuée le 18 mai pendant la phase d'installation des cicadelles sur le feuillage. A T1 + 2 ou T1 + 7, aucune des doses n'a eu d'efficacité significative (maximum : 20% d'efficacité).

Le seconde application de silice, d'argile sur les modalités « ARGIBIO 4 x 50 » et « ARGIBIO 4 X 20 » et la première application d'argile sur les modalités « ARGIBIO 2 x 50 » et « ARGIBIO 2 X 20 » et de pyrèthre sur la modalité « pyrèthre précoce » ont été effectuées le 25 mai, soit en fin de période d'installation majeure des cicadelles sur la végétation.

Après la seconde application, le maximum d'efficacité des différentes modalités ARGIBIO est obtenu 7 jours après l'application. A T2 + 2, les efficacités des modalités « ARGIBIO 4 x 50 » et « ARGIBIO 4 x 20 » sont supérieures à ce qu'elles étaient à T1 +2 : il y a un effet cumulatif des traitements. L'efficacité de la modalité « ARGIBIO 2 x 50 » est comparable à celle de la modalité « ARGIBIO 4 x 50 ». Par contre, l'efficacité de la modalité « ARGIBIO 2 x 20 » est nulle et inférieure à celle de la modalité « ARGIBIO 4 x 20 ». A T2 + 7, l'efficacité de cette modalité est comparable à celle des modalités « ARGIBIO 4 x 20 » et « ARGIBIO 2 x 50 ».

Les traitements T3 et T4 n'augmentent pas le potentiel d'efficacité des différentes modalités (80% pour les modalités « ARGIBIO 4 x 50 », 60% pour les autres modalités ARGIBIO).

L'efficacité des modalités à 2 applications décroît fortement lors du comptage à T4 + 7, soit 20 jours après avoir reçu la dernière application d'argile. L'efficacité de ces modalités à T4 + 7 peut donc être comparée à l'efficacité des modalités « ARGIBIO 4 x 50 » et « ARGIBIO 4 x 20 » à T4 + 21. Bien qu'inférieures au maximum d'efficacité de ces deux modalités, les

efficacités à T4 + 21 restent de l'ordre de 50%. A cette date, les écarts entre les modalités « ARGIBIO 4 x 20 » et « ARGIBIO 4 x 50 » ne sont pas statistiquement différents.

L'augmentation du nombre d'application (2 à 4) n'augmente pas le potentiel d'efficacité à la dose de 20 kg/ha/application (efficacité maximale = 60%) mais prolonge la persistance d'action du programme. A la dose de 50 kg/ha, l'augmentation du nombre d'applications augmente de 20% le niveau d'efficacité (80% au lieu de 60%) ainsi que la persistance d'action du programme.

Le niveau d'efficacité des modalités « ARGIBIO 2 x 50 » et « ARGIBIO 4 x 20 » sont comparables (60% d'efficacité) pour une dose d'argile comparable (100 et 80 kg), mais la modalité consistant à réaliser 4 applications permet une diminution des populations plus durables. Il est donc préférable de traiter régulièrement à des doses réduites que ponctuellement avec des fortes doses, bien que cette stratégie impose de sortir le pulvérisateur deux fois de plus.

La modalité « ARGIBIO 4 x 50 » est la seule qui présente régulièrement des efficacités statistiquement comparables à celles de la référence positive (pyrèthre naturel), dès la seconde application d'argile, bien qu'elles soient systématiquement inférieures.

L'ensemble de ces résultats ont été obtenus en absence de lessivage. Ils seraient peut être à moduler si des pluies venaient à lessiver certains traitements.

SILICE :

Comme la kaolinite calcinée, la première application de silice, réalisée le 18 mai n'a eu aucun effet significatif. La seconde application a eu une efficacité de 46% 7 jours après le traitement. La silice ne présente pas d'effet choc sur cet insecte. Les renouvellements des traitements (T3 et T4) n'ont pas permis de maintenir le niveau d'efficacité. Les écarts entre la population de cette modalité et celle du témoin non traité ne sont statistiquement différents que lors de 3 comptages sur 8.

Date	Témoïn		ARGIBIO 4x50			ARGIBIO 2x50			ARGIBIO 4x20			ARGIBIO 2x20			Silice			Pyrèthre précoce			Pyrèthre tardif				
	Pop	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK		
18 mai	104	A	96		A	-	-	-	111	-	A	-	-	-	116,50	-	A	-	-	-	-	-	-		
	-		T 1			-			T 1			-			T 1			-			-				
20 mai	152	A	138	9%	A	-	-	-	136	11%	A	-	-	-	123	19%	A	-	-	-	-	-	-		
25 mai	118,5	A	96,75	18%	A	107,75		A	112,25	5%	A	188,75	A		129,25	0%	A	127,25	-	A	-	-	-		
	-		T 2																				-		
27 mai	152,5	A	104	32%	AB	98,75	35%	AB	120,75	21%	A	152,5	0%	A	132,5	13%	A	50,25	67%	B	-	-	-		
4 juin	69,25	A	13,5	81%	D	26,75	61%	C	27,25	61%	C	22,75	67%	C	37,5	46%	B	7	90%	D	-	-	-		
			T 3																				-		
10 juin	62,25	A	10,25	84%	D	23,5	62%	C	24,75	60%	C	24,25	61%	C	36,25	42%	B	6,75	89%	D	67	-	A		
11 juin	-		T 4			-			T 4			-			T 4			-			T 4				
17 juin	48,5	A	8,25	83%	D	17	65%	CD	16,25	67%	CD	24,5	50%	C	38,25	21%	B	4,5	91%	D	22,75	53%	C		
18 juin			-																				T 5		
24 juin	42,5	A	11,75	72%	CD	29,25	31%	B	18	58%	C	32,25	24%	B	46,5	0%	A	7,75	82%	CD	4	91%	D		
2 juillet	36,5	B	11,75	68%	CD	31,5	14%	B	18,25	50%	C	33	10%	B	44	0%	A	7,25	80%	D	3,75	90%	D		

Pop : nombre de larves de cicadelle sur 100 feuilles

Eff : efficacité par rapport au TNT selon la formule de Abbott : $efficacité = (Pop_{TNT} - Pop_{Modalité}) / Pop_{TNT}$

NK : groupes statistiques obtenus par le test de Newman et Keuls au seuil de significativité de 5%

Tableau n° 2 : Evolution des populations de larves et estimation de l'efficacité des différentes modalités

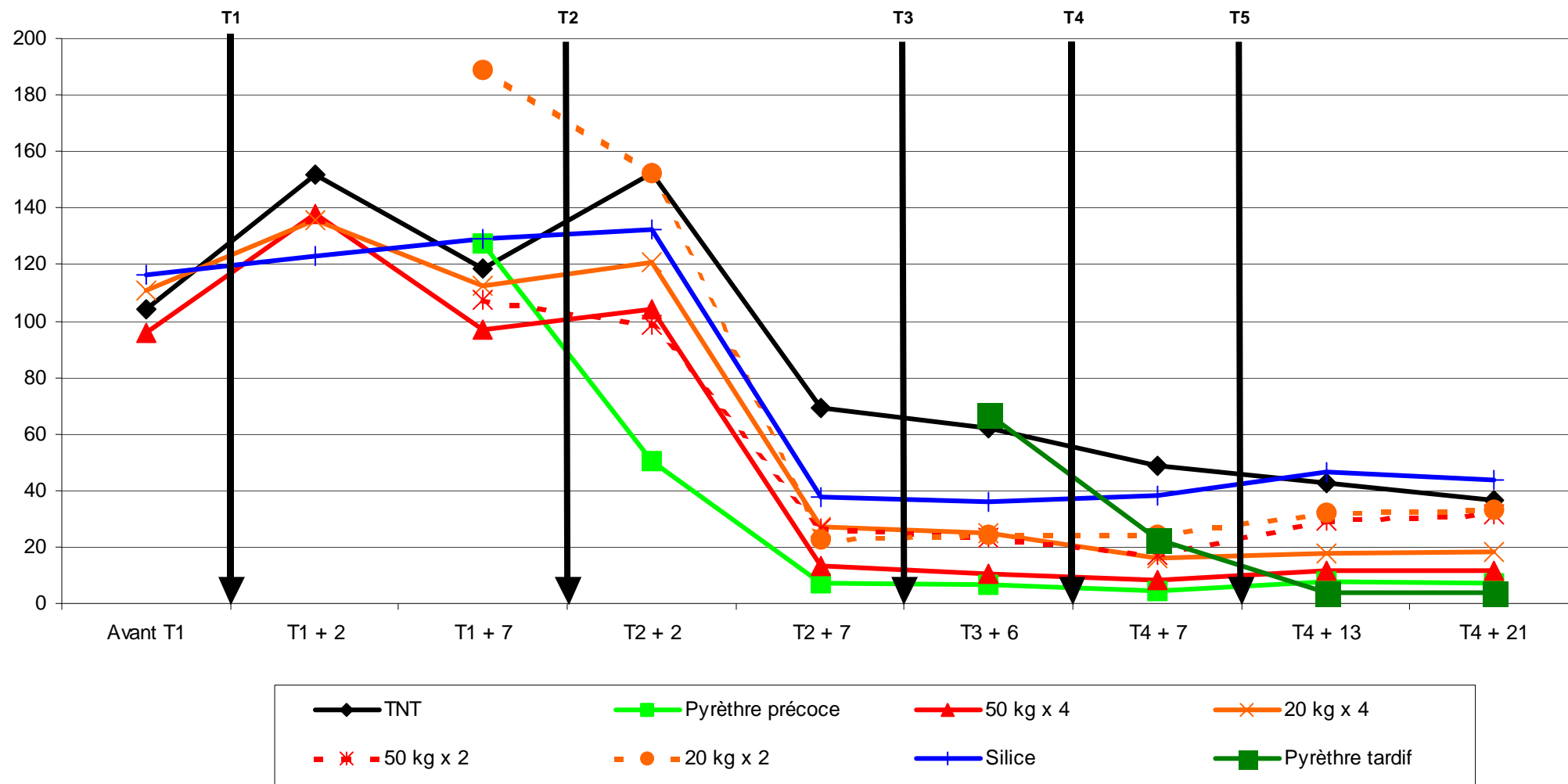


Figure n° 1 : Evolution des populations de larves sur les différentes modalités

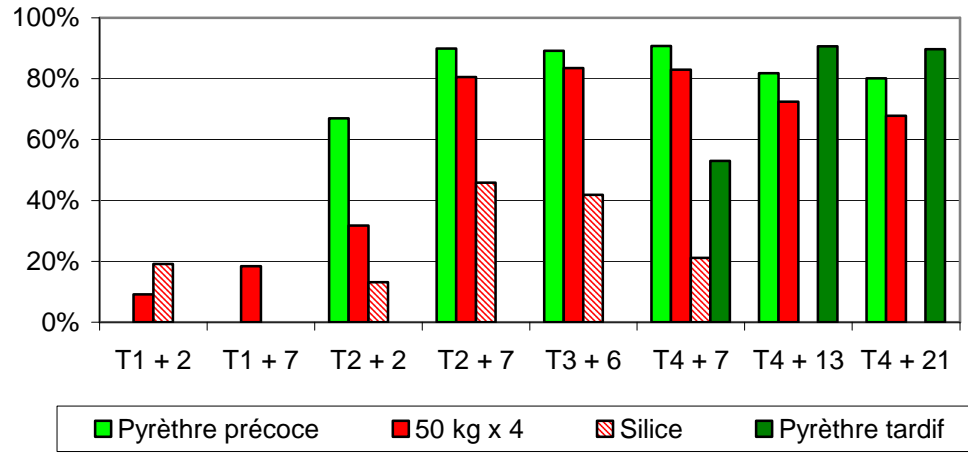


Figure n° 2 : comparaison des efficacités des différentes modalités

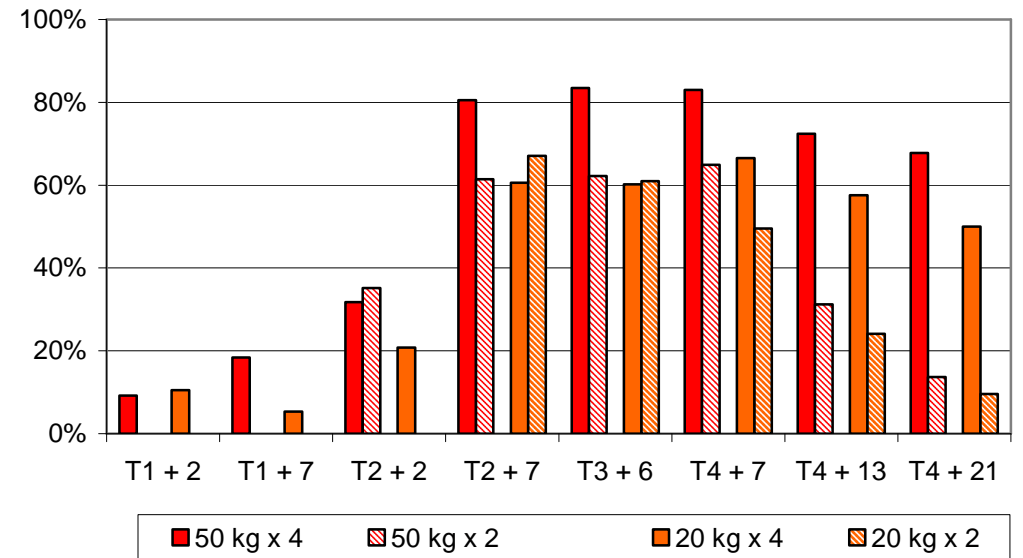
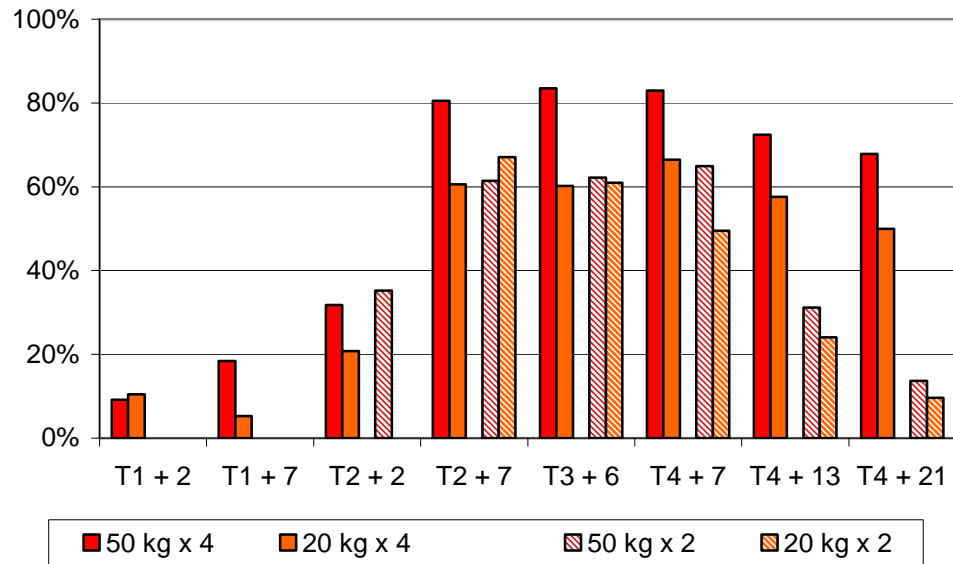


Figure n° 3 : effet de la dose de kaolinite sur l'efficacité des traitements

Figure n° 4 : effet du nombre de traitements sur l'efficacité de la kaolinite

PARCELLE N°2

Modalités testées

- « TNT »,
- « ARGIBIO 3 x 50 » : 3 applications d'ARGIBIO à 50 kg/ha,
- « ARGIBIO 2 x 50 » : 2 applications d'ARGIBIO à 50 kg/ha,
- « ARGIBIO 3 x 20 » : 3 applications d'ARGIBIO à 20 kg/ha,
- « ARGIBIO 2 x 20 » : 2 applications d'ARGIBIO à 20 kg/ha,
- « Silice » : 3 applications de terre de diatomée à 7 kg/ha,
- « Pyrèthre précoce » : 2 applications de PYREVERT à 1,5 l/ha sur jeunes stades larvaires,

Le protocole prévoyait le même nombre d'applications que sur la parcelle 1, ainsi que la réalisation d'une modalité « pyrèthre tardif ». La parcelle étant en zone de lutte obligatoire contre la cicadelle, le viticulteur a dû traiter intégralement la parcelle au pyrèthre naturel avant la fin de l'essai. Les modalités sur lesquelles il devait y avoir 4 applications en n'ont reçu que trois.

Le détail des conditions d'application est repris dans le tableau n°3.

Afin de bien mettre en évidence le comportement des produits naturels, l'interprétation des résultats se fera en deux temps :

- 1) résultats obtenus avant le premier traitement généralisé au pyrèthre (avant le 11 juin)
- 2) résultats obtenus à partir du premier traitement généralisé. Cette seconde interprétation permet d'estimer l'intérêt des produits testés dans le cadre d'un programme complet avec des applications de pyrèthre naturel, conformément aux exigences des arrêtés préfectoraux.

		ARGIBIO 4x50	ARGIBIO 2x50	ARGIBIO 4x20	ARGIBIO 2x20	Silice	Pyrèthre précoce	Pyrèthre tardif
T 1	19 mai 10 h - 12 h	Kaolinite 53 kg <i>73 l/ha</i>	-	Kaolinite 20,2 kg <i>71 l/ha</i>	-	Silice 7,3 kg <i>132 l/ha</i>	-	-
T 2	29 mai 8 h 30 - 10 h 15	Kaolinite 56 kg <i>266 l/ha</i>		Kaolinite 14,4 kg <i>101 l/ha</i>		Silice 5,4 kg <i>114 l/ha</i>	Pyrèthre 1,7 l <i>156 l/ha</i>	-
T 3	3 juin 9 h - 11h	Kaolinite 50 kg <i>362 l/ha</i>		Kaolinite 15,8 kg <i>285 l/ha</i>		Silice 7 kg <i>169 l/ha</i>	Pyrèthre 1,4 l <i>147 l/ha</i>	-
Traitement généralisé 1	11 juin	« Pyrèthre domaine » 1,5 l/ha						
Traitement généralisé 2	23 juin	« Pyrèthre domaine » 1,5 l/ha						
Coût du programme hors « traitements généralisés »		195 €	130 €	78 €	52 €	147 - 210 €	135 €	-
Coût du programme complet		330 €	265 €	213 €	187 €	282 - 345 €	270 €	135 €

Tableau n° 3 : Conditions de réalisation des traitements sur le parcelle n°2* coûts estimés à partir des prix unitaires annoncés par les sociétés :

- ARGIBIO : 1,3 €/kg
- Silice : 7 à 10 €/kg
- Pyrèvert : 45 €/l

Résultats

Première partie :

Le tableau n°4 et les figures n°5 à 8 présentent les résultats des différentes modalités avant les traitements généralisés au pyrèthre naturel sur l'ensemble de la parcelle.

PYREVERT :

La première application de pyrèthre a été effectuée le 29 mai, en fin de période d'installation des cicadelles. Le comportement du produit est conforme à ce que l'on en connaît en terme de rapidité d'action et de niveau de performance (93% d'efficacité 3 jours après le traitement). L'application a été renouvelée 5 jours après la première. 3 jours après ce second traitement, l'écart entre la population du témoin non traité et de cette modalité est toujours de 92% et les effectifs moyens restent constants : la seconde application n'a pas fait baisser la population.

ARGIBIO :

La première application d'argile sur les modalités « ARGIBIO 3 x 50 » et « ARGIBIO 3 X 20 », a été effectuée le 19 mai pendant la phase d'installation des cicadelles sur le feuillage. A T1 + 9, les efficacités respectives des deux modalités sont de 66% et 24% pour la modalité 50 kg et la modalité 20 kg. Les écarts avec l'effectif sur le témoin non traité ne sont pas significatifs. La seconde application d'argile a lieu le 28 mai sur l'ensemble des 4 modalités. 3 jours après ce traitement, les effectifs des différentes modalités argile sont significativement inférieurs à ceux du témoin non traité, mais supérieures à ceux de la référence pyrèthre. La modalité ayant reçu à cette date deux applications d'argile à 50 kg/ha présente une efficacité supérieure aux autres modalités argile (82% contre 60 à 69% pour les 3 autres modalités).

Cette hiérarchie entre les modalités argile entre elles, ainsi qu'avec le témoin non traité et le pyrèthre est identique 5 jour après le T3.

SILICE :

L'efficacité de la première application de silice est de 19%, statistiquement non significative. Les renouvellements T2 et T3 entraînent une augmentation de l'efficacité autour de 35%. Ce produit a une efficacité inférieure à la kaolinite à nombre comparable de traitements.

Date	Témoïn		ARGIBIO 3x50			ARGIBIO 2x50			ARGIBIO 3x20			ARGIBIO 2x20			Silice			Pyrèthre précoce		
	Pop	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK	Pop	Eff	NK
19 mai	62,75	A	62,25	-	A	-	-	-	58,00		A	-	-	-	51,50	-	-	-	-	-
	-		T1						T1						T1					
28 mai	59,75	A	20,25	66%	A	70,50		A	45,25	24%	A	67,50		A	48,50	19%	A	55,50	-	A
29 mai	-		T2																	
2 juin	68,75	A	12,50	82%	D	21,50	69%	C	23,75	65%	C	27,50	60%	C	46,25	33%	B	4,75	93%	E
3 juin	-		T3																	
8 juin	60,25	A	11,50	81%	D	19,50	68%	C	17,25	71%	C	22,50	63%	C	38,25	37%	B	5,00	92%	E

Pop : nombre de larves de cicadelle sur 100 feuilles Eff : efficacité par rapport au TNT selon la formule de Abbott : efficacité = $(Pop_{TNT} - Pop_{Modalité}) / Pop_{TNT}$
 NK : groupes statistiques obtenus par le test de Newman et Keuls au seuil de significativité de 5%

Tableau n° 4 : Evolution des populations de larves et estimation de l'efficacité des différentes modalités

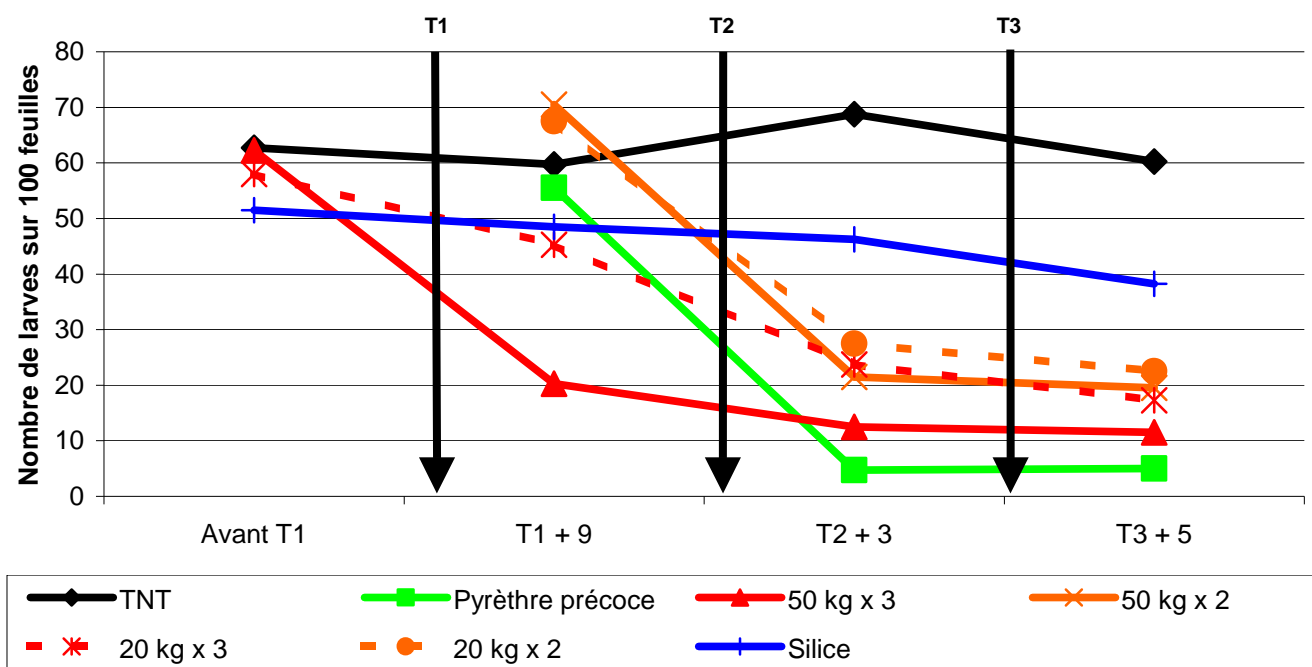


Figure n° 5 : Evolution des populations de larves sur les différentes modalités

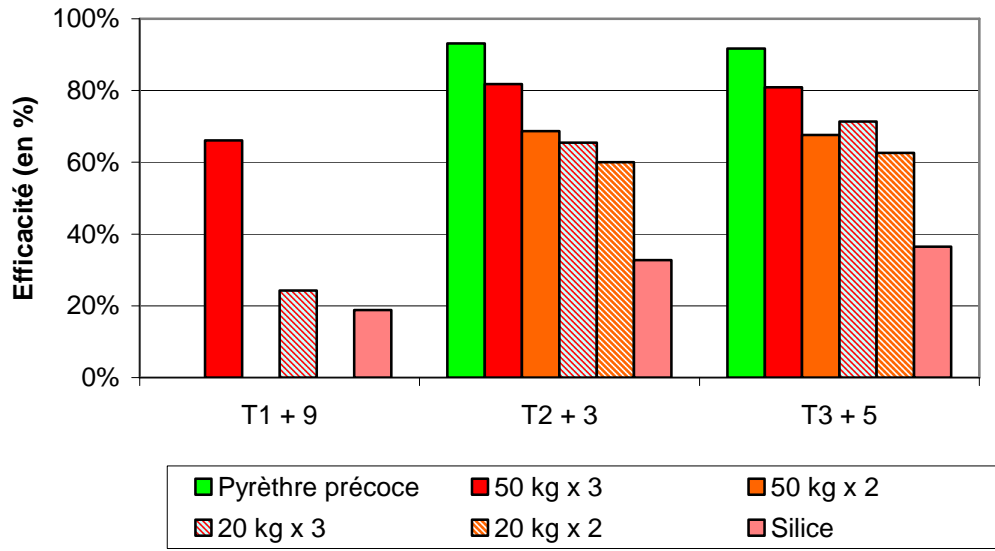


Figure n° 6 : comparaison des efficacités des différentes modalités

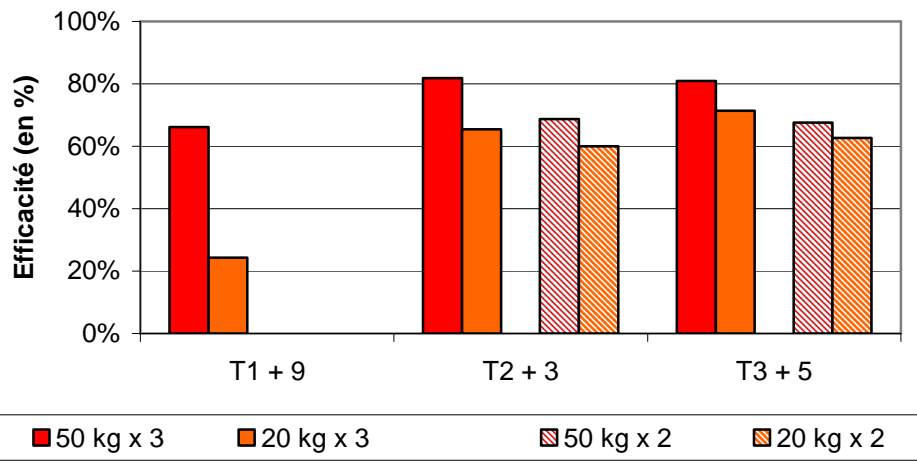


Figure n° 7 : effet de la dose de kaolinite sur l'efficacité des traitements

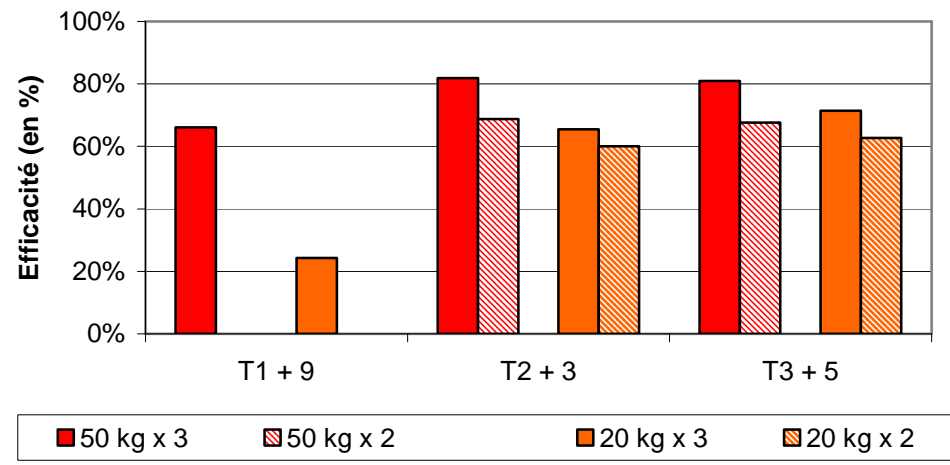


Figure n° 8 : effet du nombre de traitements sur l'efficacité de la kaolinite

Résultats

Seconde partie :

Le tableau n°5 et les figures n°9 à 13 présentent les résultats des différentes modalités après les traitements généralisés au pyrèthre naturel sur l'ensemble de la parcelle.

TEMOIN :

Sur la modalité « témoin » (= qui n'avait reçu aucun traitement insecticide jusqu'au 11 juin), la baisse de population de cicadelles entre le 8 et le 15 juin (donc après le traitement du 11 juin) est de 80% (cf figure n°10). Cette diminution n'est pas uniquement imputable à l'efficacité du produit dans la mesure où à cette période, les populations de cicadelle (sur base 100 feuilles) ont naturellement tendance à diminuer. Quoiqu'il en soit, cette diminution est conforme à ce que l'on pouvait attendre en terme de comportement du pyrèthre naturel. La seconde application (23 juin), réalisée sur une population de 12 larves pour 100 feuilles n'a pas entraîné une telle diminution

« Pyrèthre précoce » :

Cette modalité a reçu en tout 4 applications de pyrèthre. Au début du mois de juillet, elle présente des populations résiduelles (3,25 larves/100 feuilles le 6 juillet). L'écart des effectifs de cette modalité et de celle du témoin sont statistiquement différentes à chaque comptage. Lors du comptage du 6 juillet, les écarts ne sont pas significatifs dans l'ANOVA incluant l'ensemble des modalités, par contre, ils le sont lorsque l'on compare uniquement les populations des modalités « Témoin » et « Pyrèthre précoce ». La comparaison de ces deux modalités confirme l'effet cumulatif des traitements au pyrèthre.

ARGIBIO :

Seule la modalité « ARGIBIO 3 x 50 » présente un comportement différent du témoin après la première application généralisée de pyrèthre. Les 3 autres modalités ont des effectifs comparables à celui du témoin, malgré une population avant traitement significativement inférieure.

Après le second traitement généralisé, aucune des modalités argile n'est différente du témoin.

SILICE :

Les écarts avec la population du témoin ne sont jamais significatifs.

Date	Témoïn*		ARGIBIO 3x50*			ARGIBIO 2x50*			ARGIBIO 3x20*			ARGIBIO 2x20*			Silice*			Pyrèthre précoce*			
	Pop	NK	Pop	Eff**	NK	Pop	Eff**	NK	Pop	Eff**	NK	Pop	Eff**	NK	Pop	Eff**	NK	Pop	Eff**	NK	
8 juin	60,25	A	11,5	81%	D	19,5	68%	C	17,25	71%	C	22,5	63%	C	38,25	37%	B	5	92%	E	
11 juin	Traitement au pyrèthre naturel sur l'ensemble de la parcelle																				
15 juin	12,25	A	5,5	55%	B	12	2%	A	11	10%	A	10	18%	A	13	0%	A	4,75	61%	B	
23 juin	Traitement au pyrèthre naturel sur l'ensemble de la parcelle																				
26 juin	8,25	AB	6	27%	B	11	0%	A	8	3%	AB	10,5	0%	A	8	3%	AB	3,5	58%	C	
6 juillet	8,75	A	6	31%	A	7,5	14%	A	7,5	14%	A	6,75	23%	A	6	31%	A	3,25	63%	A	

* Par commodité, le nom des modalités sera conservé à l'identique même après le traitement généralisé au pyrèthre

Pop : nombre de larves de cicadelle sur 100 feuilles Eff** : efficacité par rapport au Témoïn selon la formule de Abbott : $efficacité = (Pop_{TEMOÏN} - Pop_{Modalité}) / Pop_{TEMOÏN}$. Le témoïn ayant été traité au pyrèthre, il s'agit d'efficacité en valeur relative et non en valeur absolue.

Pop_{TEMOÏN}. Le témoïn ayant été traité au pyrèthre, il s'agit d'efficacité en valeur relative et non en valeur absolue.

NK : groupes statistiques obtenus par le test de Newman et Keuls au seuil de significativité de 5%

Tableau n° 5 : Evolution des populations de larves et estimation de l'efficacité des différentes modalités, après traitement généralisé au pyrèthre

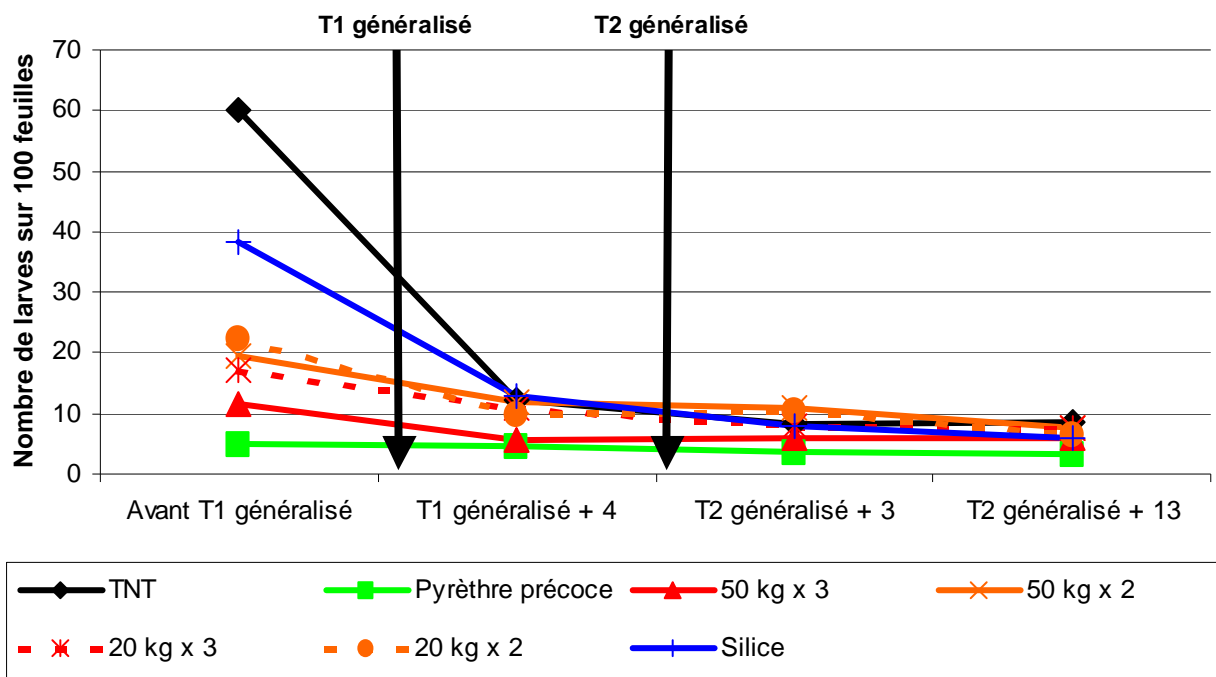


Figure n° 9 : Evolution des populations de larves sur les différentes modalités, après traitement généralisé

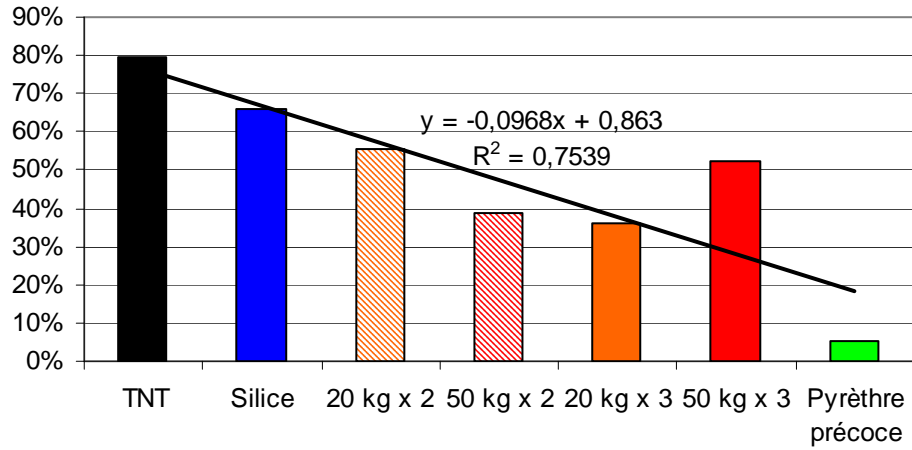


Figure n° 10 : Pourcentage de baisse des populations sur chaque modalité après le premier traitement généralisé par rapport au comptage précédent

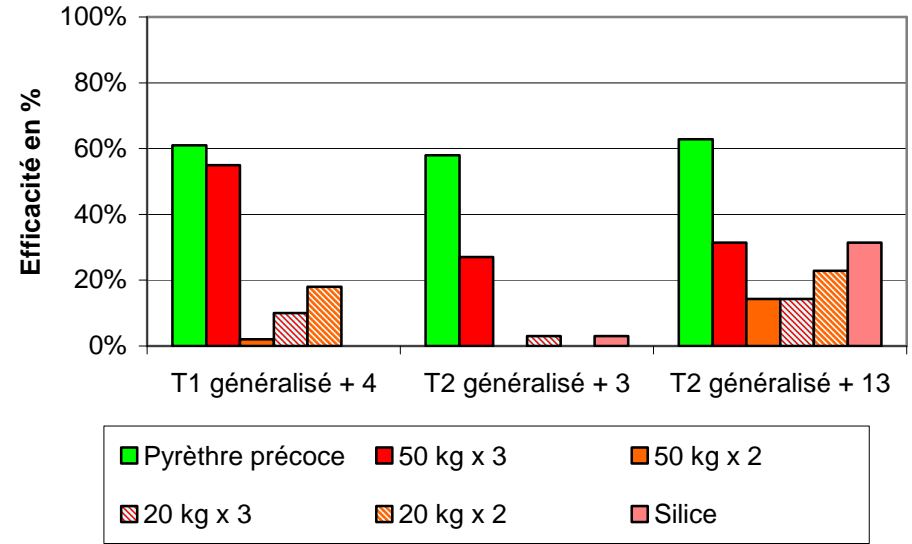


Figure n° 11 : comparaison des efficacités des différentes modalités

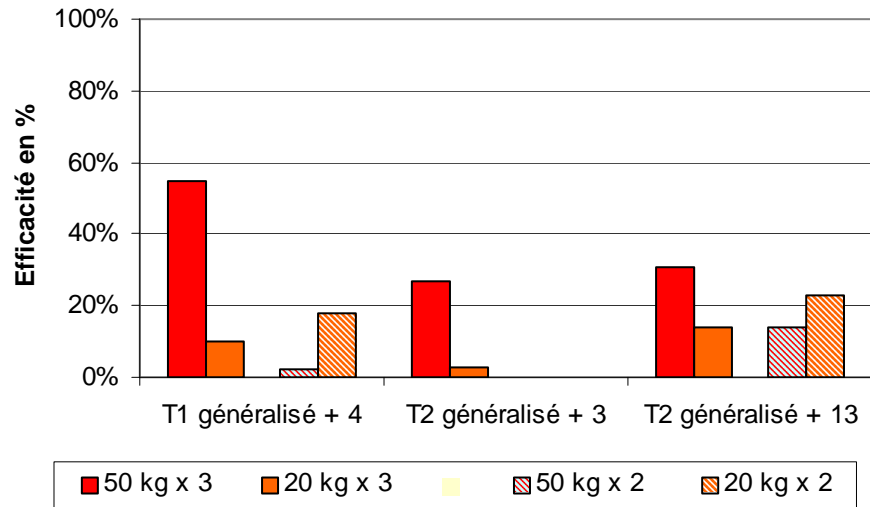


Figure n° 12 : effet de la dose de kaolinite sur l'efficacité des traitements

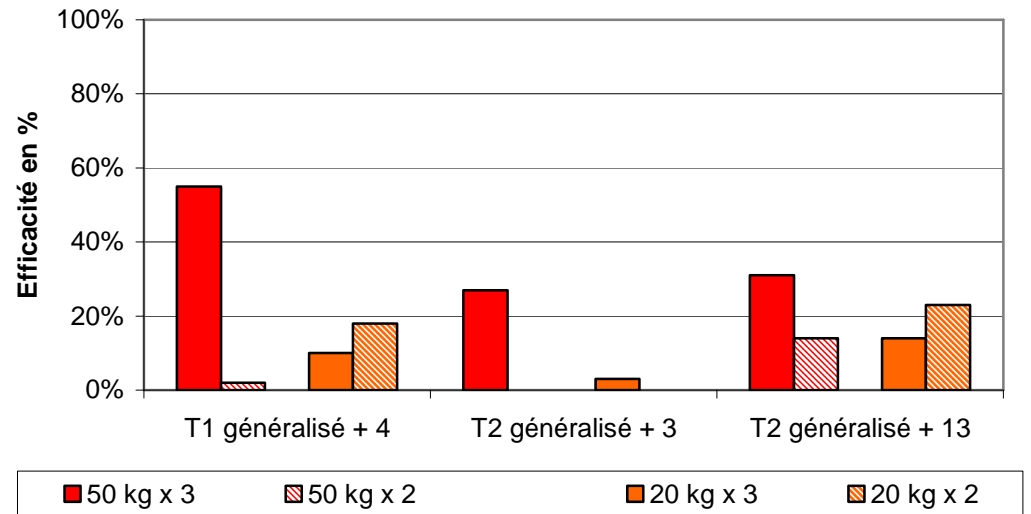


Figure n° 13 : effet du nombre de traitements sur l'efficacité de la kaolinite

Discussion

Pyrèthre naturel :

Dans le contexte de ces deux essais (forte infestation de cicadelles), le pyrèthre naturel présente un potentiel d'efficacité élevé (de l'ordre de 90%). Cependant, il ne permet pas d'éradiquer totalement les cicadelles.

Sur la parcelle 1, l'application tardive (= dans la période indiquée pour le premier traitement obligatoire de l'arrêté préfectoral) a présenté une efficacité légèrement supérieure à la stratégie ayant consisté à commencer les traitement plus précocement, sans toutefois être significative. Sur la parcelle 2, le premier traitement sur la modalité « pyrèthre précoce » (traitement effectué le 29 mai) a présenté une efficacité supérieure au premier traitement réalisé sur le « témoin » (le 11 juin) sur des effectifs initiaux comparables (93% contre environ 80% sur des populations initiales respectives de 55,5 et 60,25 larves pour 100 feuilles).

Dans ces deux essais, la date de déclenchement du premier traitement n'a pas eu d'incidence majeure sur l'efficacité globale du programme. Par contre, l'ensemble des traitements au pyrèthre ont été effectués en fin de période d'installation majoritaire des larves. Nous n'avons pas constaté de remontée des populations en fin de rémanence du produit.

La figure n°10 illustre le comportement du pyrèthre naturel en fonction des effectifs initiaux de larves sur la parcelle 2 : sur cette figure, les modalités ont été classées dans l'ordre décroissant par rapport à leur population au 8 juin (avant le traitement généralisé). La courbe de tendance associée au graphe indique un $R^2 = 0,75$, et un coefficient de corrélation de 0,85. La baisse de population entraînée par le traitement au pyrèthre est d'autant plus importante que la population initiale est élevée. Nous constatons le même comportement de la modalité « pyrèthre précoce » sur la parcelle 1 en comparant l'évolution des populations juste après la première application et celle juste après la seconde. Ce constat n'est pas confirmé sur la modalité « pyrèthre tardif ».

Au vu de l'ensemble de ces résultats, il semble que **l'efficacité du pyrèthre est meilleure sur populations élevées**. Ceci s'explique probablement par le mode d'action du produit (contact) et la faible persistance d'action du produit : le produit n'agit que sur les insectes qu'il atteint. Une qualité de pulvérisation irréprochable est indispensable pour les applications de pyrèthre, notamment lorsqu'elle vise des populations faibles de cicadelles.

Kaolinite calcinée :

Les résultats de ces essais indiquent que le mode d'action de la kaolinite calcinée sur *Scaphoideus titanus* n'est pas d'ordre préventif mais **curatif**. Les applications d'argile ont une influence très faible sur l'installation des populations mais beaucoup plus forte sur les populations installées. Ce constat ne permet pas de conclure quant au mode d'action de ce produit, notamment de savoir s'il présente un réel effet insecticide (effet létal de l'argile sur les larves) ou un effet de barrière minérale (perturbe la prise d'alimentation et entraîne la mort des insectes = effet indirect).

La meilleure efficacité est obtenue avec le maximum d'apport d'argile : 4 x 50 kg/ha. Cependant, à 260 €/ha (hors coût de passage), cette stratégie est extrêmement onéreuse. Le meilleur compromis coût/efficacité est la modalité consistant à apporter 20 kg/application en 4 applications (coût du produit : 104 €). En comparant les stratégies « 2 x 50 » et « 4 x 20 », on pourrait proposer une modalité à 3 applications avec premier traitement en fin d'émergence des larves (fin L2- début L3) à 50 kg/ha, puis renouvelé à une semaine d'intervalle à 20 kg/ha.

Par contre, dans le cadre d'un programme complet « produits alternatifs puis pyrèthre naturel », la justification des applications d'argile est plus discutable. La modalité apportant le plus d'argile (3 x 50 kg/ha avant le premier traitement au pyrèthre) entraîne une baisse significative des populations en début de campagne, jusqu'après la première application de pyrèthre), mais pas après la seconde. Au final, la performance globale du programme n'est pas augmentée, pour un surcoût de 195 € de produit. Par contre, la baisse des populations est atteinte plus rapidement, limitant le risque de propagation précoce de la maladie en zone contaminée. Dans ces situations, une application précoce de pyrèthre serait peut être souhaitable.

Silice :

Compte tenu de l'absence de références techniques sur l'utilisation de la silice sur *Scaphoideus titanus*, le produit a été positionné comme la kaolinite, à la dose conseillée pour lutter contre d'autres ravageurs. Comme pour la kaolinite, il semble que des applications trop précoces (pendant la phase d'installation des larves) ne soient pas justifiées.

L'efficacité de la silice est limitée (maximum 46%) et la persistance d'action est très courte. Le niveau d'efficacité de ce produit pourrait être amélioré en augmentant la dose d'utilisation. Cependant, le coût annoncé du produit (entre 7 et 10 €/kg) limiterait l'intérêt de ce produit.

Conclusion

Les résultats ont été obtenus sur des parcelles à niveau élevé (parcelle 2) et très élevé (parcelle 1) de cicadelles.

Sur les deux parcelles, les programmes à base de pyrèthre ont permis de réduire très significativement les populations de cicadelles, que les traitements aient été positionnés précocement (début d'apparition des L3) ou plus tardivement (conformément aux obligations des arrêtés préfectoraux), mais toujours en fin de période d'installation des larves. L'augmentation du nombre de traitements (4 au lieu de 2) a augmenté la performance du programme. Par contre, quelque soit le programme considéré, les applications de pyrèthre n'ont pas permis d'éradiquer les populations de cicadelle. L'efficacité du produit chute fortement sur les faibles populations de cicadelle. La qualité de pulvérisation joue probablement un rôle déterminant dans l'efficacité du produit dans ces conditions.

Ces essais permettent de confirmer le potentiel d'efficacité de l'argile kaolinite et de préciser les conditions d'efficacité du produit. Les applications trop précoces (pendant la phase d'installation des larves) n'ont aucune efficacité. Il est préférable d'envisager la première application lorsque le maximum de larves sont présentes, à la dose de 50 kg/ha. Les renouvellements à 50 kg à chaque traitement assurent la meilleure efficacité mais à un coût élevé. Le meilleur compromis efficacité / dose utilisée / coût semble être une stratégie à 3 applications : 50 kg/ha au maximum de présence des cicadelles, puis renouvelée 2 fois à une semaine d'intervalle à 20 kg/ha. Cette stratégie s'entend en dehors de lessivage.

L'utilisation d'argile ne semble pas être indiquée si elle est suivie de traitements au pyrèthre, sauf en cas de présence de flavescence dorée à proximité des parcelles considérées pour réduire précocement le risque de contamination par les larves. Dans cette situation, une application précoce de pyrèthre pourrait également être envisagée. Ce produit aurait tout son intérêt s'il avait une homologation pour lutter contre la cicadelle ce qui exonérerait le viticulteur des traitements au pyrèthre naturel. Cependant, le coût /kg du produit et donc le coût du programme pourrait être un frein au développement de cette stratégie.

Dans les conditions dans lesquelles elle a été utilisée (7 kg/ha, 4 applications), la terre de diatomée ne présente pas d'intérêt particulier dans le cadre de la lutte contre cette cicadelle. Une optimisation des périodes d'intervention ainsi qu'une augmentation de la dose d'utilisation pourrait être envisagée, mais là encore, le prix du programme risque d'être rédhibitoire.

Remerciements

Nous tenons à remercier les viticulteurs qui ont accepté de nous mettre à disposition une parcelle pour réaliser ce travail.

Nous remercions également la société AGS et M Jean-Yves MARTIN pour la mise à disposition de leur produit.

Nous associons à nos remerciements les bailleurs de fonds de ces expérimentations. Ces essais ont été mis en place avec le soutien financier de la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt, de Viniflor et du Conseil Régional Languedoc-Roussillon dans le cadre du XIIIème contrat de projet état-région, filière viti-vinicole, volet recherche-expérimentation viti-vinicole.