



LUTTE CONTRE LA CICADELLE JAUNE (VECTRICE DE LA FLAVESCENCE DOREE) EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE Marc Chovelon- David Lafond

1 Problèmes de la lutte en Agriculture Biologique :

L'obligation de traitement, décrétée par arrêté préfectoral, est valable aussi bien en conventionnel qu'en bio. Dans certains départements, des passages par hélicoptère furent imposés, avec des produits de synthèse, au grand dam des agrobiologistes. Aujourd'hui, le seul insecticide naturel homologué en France pour la lutte contre la Flavescence Dorée est la roténone, et son homologation est plus due à une volonté de laisser la possibilité aux agrobiologistes de traiter sans perdre leur certification qu'à une réelle reconnaissance de l'efficacité du produit. En effet, jusqu'à l'homologation de ce produit, il n'existait aucun moyen légal de lutte pour les agrobiologistes, à moins de perdre leur certification.

Toutefois, l'utilisation de la roténone dans ce cadre est encore mal maîtrisée, et son efficacité plus faible a priori que les insecticides de synthèse oblige à faire plus de traitements (5 au lieu des 3 obligatoires). La roténone est homologuée avec une conditionnalité sur l'efficacité du traitement : si les traitements à la roténone ne suffisent pas à éliminer complètement la cicadelle (puisque dans ce cas il n'est pas question de seuil de tolérance, une seule cicadelle pouvant suffire à propager la maladie), un traitement chimique peut être imposé (et donc la perte de la certification, là encore). De plus, la roténone a un spectre d'action large, des applications répétées sont néfastes à la faune auxiliaire également, ce qui est en contradiction avec l'éthique de la bio. Ainsi, il est établi que des traitements répétés à la roténone peuvent entraîner la disparition d'acariens auxiliaires (Typhlodromes notamment) avec pour conséquence des pullulations d'acariens ravageurs.

2 Essais sur la roténone :

2.1 Généralités :

La roténone est un des insecticides naturels les plus anciennement connus, puisqu'elle est utilisée depuis la fin du XI^e siècle. Elle est présente dans de nombreuses espèces végétales, ce qui explique son utilisation (sous forme d'extraits végétaux) dans de nombreux endroits de la planète depuis longtemps.

Elle agit sur la respiration cellulaire, en interrompant le transfert de la chaîne respiratoire ; c'est pourquoi son spectre d'action est très large, et affecte également la faune auxiliaire (insectes mais également araignées, acariens...), ce qui impose un usage modéré du produit pour le respect de l'équilibre écologique des parcelles traitées, équilibre fondamental en agriculture biologique. Elle est inoffensive pour les animaux à sang chaud (bien qu'elle puisse poser des problèmes à haute dose), mais beaucoup plus

dangereuse pour les vertébrés à sang froid (reptiles, batraciens, poissons), à telle point qu'elle est utilisée aux Etats-Unis par des fédérations de pêche désirant « nettoyer » un plan d'eau des espèces indigènes pour réensemencer avec des espèces plus nobles (salmonidés, par exemple). Sa DL50 chez les mammifères est variable selon les espèces, allant de 50 à 1000 mg.kg⁻¹, le plus souvent autour de 500 mg.kg⁻¹ (chez le rat : DL50 par ingestion = 132 mg.kg⁻¹). Sa rémanence est assez faible (3 à 5 jours), ce qui la rend intéressante pour l'agriculture biologique.

2.2 Nécessité d'une expérimentation sur la roténone :

Nous avons vu plus haut le problème posé par l'utilisation de la roténone en bio. Toutefois, la faible efficacité relative de la roténone peut être due non à un effet insuffisant de la molécule elle-même mais à une mauvaise maîtrise des condition d'application du produit. Différents facteurs peuvent entrer en jeu. Nous nous avons testés plusieurs de ces facteurs : la photosensibilité de la molécule, le positionnement du traitement, le nombre d'applications et les modalités d'application. Tous ces essais ont été réalisés sur des microparcelles d'une dizaine de ceps, en s'inspirant des modalités décrites dans le protocole CEB n°147 (mais sans référence chimique puisque nous travaillions chez un viticulteur biologique), à l'exception du dernier qui concerne l'utilisation du produit en grand travail, avec le matériel de pulvérisation du viticulteur.

2.3 Caractère photosensible :

Il est couramment évoqué que la roténone est dégradée par la lumière du soleil. La formule de la molécule laisse supposer une sensibilité aux ultraviolets, ce qui a amené l'entreprise commercialisant le produit à préconiser plutôt l'application le soir ; toutefois, nous n'avons pas trouvé de références à des expérimentations au champ sur cette propriété. Nous avons donc étudié ce qu'il en est en comparant l'effet d'applications le matin et le soir.

2.4 Positionnement du traitement :

Nous savons que les cicadelles deviennent infectieuses trente jours après la piqûre d'alimentation par laquelle elles ont été infectées. Pour une larve née sur un pied malade, cela veut dire qu'elle sera infectieuse grosso modo au moment de sa troisième mue larvaire (passage au stade L4). Il faut donc positionner le traitement de façon à ce qu'il agisse avant ce moment là, mais aussi de façon à ce qu'il tue le plus de larves possibles (il ne sert à rien étant donné la faible rémanence du produit de traiter dès l'apparition des larves). Or, la roténone semble ne pas agir immédiatement, mais avoir une certaine latence. Ceci pourrait être dû à son mode d'action : les substances inhibitrices de la respiration cellulaire mettent plus de temps à agir que les neurotoxiques. Cet effet retardé par rapport à l'application n'est pas lié à la rémanence du produit, mais au temps de transfert du principe actif jusqu'à sa cible. Dans ce cas, il devient nécessaire de traiter encore plus tôt. Des essais réalisés par le CIVAM Viticole de Corse et l'ITV d'Orange en 2001 montre que le plein effet du produit à lieu 8 jours après application. Nous avons donc comparé l'effet d'un traitement positionné 8 jours avant l'apparition des L4 (soit à l'apparition des L3), et un traitement positionné à l'apparition des L4.

2.5 Nombre de traitements :

Les Services de Protection des Végétaux, qui supervisent l'application des arrêtés de traitement obligatoire, imposent trois traitements en zone de lutte obligatoire : l'un fin mai, début juin (grosso modo à l'apparition des L4), le deuxième environ dix jours plus tard (selon la rémanence du produit utilisé), et le dernier en août, visant les adultes. Toutefois, cela est valable pour les insecticides de synthèse, mais pas pour la roténone, pour laquelle cinq traitements sont obligatoires, en raison de son efficacité supposée moindre. Toutefois, ces cinq traitements ne semblent pas tous utiles, puisque les derniers traitements visent les adultes, sur lesquels la roténone n'agit pas ou peu. Ces derniers traitements sont plus semble t'il destinés à rassurer les viticulteurs conventionnels voisins qui estiment parfois que les bios ne prennent pas suffisamment part à la lutte. Deux ou trois traitements bien positionnés sur les stades larvaires pourraient être aussi efficaces. Nous allons donc comparer les efficacités d'un, deux et trois traitements cumulés.

2.6 Modalités de traitement :

Cet essai est déconnecté des autres essais, puisqu'il s'agit de tester les conditions d'application en grand travail du produit. Les pulvérisateurs utilisés par les viticulteurs créent un nuage de bouillie finement pulvérisée, qui permet de répartir le produit de manière homogène dans la végétation (figure 1a). Comme une bonne partie du produit traverse le rang immédiatement traité, on considère souvent que le rang voisin est traité également sur une face. Ainsi, en effectuant un passage tous les deux rangs, on peut traiter chaque face de chaque rang (figure 1b). Toutefois, le produit est mieux réparti sur le feuillage si on effectue un passage tous les rangs (traitement face par face, figure 1c). Dans ce cas, la concentration de la bouillie en matière active est évidemment à diviser par deux, pour conserver la même dose à l'hectare. Ce type d'application est par contre deux fois plus long, c'est pourquoi nombre de viticulteurs estiment suffisant un passage un rang sur deux. Nous allons donc comparer l'efficacité d'un passage tous les deux rangs à celle d'un passage tous les rangs, avec le pulvérisateur à jet porté de l'agriculteur propriétaire des parcelles.

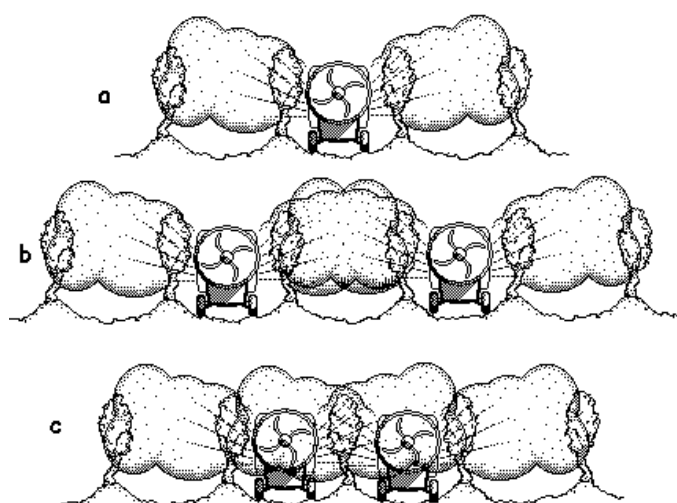


Figure 1 : modalités de traitement en grand travail.

3 Essais sur le pyrèthre :

3.1 Généralités :

Le pyrèthre est comme la roténone un insecticide naturel connu depuis longtemps. Des extraits de *Chrysanthemum*, dont est extrait le pyrèthre, étaient utilisés contre les poux pendant les guerres Napoléoniennes. Le pyrèthre est un mélange de plusieurs molécules (pyréthrine I et II, cinérine I et II, jasmoline I et II) de toxicités différentes, les plus actifs étant la pyréthrine I et la cinérine I. Tous ces composés agissent sur la transmission de l'influx nerveux, ce qui explique l'effet « knock-down » important du pyrèthre.

Le pyrèthre est considéré comme inoffensif pour les mammifères, bien que des phénomènes d'allergies puissent se produire, d'où les précautions à prendre par l'utilisateur. Sa DL50 chez le rat vaut 584 à 900 mg.kg⁻¹, selon l'origine du produit. De plus, il est très sensible au soleil, ce qui fait son atout en agriculture biologique, puisqu'il est très peu rémanent.

3.2 Nécessité d'une expérimentation sur le pyrèthre :

Le pyrèthre n'est pas à l'heure actuelle homologué en France dans le cadre de la lutte contre les cicadelles, mais il semble qu'il puisse être une alternative intéressante à l'utilisation de la roténone. Des essais effectués en 2000 par le CIVAM de Corse donnent une efficacité intéressante pour ce produit (95% d'efficacité avec deux traitements). Toutefois, des essais plus anciens effectués notamment par le CIVAM-bio Languedoc Roussillon et le Service de Protection des Végétaux de l'Aude donnent des résultats contradictoires concernant l'efficacité du pyrèthre. Ces essais ont à l'époque été abandonnés car les sociétés (italiennes notamment) commercialisant le pyrèthre ne souhaitaient pas s'engager dans un processus d'homologation en France. Reste que les raisons des différences d'efficacité constatées entre la Corse et le Languedoc Roussillon (où les résultats furent hétérogènes et dans l'ensemble peu intéressants) sont inconnues. S'il s'avérait que le pyrèthre était plus efficace que la roténone, cela pourrait conduire à une homologation du produit, l'homogénéisation des législations européennes aidant. Le but de nos essais est avant tout de confirmer si les résultats du CIVAM Corse sont reproductibles en Provence.

3.3 Modalités étudiées :

Nous n'avons étudié pour le pyrèthre que l'effet du nombre de traitements sur l'efficacité du produit. Nous ne pouvons matériellement pas faire beaucoup de modalités concernant ce produit étant donné le nombre de modalités relatifs à la roténone déjà effectuées. Nous avons donc choisi de comparer l'effet d'un ou de deux traitements, le premier étant positionné quatre semaines après les premières éclosions puisque les essais précédents ont montré un effet très rapide du produit. En ce qui concerne un essai en grand travail, il est évidemment hors de question puisque le produit n'est pas homologué en France.

4 Conditions d'expérimentations :

4.1 Parcelle d'expérimentation :

La parcelle retenue pour l'expérimentation appartient au Domaine du Mas de la Dame, sur la commune des Baux de Provence. Elle présente les caractéristiques suivantes :

- œ Cépage : Syrah
- œ Densité : 4000 pieds par hectare
- œ Distance de plantation : 2,50 m x 1,00 m
- œ Taille : Cordon de royat palissé verticalement

Nous verrons plus loin que le choix de cette parcelle nous a posé quelques problèmes à cause de la répartition de la population de cicadelles, mais aucune autre parcelle parmi celles que nous avons prospectées avant de mettre en place l'essai ne présentait un niveau de population suffisant pour un essai concluant.

4.2 Mise en place de l'essai :

4.2.1 Microparcelles :

Les essais ont été réalisés sur des microparcelles de trois rangs de quinze ceps chacun, les comptage n'étant effectués que sur dix des onze ceps centraux (fig. 2). Les traitements ont été effectués à l'aide d'un pulvérisateur à dos sur les deux faces du rang central. La vigne étant encore peu développée au moment de l'expérimentation, une partie de la pulvérisation risque de traverser le rang et de parvenir au rang voisin. C'est pourquoi les rangs de garde seront traités uniquement sur l'extérieur de la microparcelle. Cela permet de mettre en commun les rangs de garde, sans interférence au niveau des zones de comptage (fig. 2).

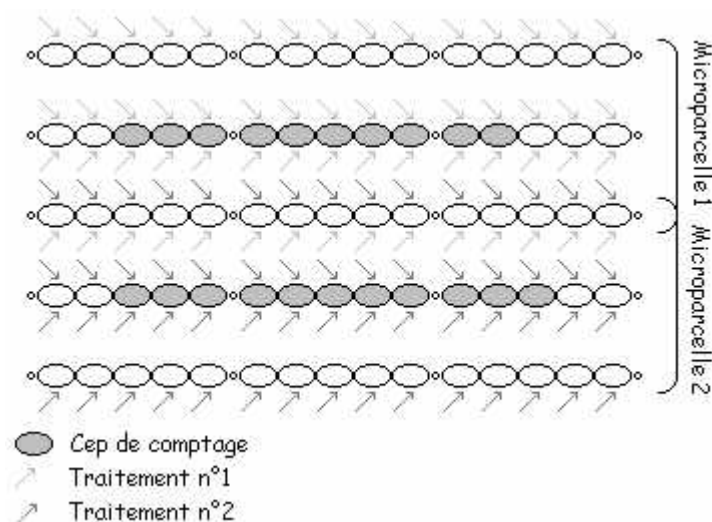


Figure 2 : dispositif de travail en microparcelles.

Nous avons huit modalités sur les microparcelles, avec quatre répétitions pour chaque essai, plus quatre témoins. Les témoins seront placés hors du dispositif d'essai, il reste donc 32 microparcelles à répartir sur la parcelle.

Les différentes modalités sont les suivantes :

1. Un traitement roténone, trois semaines après les premières éclosions, le matin,
2. Un traitement roténone, quatre semaines après les premières éclosions, le matin,
3. Un traitement roténone, trois semaines après les premières éclosions, le soir,
4. Un traitement roténone, quatre semaines après les premières éclosions, le soir,
5. Deux traitements roténone, le premier étant réalisé quatre semaines après les premières éclosions et le suivant à une semaine d'intervalle, le matin,
6. Trois traitements roténone, le premier étant réalisé quatre semaines après les premières éclosions les suivants à une semaine d'intervalle, le matin,
7. Un traitement pyrèthre, quatre semaines après les premières éclosions, le soir,
8. Deux traitements pyrèthre, le premier étant réalisé quatre semaines après les premières éclosions et le suivant à une semaine d'intervalle, le soir.

Pour les modalités à plusieurs traitements, ils sont répétés à une semaine d'intervalle. Ces modalités sont réparties au hasard sur les microparcelles. Les témoins n'ont pas été imbriqués dans l'essai mais réparti autour, pour éviter d'une part des pollutions des témoins par les traitements (problème du pulvérisateur pneumatique) et d'autre part les recolonisations de microparcelles traitées à partir des témoins. Nous verrons plus loin que cela peut poser quelques problème pour analyser les résultats, mais ces problèmes se sont posés après coup. Le tableau figure 3 donne cette disposition. Nous avons choisi un dispositif à quatre blocs.

Bloc 1	8	6	1	5	2	7	3	4
Bloc 2	6	2	4	7	3	1	5	8
Bloc 3	1	3	8	2	7	6	4	5
Bloc 4	2	5	7	6	1	3	8	4

Figure 3 : répartition des modalités sur les microparcelles.

4.2.2 Grand travail :

L'essai grand travail nécessitera trois rangs pour le passage sur une seule face, six rangs pour le passage sur les deux faces (les comptages se faisant sur les deux rangs centraux), et les rangs de gardes. Nous avons décidé de laisser trois rangs de gardes de part et d'autre du grand travail, et deux rangs entre les deux essais.

4.2.3 Organisation de la parcelle :

La forme de la parcelle est irrégulière : elle est coincée entre les contreforts des Alpilles et la route de St Rémy de Provence à Maussane ; de plus elle présente un gradient de population marqué, avec une population plus importante au pied des Alpilles. Les blocs sont donc disposés perpendiculairement à ce gradient.

4.3 Traitements :

Nous avons passé 140 litre de bouillie par hectare au pulvérisateur pneumatique à dos, pour une concentration de 3 L.ha⁻¹ pour la roténone et 1.2 L.ha⁻¹ pour le pyrèthre (soit 1.5 kg.ha⁻¹, valeur préconisée par le fabricant). Nous avons utilisé les spécialités commerciales Roténobiol (Samabiol) pour la roténone et Pyrèthro Or (AgriClean) pour le pyrèthre.

4.4 Comptages :

Les comptages se font sur dix ceps parmi les onze ceps centraux de chaque microparcelle, ceci permettant de gérer l'absence de quelques ceps. Pour chaque cep, ont été examinées cinq feuilles prises au hasard dans le tiers inférieur du rameau (entre la première et la cinquième feuille). On a compté ainsi pour chaque modalité le nombre de cicadelles sur 200 feuilles (5 feuilles x 10 ceps x 4 répétitions), afin de déterminer la fréquence et l'intensité de présence des cicadelles. L'unité de base pour le traitement statistique des données est la microparcelle, on travaille sur la population de larves pour 50 feuilles et le pourcentage de feuilles occupées.

5 Résultats :

5.1 Discussion sur le mode de comptage :

La répartition des larves dans le feuillage a évolué au fil du temps. Lors des premiers comptages, les larves étaient concentrées sur les feuilles les plus près du tronc, avec des populations par feuille pouvant atteindre 63 larves (maximum relevé). Toutefois, nous ne relevions de telles populations (supérieures à 1) qu'épisodiquement, et des pics supérieurs à 20 étaient très rares. C'est un premier biais, qui peut expliquer certains résultats surprenants (notamment la hausse de population dans la modalité 5 (deux traitements roténone) au second comptage, qui se traduit par une efficacité fortement... négative !)

Avec le temps, nous avons constaté une dilution de la population dans le feuillage. Ceci a entraîné la disparition de ces fortes concentrations de larves. Par conséquent, étant donné que nous n'avons pas changé le mode de comptage (choix des feuilles près du bois, sur le tiers inférieur des rameaux), on constate une baisse de la population même sur les témoins. Cette baisse est encore accentuée par le fait que la parcelle n'a été palissée que très tardivement (fin juin). La végétation a donc été très exubérante pendant tout l'essai, puisque nous avons demandé aux viticulteurs de ne pas palisser les rangs de comptage (à l'exception du grand travail, pour lequel nous sommes intervenu trop tard, cf. 5.10). La population se répartissant progressivement sur tout le feuillage, un comptage sur cinq feuilles entraîne nécessairement un biais. Ce biais est pris en compte dans le calcul de l'efficacité via les témoins, puisqu'on considère qu'il est le même sur les témoins et sur les modalités. Mais c'est ce qui explique la baisse générale de population tout au long des comptages.

5.2 Méthodes statistiques employées :

☞ Le logiciel utilisé était Statitcf. Nous avons réalisé des analyses de variance par bloc à deux facteurs (modalité et bloc) afin de déterminer quelles différences étaient significatives

Ces analyses de variances ont été réalisées en rassemblant les blocs des manières suivantes :

- ☞ Premier traitement + 2 jours
- ☞ Premier traitement + 7 jours
- ☞ Premier traitement + 14 jours

- ☞ Premier traitement + 21 jours
- ☞ Dernier traitement + 7 jours *
- ☞ Dernier traitement + 14 jours *

*Uniquement sur les données de l'essai en microparcelles

5.3 Discussion sur le calcul des efficacités :

Le calcul standard de l'efficacité d'un produit dans le cadre d'un essai comme le notre se fait suivant la formule d'Abott :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Population du témoin} - \text{Population de la modalité étudiée}}{\text{Population du témoin}}$$

Cette formule permet de mettre en évidence les différences avec le témoin, en partant du postulat que les différences par rapport au témoin sont dues uniquement aux traitement étudié (postulat : « toutes autres conditions égales par ailleurs »).

Dans notre cas toutefois se pose un problème due à la situation particulière de la parcelle. En effet, elle présente une forte hétérogénéité de population dans les comptages préliminaires. L'analyse de variance sur les populations initiales ne permet pas de mettre en évidence de différences significatives. Ceci permet de partir du principe que la population de départ est homogène, et que les différences constatées sont dues uniquement au comptage. Cependant, si on accepte cette hypothèse, l'erreur sur la mesure est telle qu'il ne semble pas cohérent de poursuivre plus loin une analyse des résultats : toutes les différences observées par la suite peuvent être le fait des comptages.

Nous avons donc préféré considérer que les comptages sont valables (sans nier le fait qu'il existe une erreur due au comptages, puisque la méthode de comptage est loin d'être parfaite). Cela oblige à prendre en compte les différences de populations initiales observées. Pour ce faire, notre proposition consiste à calculer les efficacités non pas sur les données brutes, mais en calculant au préalable le pourcentage de la population initiale restant à la date considérée. C'est à cette valeur que nous avons appliqué la formule d'Abott.

Les trois exemples suivant permettent de mieux voir les différences entre les deux méthode de calcul des efficacités, et donne une idée des problèmes auxquels nous avons été confronté.

Dans le premier cas, les populations initiales du témoin et de la modalité étudiée sont très proches. Les deux approches sont dans ce cas équivalentes.

Valeurs brutes des populations			Pourcentage de la population initiale		
Témoin 2	Modalité 7	Efficacité	Témoin 2	Modalité 7	Efficacité

			1			2
T0	473	468		100,0	100,0	
T+2	255	88	65,5%	53,9	18,8	65,1%
T+7	129	36	72,1%	27,3	7,7	71,8%
T+14	155	45	71,0%	32,8	9,6	70,7%
T+21	84	21	75,0%	17,8	4,5	74,7%

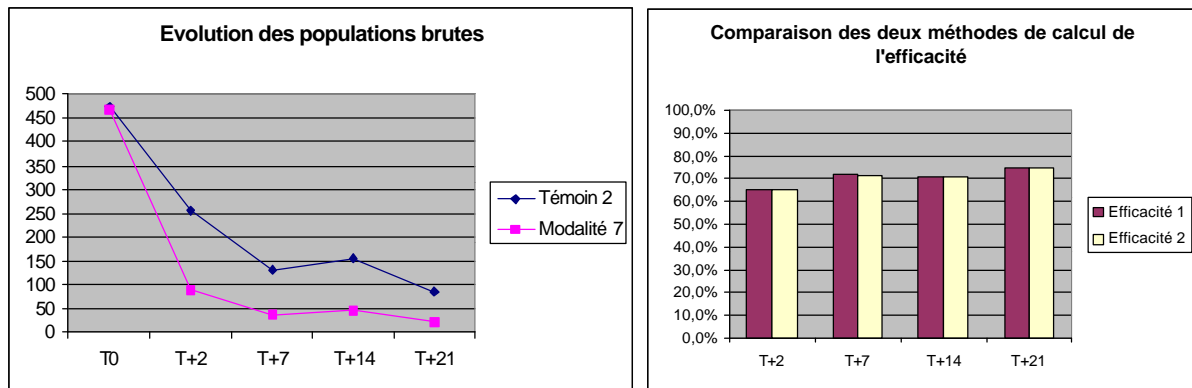


Figure 4 : Premier exemple

Dans ce deuxième cas, on part de populations différentes. Les deux approches ne donnent pas du tout les mêmes résultats.

	Valeurs brutes des populations		Efficacité 1	Pourcentage de la population initiale		
	Témoins 1	Modalité 6		Témoins 1	Modalité 6	Efficacité 2
T0	614	893		100,0	100,0	
T+2	557	594	-6,6%	90,7	66,5	26,7%
T+7	473	487	-3,0%	77,0	54,5	29,2%
T+14	188	135	28,2%	30,6	15,1	50,6%
T+21	172	106	38,4%	28,0	11,9	57,6%
T+28	84	41	51,2%	13,7	4,6	66,4%

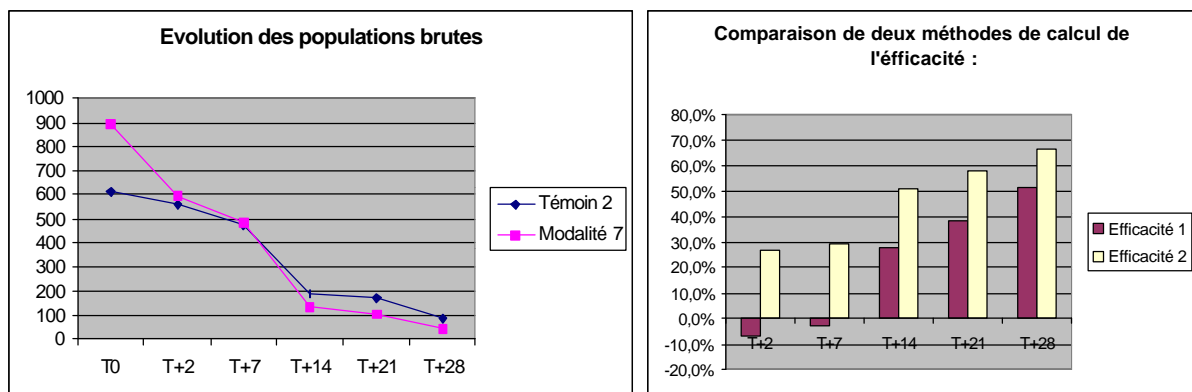


Figure 5 : Deuxième exemple

Dans le dernier cas, la population initiale de la modalité étudiée est inférieure à celle du témoin. Ceci pose le problème de la surestimation d'une efficacité, puisque c'est ce qui se passe si on ne prend pas en compte les différences entre les populations initiales.

	Valeurs brutes des populations		Efficacité 1	Pourcentage de la population initiale		
	Témoin 2	Modalité 9		Témoin 2	Modalité 9	Efficacité 2
T0	473	381		100,0	100,0	
T+2	255	102	60,0%	53,9	26,8	50,3%
T+7	129	67	48,1%	27,3	17,6	35,5%
T+14	155	37	76,1%	32,8	9,7	70,4%
T+21	84	19	77,4%	17,8	5,0	71,9%

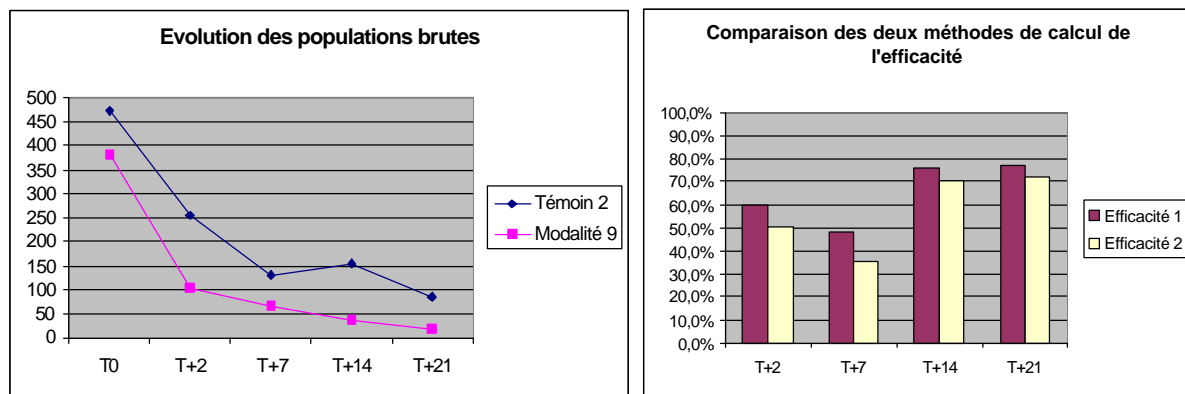


Figure 6 : troisième exemple

Ce dernier exemple pose un autre problème : en effet, en voyant les deux courbes de population, on est tenté de les considérer comme parallèles, et d'en déduire que le traitement n'as pas d'effet. Or le tableau de la figure 6 montre bien que si on considère le pourcentage de la population initiale, l'évolution est bien plus importante dans le cas de la modalité 9, et nous verrons par la suite qu'il y a une efficacité significative (la modalité 9 est l'une des modalités du grand travail).

Enfin, les populations des derniers comptages étant très basses (entre 12 et 84 formes mobiles pour 200 feuilles au dernier comptage) ; il est certain que les conclusions formulées à partir de ces derniers comptages sont à nuancer, car dans ce cas l'erreur relative due au comptage est plus importante.

5.4 Remarques sur la présentation des résultats :

Nous avons évoqué dans les parties 2 et 3 différents facteurs dont nous voulions déterminer l'influence. Les résultats seront donc présentés par facteur, et analysés au fur et à mesure. Les résultats présentés seront uniquement les efficacités.

Les deux méthode de calcul de l'efficacité sont données chaque fois. Elles sont appelées « Efficacité Abbott » pour le calcul par la formule d'Abbott appliquée au donnée brutes, et « Efficacité David » pour le calcul à partir des évolutions. Les analyses statistiques notamment ont été effectuées dans les deux cas, mais nous avons préféré

nous appuyer sur les résultats des analyses des évolutions pour formuler nos conclusions, puisqu'il nous semble que cela correspond plus à la réalité.

Les comptages dans les tableaux de résultats et sur les graphes sont repérés par les mentions suivantes :

- œ « T+λ » : Cela signifie que le comptage a eu lieu λ jours après le premier traitement.
- œ « Dt+λ » : Cela signifie que le comptage a eu lieu λ jours après le dernier traitement.

Enfin, il arrive que plusieurs modalités servent à étudier le même facteur. Par exemple, la première comparaison présentée est entre un traitement roténone et un traitement pyrèthre. Les modalités 1, 2, 3 et 4 sont comparées à la modalité 7. Pour la présentation des résultats, les valeurs des efficacités des quatre modalités « un traitement roténone » sont agglomérées en en prenant la moyenne. Toutefois, les analyses statistiques ont été faites avec les quatre modalités distinctes, et l'annonce d'une différence significative signifie que chacune des quatre modalités (1, 2, 3 et 4) est différente de la modalité 7.

5.5 Facteur « produit employé » :

5.5.1 Résultats pour un seul traitement :

On compare dans ce cas les modalités 1, 2, 3 et 4 (un traitement roténone) d'une part à la modalité 7 (un traitement pyrèthre) d'autre part.

	Efficacité Abott		Efficacité David	
	Roténone	Pyrèthre	Roténone	Pyrèthre
T+2	4,8%	65,5%	14,4	65,1
T+7	2,9%	72,1%	13,6	71,8
T+14	33,5%	71,0%	40,3	70,7
T+21	30,8%	75,0%	37,6	74,7

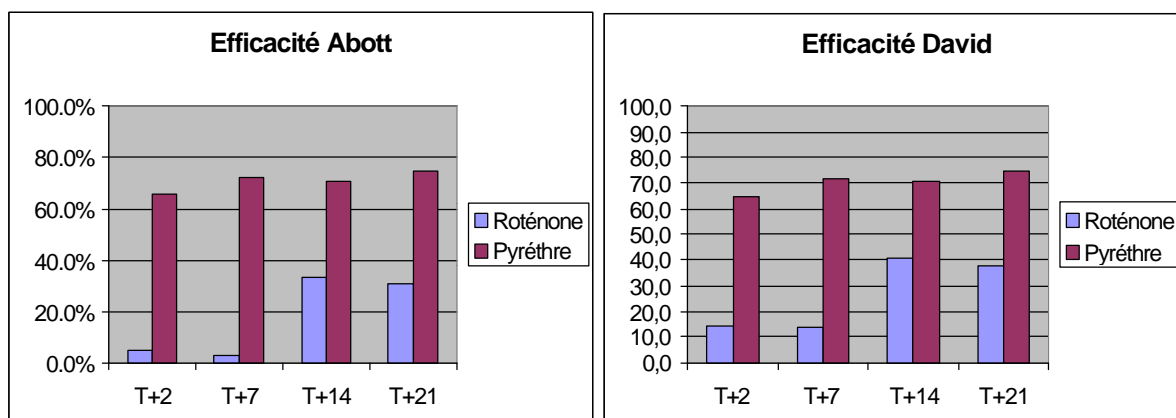


Figure 7 :Efficacité d'un seul traitement : comparaison roténone-pyrèthre :

5.5.2 Résultats pour deux traitements :

On compare dans ce cas la modalité 5 (deux traitements roténone) d'une part à la modalité 8 (deux traitements pyrèthre) d'autre part.

	Efficacité Abott		Efficacité David	
	Roténone	Pyrèthre	Roténone	Pyrèthre
T+2	-41,8%	61,6%	-29,0	65,6
T+7	2,7%	72,9%	11,5	75,7
T+14	26,6%	89,0%	33,2	90,2
T+21	43,6%	85,7%	48,7	87,2

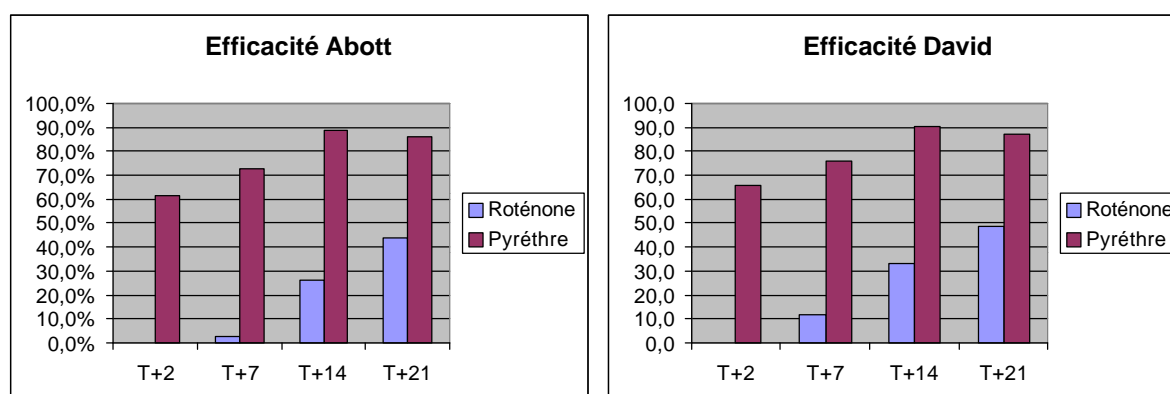


Figure 8 :Efficacité de deux traitements : comparaison roténone-pyrèthre :

5.5.3 Conclusions et discussion :

Que ce soit pour un ou deux traitements, et quelle que soit la méthode de calcul de l'efficacité employée, le résultat est sans équivoque, et confirme par les analyses de variance : le pyrèthre est significativement plus efficace que la roténone. Cette différence d'efficacité n'est pas surprenante, étant donné les résultats d'essais précédents (notamment ceux du CIVAM Viticole de Corse). Toutefois, il semble que l'effet de la roténone ait été particulièrement faible, toujours en référence aux essais précédents. Quoi qu'il en soit, le pyrèthre semble plus intéressant dans le cadre de la lutte obligatoire contre un insecte vecteur d'une maladie de quarantaine. Il semble en effet difficile d'atteindre l'objectif « zéro cicadelle » avec la roténone, alors que le pyrèthre pourra avoir une efficacité suffisante.

5.6 Facteur « Heure de traitement » : cas de la roténone :

5.6.1 Résultats :

On compare les modalités 1 et 2 (traitement le matin) d'une part et 3 et 4 (traitement le soir) d'autre part.

	Efficacité Abott		Efficacité David	
	Matin	Soir	Matin	Soir
T+2	11,8%	-2,2%	9,4	19,4
T+7	15,3%	-9,5%	13,7	13,5

T+14	39,9%	27,1%	38,3	42,3
T+21	35,1%	26,5%	33,3	42,0

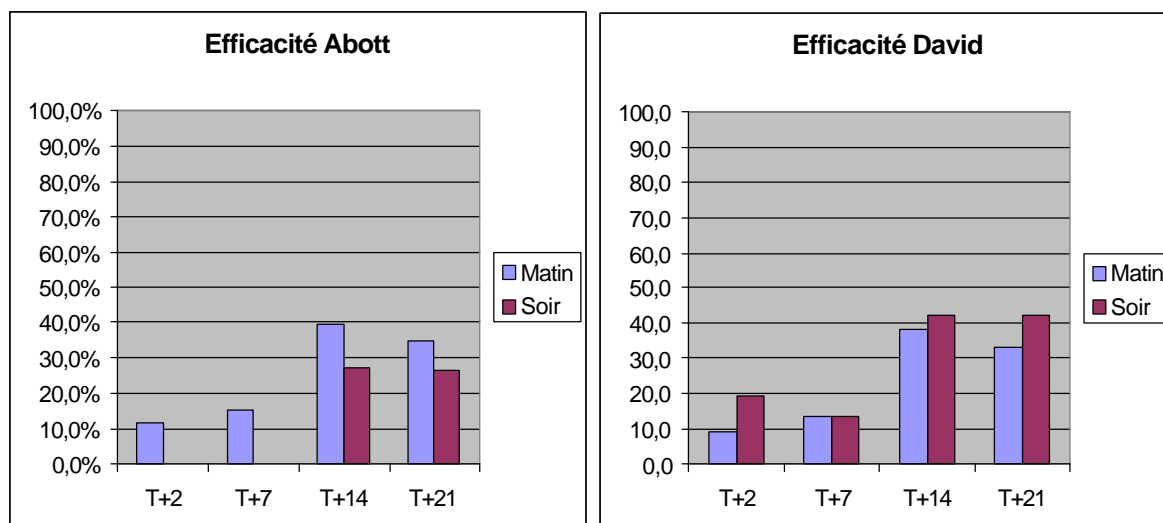


Figure 9 : Comparaison entre traitement le matin et le soir

5.6.2 Conclusions et discussion :

Dans ce cas, la disparité entre les deux méthodes de calcul de l'efficacité est évidente. Si on se réfère à la méthode basée sur les évolutions de populations, il n'y a aucune différence entre les traitements matin et soir, ce que confirme l'analyse de variance, quelles que soient les données auxquelles on l'applique (données brutes ou évolution). Il semble donc que la photosensibilité de la molécule de roténone soit trop faible pour avoir une influence quelconque sur l'efficacité au vignoble. Toutefois, cela est valable pour les conditions de l'essai (notamment, le ciel était nuageux pour la première application le matin (modalité 1), mais complètement dégagé lors de la deuxième (modalité 2)).

5.7 Facteur « Nombre de traitement » : cas de la roténone :

On compare les modalités 1,2,3 et 4 (un traitement roténone), 5 (deux traitements roténone) et 6 (trois traitements roténone).

5.7.1 Comparaison : délais à partir du premier traitement :

	Efficacité Abott			Efficacité David		
	Un traitement	Deux traitements	Trois traitements	Un traitement	Deux traitements	Trois traitements
T+2	4,8%	-41,8%	-6,6%	14,4	-29,0	26,7
T+7	2,9%	2,7%	-3,0%	13,6	11,5	29,2
T+14	33,5%	26,6%	28,2%	40,3	33,2	50,6
T+21	30,8%	43,6%	38,4%	37,6	48,7	57,6

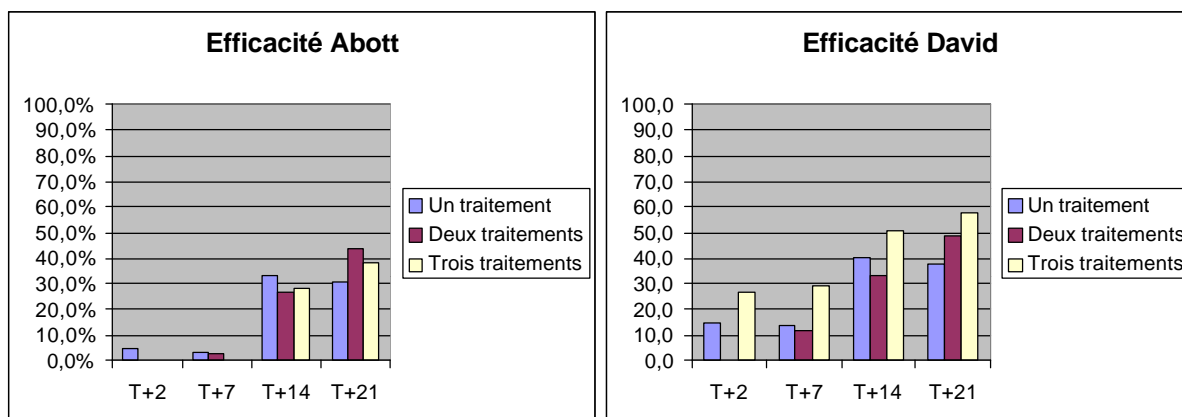


Figure 10 : Comparaison de l'efficacité d'un, deux ou trois traitements (1) :

5.7.2 Comparaison : délais à partir du dernier traitement :

	Efficacité Abott			Efficacité David		
	Un traitement	Deux traitements	Trois traitements	Un traitement	Deux traitements	Trois traitements
Dt+7	2,9%	26,6%	38,4%	13,6	33,2	57,6
Dt+14	33,5%	43,6%	51,2%	40,3	48,7	66,4

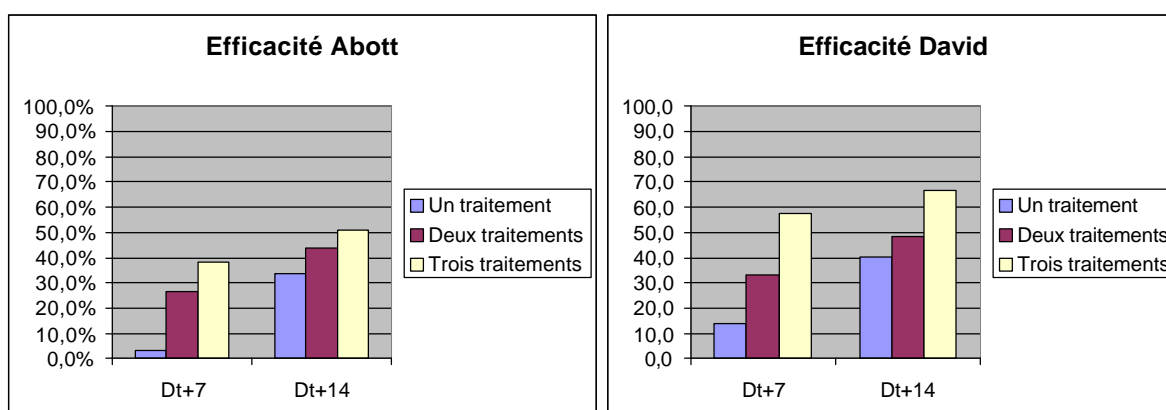


Figure 11 : Comparaison de l'efficacité d'un, deux ou trois traitements (2) :

5.7.3 Conclusions et discussion :

La première série de données (délais à partir du premier traitement) met bien en évidence le défaut de ne pas prendre en compte les populations initiales, puisqu'on arrive à la fin à des efficacités moindre pour deux ou trois traitements que pour un seul. Toutefois, si l'autre méthode de calcul semble plus probante, elle ne permet pas non plus de dégager de différences significatives.

La deuxième série (délais à partir du dernier traitement) est plus intéressante car elle donne l'efficacité du produit 7 et 14 jours après le dernier traitement de la série, ce qui donne une image de l'efficacité finale de la stratégie employée. Cette fois, la différence entre un, deux ou trois traitements ressort beaucoup plus nettement. On a effectivement dans ce cas une différence significative entre un seul traitement et trois

traitements, bien que la modalité « deux traitements » ne soit significativement différente ni de l'une ni de l'autre.

Mais l'intérêt de cette comparaison est ailleurs. En effet, nous avons décidé d'étudier cet effet pour déterminer si l'utilisation de la roténone dans le cadre de la lutte contre la cicadelle jaune est utile. Et si on s'en rapporte aux résultats de cet essai, il semblerait que ça ne soit pas le cas. En effet, on atteint au mieux 66% d'efficacité après trois traitements. Le niveau « zéro cicadelle » est loin d'être atteint.

La faible efficacité de la roténone dans le cadre de notre essai est assez contradictoire avec les résultats d'autres essais, notamment ceux réalisés en 2001 par l'Institut Technique de la Vigne d'Orange. Toutefois, elle est assez difficile à expliquer.

5.8 Facteur « Nombre de traitement » : cas du pyrèthre :

On compare les modalités 7 (un traitement pyrèthre) et 8 (deux traitements pyrèthre).

5.8.1 Comparaison : délais à partir du premier traitement :

	Efficacité Abbott		Efficacité David	
	Un traitement	Deux traitements	Un traitement	Deux traitements
T+2	65,5%	61,6%	65,1	65,6
T+7	72,1%	72,9%	71,8	75,7
T+14	71,0%	89,0%	70,7	90,2
T+21	75,0%	85,7%	74,7	87,2

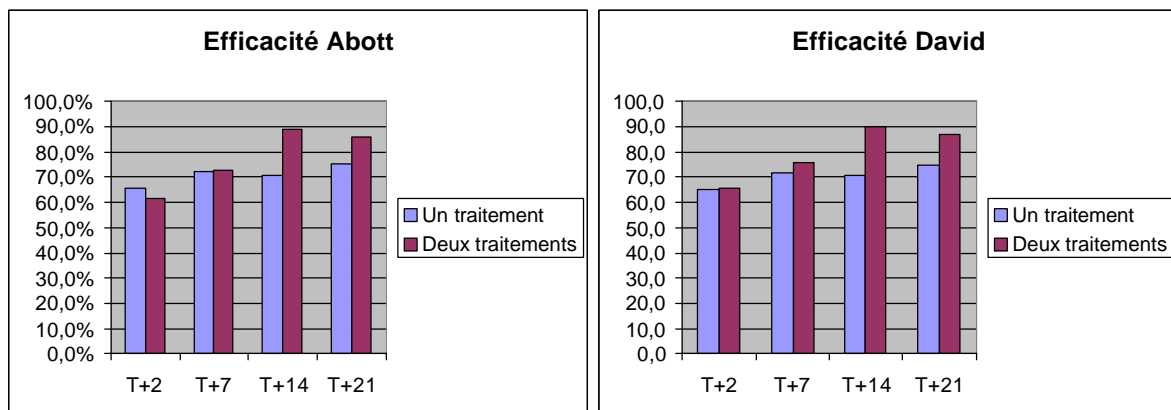


Figure 12 : Comparaison de l'efficacité d'un ou deux traitements (1) :

5.8.2 Comparaison : délais à partir du dernier traitement :

	Efficacité Abbott		Efficacité David	
	Un traitement	Deux traitements	Un traitement	Deux traitements
Dt+7	72,1%	89,0%	71,8	90,2
Dt+14	71,0%	85,7%	70,7	87,2

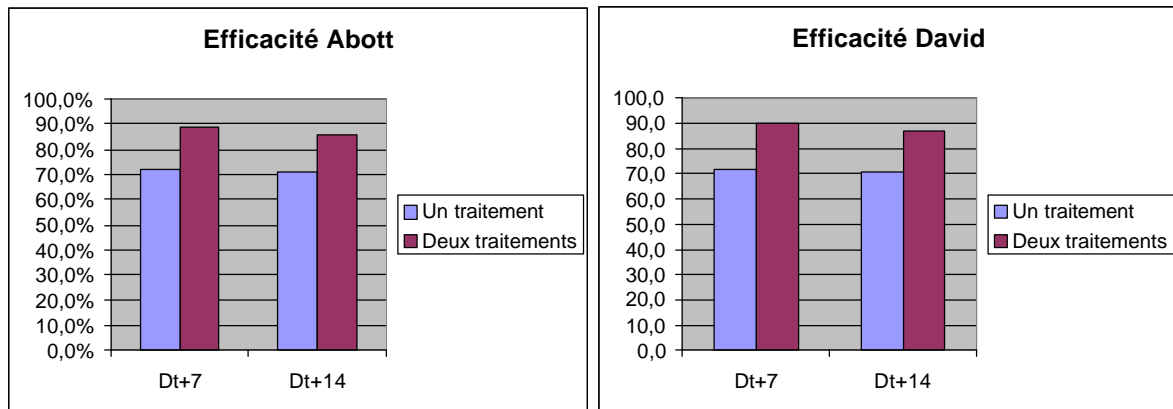


Figure 13 : Comparaison de l'efficacité d'un ou deux traitements (2) :

5.8.3 Conclusions et discussion :

Dans ce cas, quelle que soit la série de résultat qu'on observe, l'effet du second traitement est bien visible. Toutefois, les différences ne sont pas significatives. Et cela semble évident, étant donné les faibles populations observées (à peine une dizaine de formes mobiles pour deux cent feuilles au dernier contrôle). Reste qu'on observe une efficacité de 90 % pour deux traitements, qui permettrait de lutter efficacement contre la cicadelle si ce résultat est confirmé.

5.9 Facteur « Date d'application » : cas de la roténone :

5.9.1 Résultats :

	Efficacité Abott		Efficacité David	
	Traitement à trois semaines des premières éclosions	Traitement à quatre semaines des premières éclosions	Traitement à trois semaines des premières éclosions	Traitement à quatre semaines des premières éclosions
T+2	-8,2%	17,8%	8,8	20,1
T+7	-8,9%	14,7%	8,1	19,2
T+14	29,3%	37,7%	40,1	40,6
T+21	24,1%	37,5%	35,8	39,4

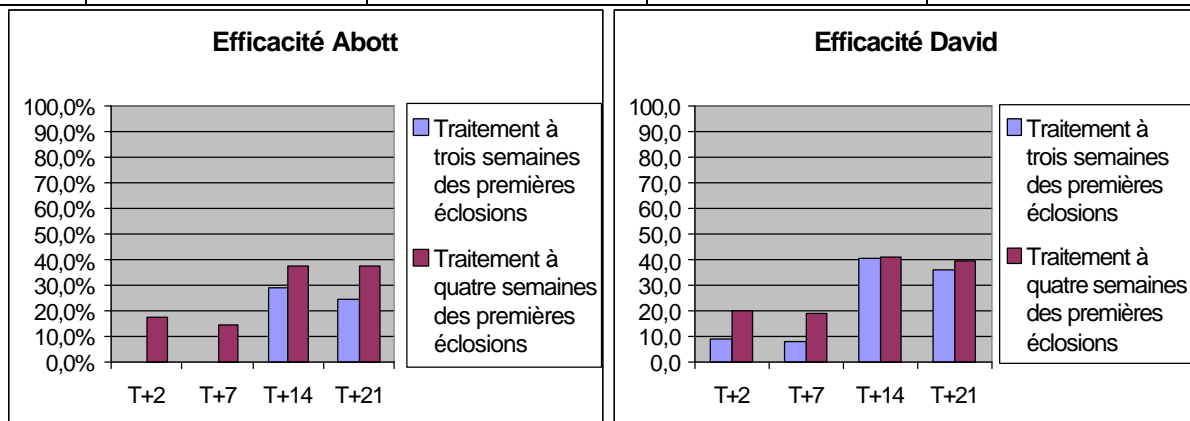


Figure 14 : Comparaison des effets des traitements à deux dates différentes :

5.9.2 Conclusions et discussion:

Si on se fie aux graphes, il semble qu'un traitement plus tardif soit légèrement plus efficace qu'un traitement précoce, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les éclosions continuent après le premier traitement dans le cas d'un traitement précoce, alors qu'une semaine plus tard elles deviennent plus sporadiques. Toutefois, cette différence est minime et de toute façon non significative. Ainsi, étant donné le mode d'action de la roténone (effet retardé, cf. 2.4), le fait que la différence soit faible nous permet de préconiser un traitement plus précoce, pour éviter la dissémination de cicadelles potentiellement infectieuses. Evidemment, la faible efficacité de la roténone évoquée dans le paragraphe 5.7 tempère l'intérêt de ce résultat.

5.10 Essai en grand travail :

Cet essai est évidemment à part. Nous comparerons les modalités 9 (traitement un rang sur deux) et 10 (traitement tous les rangs).

5.10.1 Résultats :

	Efficacité Abott		Efficacité David	
	Un rang sur deux	Tous les rangs	Un rang sur deux	Tous les rangs
T+2	60,0%	21,6%	50,3	-4,8
T+7	48,1%	65,1%	35,5	53,4
T+14	76,1%	75,8%	70,4	67,7
T+21	77,4%	82,7%	71,9	76,9

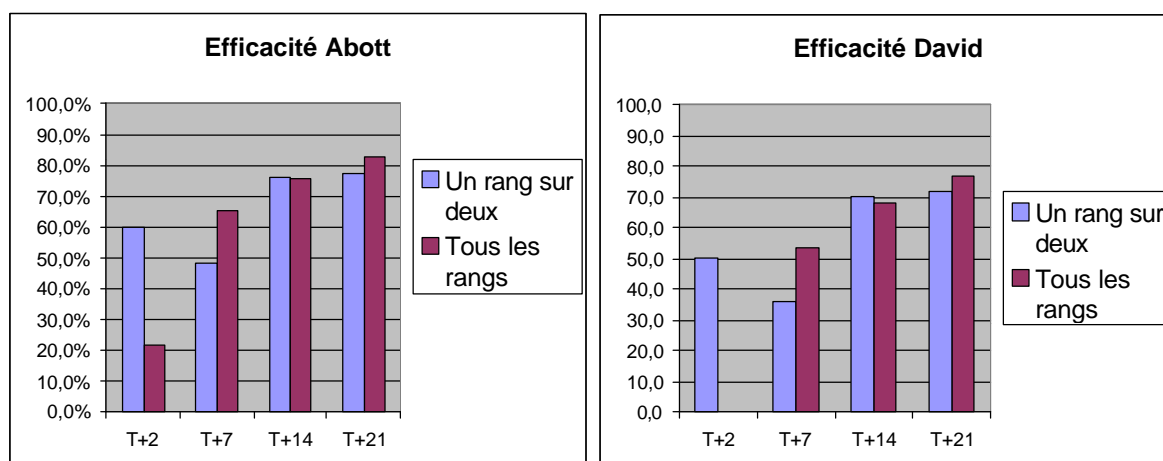


Figure 15 : Essai en grand travail :

5.10.2 Conclusions et discussion :

La valeur de l'efficacité qu'on observe pour le comptage à T+2 n'est pas à prendre en compte, car le comptage a été effectué par deux équipes de compteurs différentes, si bien que l'erreur due au comptage devient trop importante et risque de masquer les différences réelles.

De même, les valeurs importantes qu'on observe sur les deux derniers comptages sont faussées car la vigne a été palissée entre le comptage à T+7 et le comptage à T+14. Toutefois, si cela conduit à une surestimation de l'efficacité du produit, la comparaison entre les deux modalités reste valable.

Cette comparaison est d'ailleurs assez surprenante : on n'observe pas de différences significatives entre les deux modes de traitement. Il semblerait donc que le fait d'avoir une meilleure répartition de la bouillie sur le feuillage ne joue pas sur l'efficacité du traitement.

Ce résultat est cependant délicat à prendre en compte, étant donné les conditions de l'essai :

Nous avons réalisé un traitement sur 90 ceps pour chaque modalité, soit moins d'un rang. Cela nous a permis de ne pas consommer trop de produit et d'effectuer le traitement sans immobiliser trop longtemps le matériel du viticulteur. Le problème est que l'imprécision sur le volume épandu et donc la dose de produit appliqué est énorme, puisque le matériel n'est pas conçu pour une application précise de la bouillie sur une aussi petite surface (de l'ordre de l'are). Il nous a fallu réaliser une mesure du débit du pulvérisateur à poste fixe pour calculer le volume de bouillie épandue, mais avec une imprécision due au chronométrage (à une seconde près) et à la variation éventuelle de débit de l'appareil en travail et en poste fixe.

6 Conclusion sur les résultats de l'essai :

Le principal résultat de cet essai est la mise en cause de l'efficacité de la roténone, puisqu'il s'agit du seul insecticide autorisé en agriculture biologique en France pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée. Dans le cas d'une maladie de quarantaine, avec traitements insecticide obligatoires contre le vecteur, c'est particulièrement gênant. Le pyrèthre, homologué au cahier des charges européen mais pas en France, semble être une alternative intéressante (si les résultats de cet essai sont confirmés par d'autres). Le problème de l'homologation de ce produit est plus politique et économique, malheureusement, si bien que l'utilisation du pyrèthre par les agriculteurs biologiques en France risque de mettre un certain temps à être autorisée. C'est regrettable, puisque la lutte contre la cicadelle, elle, continue de poser problème aux viticulteurs biologiques.