

Efficacité de la roténone et du pyrèthre dans la lutte contre *Scaphoideus titanus*, cicadelle vectrice de la Flavescence Dorée

Marc CHOVELON¹, Jean-Claude LAURENT², Michel BLANC²

¹GRAB Avignon, ²ITV Orange

Résumé

En France, la roténone est le seul insecticide d'origine naturelle homologué dans la lutte contre la cicadelle jaune de la vigne (*Scaphoideus titanus*), vectrice de la flavescence dorée. Cependant, face à cet insecte les résultats n'ont pas été satisfaisants, c'est pourquoi il a été nécessaire de tester d'autres insecticides.

Plusieurs essais ont été mis en place par l'ITV et le GRAB, qui ont permis de comparer l'efficacité de la roténone et du pyrèthre (insecticide biologique, mais sans homologation en France), selon les méthodes CEB

Nous avons observé un effet choc du pyrèthre sur les populations de cicadelles, ce qui ne fût pas le cas de la roténone.

De plus, le pyrèthre se révèle plus efficace que la roténone.

Mots-clefs : Roténone, Lutte biologique, *Scaphoideus titanus*, Flavescence dorée, Méthodes CEB, Efficacité, Pyrèthre,

Summary

In France, rotenone is the only ratified natural insecticide, in the fight against the yellow leafhoppers of vine (*Scaphoideus titanus*), vector of flavescence doree.

However, face to this insect results wasn't satisfactory, that's why it was necessary to test others insecticides.

ITV and GRAB made experimentations, which allowed to compare the efficiency of rotenone and pyrethre (organic insecticide without ratification in France) with CEB methods.

We observed the pyrethre's shock effect on populations of leafhoppers, that wasn't the case of rotenone.

Moreover, the pyrethre proved to be more efficient than the rotenone.

Key-words : Rotenone, Organic fight, *Scaphoideus titanus*, Flavescence dorée, CEB Methods, Efficiency, Pyrethre.

Introduction : Problèmes de la lutte en Agriculture Biologique

L'obligation de traitement 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 à 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 pouvait entraîner la disparition d'acariens auxiliaires (Typhlodromes notamment) avec pour conséquence des pullulations d'acariens ravageurs.

1. Essais sur la roténone

1.1. Généralités

La roténone 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 tel 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.

1.2. 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 conditions d'application du produit. Différents facteurs peuvent entrer en jeu. Nous avons testé plusieurs de ces facteurs : le positionnement du traitement, la photosensibilité de la molécule et le nombre d'applications. 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 :

- essai en blocs à quatre répétitions
- parcelle élémentaire de 15 souches de long et de trois rangs de large : seul le rang central est contrôlé
- application des différents insecticides à l'aide d'un appareil à pulvérisation pneumatique à dos de type Solo
- pulvérisation réalisée face par face sur une base de 120 l / ha

1.3. 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 montrent 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.

1.4. 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.

1.5. 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. Essais sur le pyrèthre

2.1. Généralités

Le pyrèthre est comme la roténone un insecticide naturel connu depuis longtemps. Le pyrèthre extrait de *Chrysanthemum* 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. Mais il demeure toxique pour les poissons et possède un large spectre insecticide, comme beaucoup de molécules d'origine naturelle

2.2. 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.

2.3. Modalités étudiées

Nous n'avons étudié pour le pyrèthre que l'effet du nombre de traitements sur l'efficacité du produit. 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. (2002)
- l'effet de deux ou quatre traitements, le premier étant à nouveau positionné quatre semaines après les premières éclosions (2003)

3. Caractéristiques des produits insecticides utilisés :

Molécule	Origine	Mode d'action	Produits commercial	Homologation en France	Dose utilisée
Roténone		Inhibition de la respiration cellulaire	Roténobiol	homologué	3 l / ha
Pyrèthre	extrait de <i>Chrysanthemum</i>		Pyrethro OR	Non homologué	1.2 l ha

4. Résultats

Sur les graphes, les dates sont repérées par les mentions suivantes :

- "T+λ": signifie que le comptage a eu lieu λ jours après le **premier traitement**.

"Dt + λ" signifie que le comptage a eu lieu λ jours après le **dernier traitement**.

- Le calcul de l'efficacité a été réalisé selon la formule d'Abott :

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

- Dans tous les essais présentés ci-dessous, les traitements ont toujours été espacé de 7 ou 8 jours, les comptages ayant toujours été réalisé avant l'application de l'insecticide (la veille ou le jour même). Par exemple, une notation à T+7 correspond à un comptage réalisé 7 jours après la première application (jour T) et le traitement insecticide suivant a été réalisé à la suite du comptage ou le lendemain.

4.1. Evolution des stades larvaires

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. 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. L'observation des différents stades larvaires (figure 1) nous permet donc de positionner au mieux l'application des différents insecticides en fonction de leur mode d'action. Le comptage des larves (L1 à L5) a été réalisée sur 100 feuilles répartis sur 200 ceps à l'extérieur de l'essai, mais sur la même parcelle. Les adultes ont été dénombrés à l'aide d'un aspirateur (modification d'un aspirateur de feuilles à moteur thermique selon les plans établis par Reboulet Acta).

Les comptages représentent la somme des adultes capturés en 25 aspirations successives (25 pénétrations de l'aspirateur dans la végétation)

Sachant que la roténone n'est pas efficace sur adulte et si on doit positionner plusieurs applications (en 2003 nous en avons positionné 4) espacées de 7 jours, il faut démarrer les interventions cinq semaines avant l'apparition des premiers adultes.

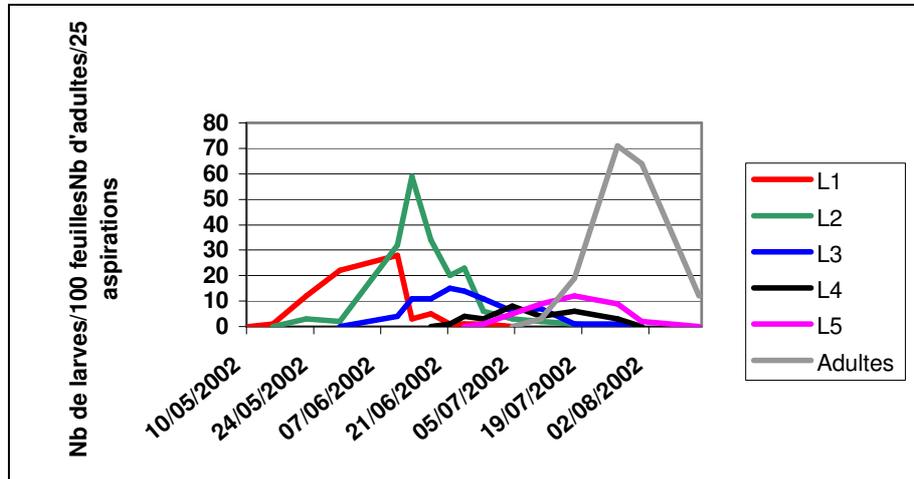


Figure 1 : Evolution des différents stades larvaires au cours du temps (Pontèves 2002, source ITV):

4.2. Facteur "Date d'application" : cas de la roténone

D'après la figure 2, 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, 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 observée tempère l'intérêt de ce résultat.

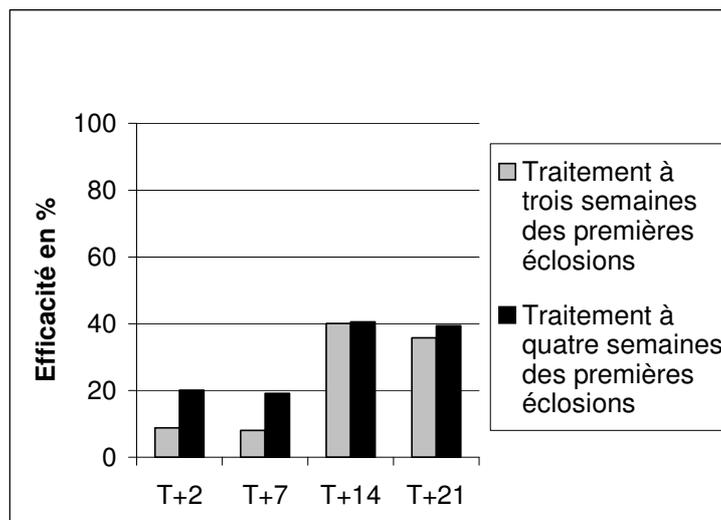


Figure 2 : Comparaison des effets des traitements à deux dates différentes (Les Baux de Provence 2002 source Grab)

4.3. Facteur "Heure de traitement" : cas de la roténone

Il n'y a aucune différence entre les traitements matin et soir, ce que confirme l'analyse de variance. Il semble donc que la photosensibilité de la molécule de roténone soit trop faible pour avoir une influence quelconque sur l'efficacité au vignoble : la roténone pourrait avoir atteint sa cible avant sa dégradation par la lumière.

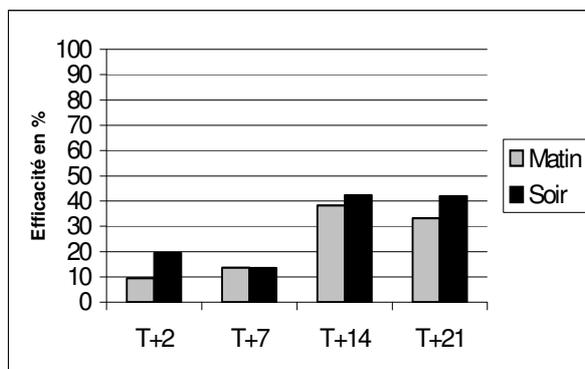


Figure 3 : Comparaison entre traitement le matin et le soir (Les Baux de Provence 2002 source Grab)

4.4. Facteur «Nombre de traitements» : cas de la roténone

4.4.1. Comparaison : délais à partir du premier traitement

Les efficacités mesurées à partir de la date du premier traitement ne permettent pas de dégager de différences significatives.

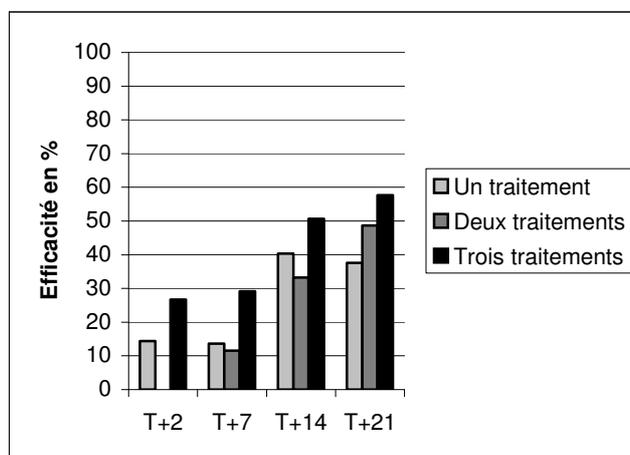


Figure 4 : Efficacité d'un, deux ou trois traitements (Les Baux de Provence 2002 source Grab)

4.4.2. Comparaison : délais à partir du dernier traitement :

Cette 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.

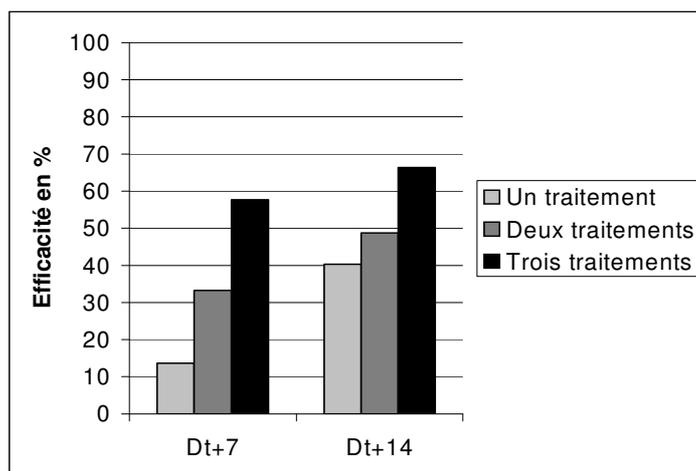


Figure 5 : Efficacité d'un, deux ou trois traitements (Les Baux de Provence 2002 source Grab)

4.4.3. Variabilité de l'efficacité de la roténone

Cette comparaison d'efficacité en plusieurs sites et plusieurs années, mesurée à chaque fois 7 jours après la dernière application montre bien l'hétérogénéité de réponse des traitements à base de roténone. On peut s'interroger si l'utilisation de la roténone dans le cadre de la lutte obligatoire contre la cicadelle jaune est utile. Et si on s'en rapporte aux résultats obtenus, il semblerait que ça ne soit pas le cas. En effet, le niveau « zéro cicadelle » est loin d'être atteint.

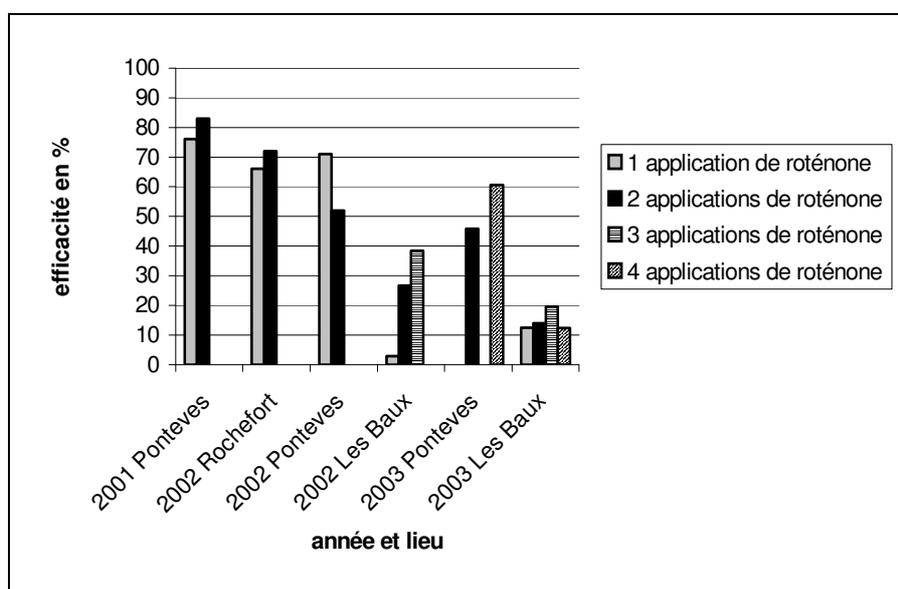


Figure 6 : Efficacité de la roténone mesurée 7 jours après le dernier traitement en plusieurs sites et sur plusieurs années (source Grab et Itv)

4.5. Facteur «Nombre de traitement» : cas du pyrèthre

4.5.1. Variabilité de l'efficacité du pyrèthre

L'efficacité du pyrèthre est plus constante d'une année sur l'autre, contrairement à la roténone. Cependant, la différence entre une et plusieurs applications demeure faible sauf pour le site des Baux en 2003.

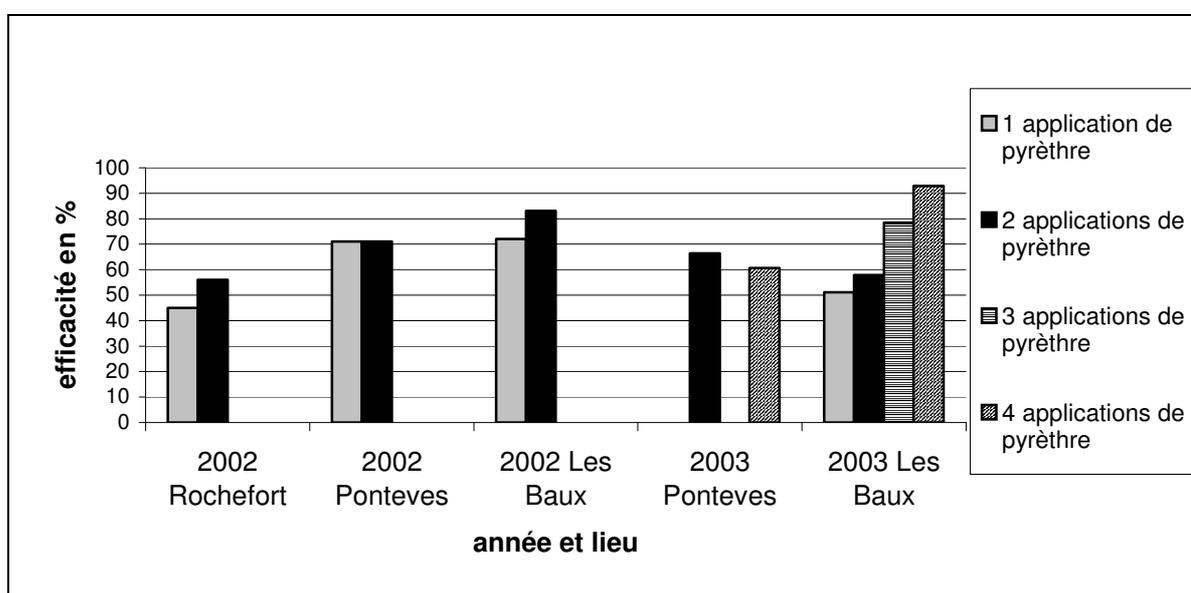


Figure 7 : Efficacité du pyrèthre mesurée 7 jours après le dernier traitement en plusieurs sites et sur plusieurs années (source Grab et Itv)

4.5.2. Comparaison de deux et quatre traitements aux Baux en 2003

La différence est importante sept jours après le dernier traitement mais elle diminue rapidement et trois semaines après le dernier traitement, la différence n'est plus significative. Cependant, la détermination du nombre d'adultes résiduels au début du mois de juillet laisse apparaître une différence notable compte tenu des objectifs de la lutte obligatoire.

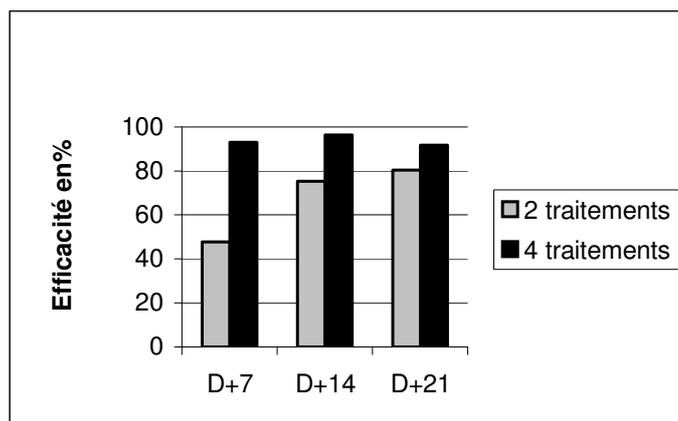


Figure 8 : Efficacité entre deux et quatre traitements pyrèthre (Les Baux de Provence 2003 source Grab)

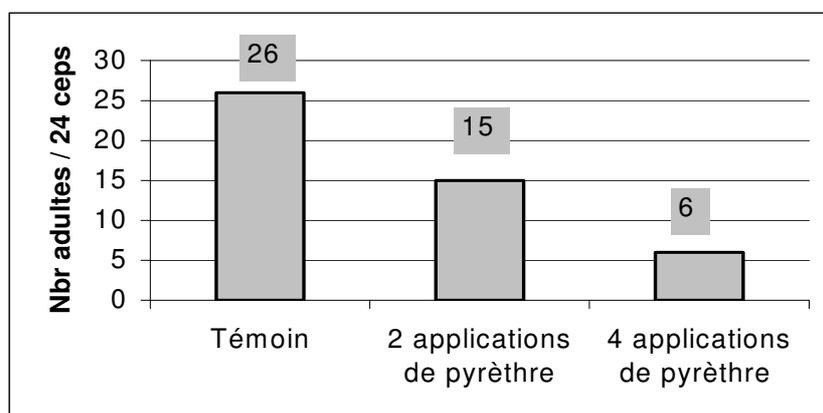


Figure 9 : Contrôle d'efficacité sur adultes par aspiration le 10 juillet (Les Baux de Provence 2003 source Grab)

4.6. Facteur «produit employé»

Dans la figure 10, les deux molécules étudiées sont comparées à un produit de référence (cf méthode CEB 147) le Karaté, à base de lambda-cyhalothrine

Les essais du Grab en 2002 et 2003 ont montré que 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, les «bons résultats» de la roténone obtenus en 2002 par l'ltv ne permettent pas de différencier statistiquement les deux produits. 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 pourrait avoir une efficacité suffisante.

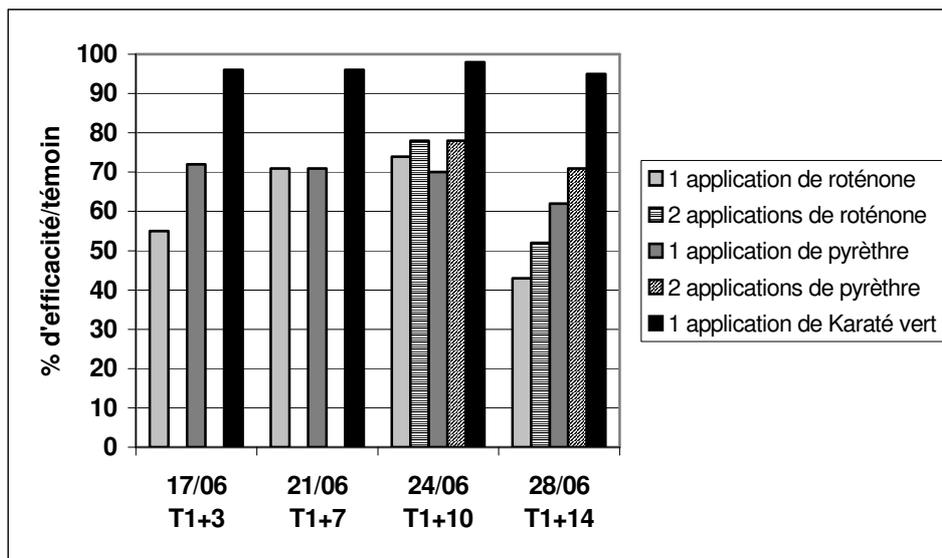


Figure 10 : Efficacité de un ou deux traitements : comparaison rotenone-pyrèthre (Pontèves 2002 source Itv)

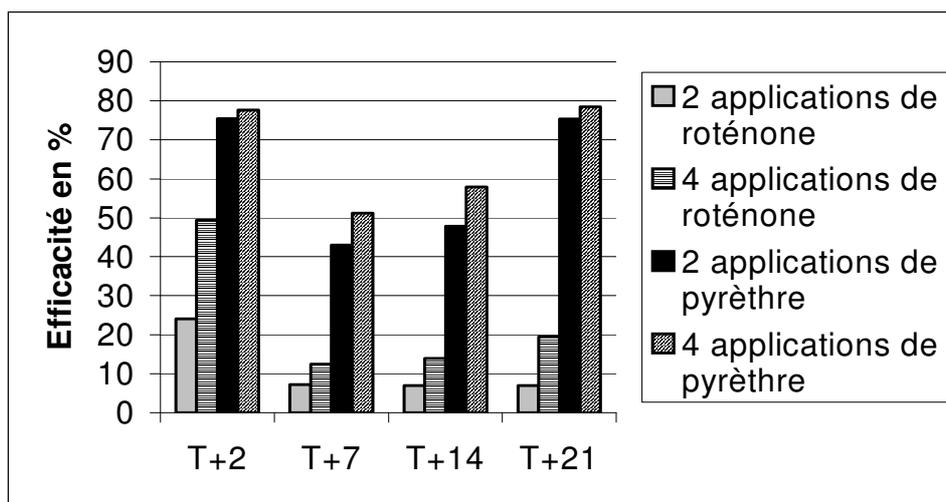


Figure 11 : Efficacité de deux ou quatre traitements : comparaison rotenone-pyrèthre (Les Baux de Provence 2003 source Grab)

Conclusion

Le principal résultat de cet essai est la mise en cause de l'efficacité de la rotenone, 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 insecticides 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. Reste à savoir si son dossier d'homologation pourra être instruit rapidement.

Bibliographie

- E. BOUDON-PADIEU, M. MAIXNER, 1998, « Jaunisses de la vigne : état des connaissances et des méthodes de lutte », Bulletin de l'O.I.V., Vol. 71, 809-810, pp 573-607.
- E. BOUDON-PADIEU, 2000, « Les jaunisses à phytoplasme de la vigne » in « Maladies à virus, bactéries, phytoplasmes de la vigne », ed. Feret, pp 119-157.
- E. BOUDON-PADIEU, 2000, « Cicadelle vectrice de la Flavescence Dorée *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 » in « Ravageurs de la vigne », ed. Feret, pp 110-120.
- COLLECTIF, 2000, « Jaunisses de la vigne : bilan et perspectives de la recherche agronomique », Séminaire INRA, ENSA Montpellier, ITAB, Janvier 2000, Montpellier.
- P. GALET, 1977, « La Flavescence Dorée » in « Les maladies et les parasites de la vigne », Tome 1, pp 505-514.
- P. GALET, 1977, « La cicadelle de la Flavescence Dorée » in « Les maladies et les parasites de la vigne », Tome 2, pp 1050-1052.
- GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL – FLAVESCENCE DOREE, 1999, « Jaunisses à phytoplasme de la vigne : Flavescence Dorée – Bois Noir », ed. ENTAV
- Commission des Essais Biologiques (CEB) de l'Association Française de Protection des Plantes (AFPP), 2001, « Méthode d'essai d'efficacité au vignoble de préparations insecticides contre les cicadelles de la vigne et le flatide pruineux : *Scaphoideus titanus* Ball (Cicadelle vecteur de la Flavescence Dorée), *Empoasca vitis* Göthe (Cicadelle des grillures), *Metcalfa pruinosa* (flatide pruineux).