

Influence des traitements à base de roténone sur les populations de typhlodromes au vignoble

Lionel Delbac*, Éric Maille**, Florence Hivert** et Michel Clerjeau*

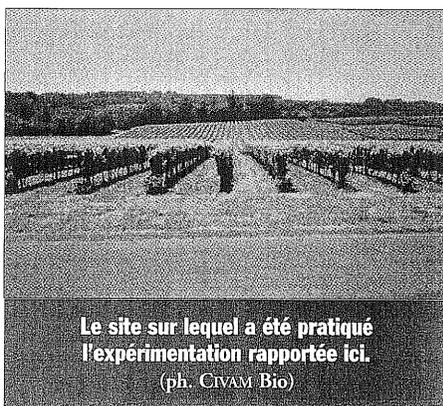
La protection des vignobles en agriculture biologique est rendue difficile par l'extension des zones de lutte obligatoire contre *Scaphoideus titanus* Ball., cicadelle vectrice de la flavescence dorée de la vigne (Kreiter, 2000).

En effet, le cadre régissant cette lutte nécessite l'emploi d'un produit insecticide certes inscrit au cahier des charges de l'agriculture biologique (Anonyme, 2003) mais également homologué dans le cadre réglementaire (Anonyme, 2004).

Une seule matière active répond à ces deux exigences : il s'agit de la roténone. Or cet insecticide d'origine naturelle est connu pour sa toxicité en laboratoire vis-à-vis de la faune auxiliaire.

En laboratoire, oui, mais qu'en est-il au vignoble, en particulier vis-à-vis des typhlodromes ?

L'étude présentée ici donne des éléments de réponse à la question.



Le site sur lequel a été pratiqué l'expérimentation rapportée ici. (ph. CIVAM Bio)

La roténone, produit naturel très utilisé, est obtenue à partir de racines de *Denit* et de *Lonchocarpus* (Shi-Ping *et al.*, 2003). Son emploi n'est pas sans poser quelques soucis : applications répétées, souvent cinq par saison, et surtout effets néfastes sur la faune auxiliaire (Chovelon & Lafond, 2002). Les études de ces effets sont variées mais limitées au laboratoire (Castagnoli *et al.*, 2000 ; Hamilton & Lahomb, 1997 ; Iannacone & Lamas, 2002, 2003 ; Shing *et al.*, 1979) et ne concernent pas la vigne (Sentenac *et al.*, 2002).

Il faut accroître les connaissances disponibles sur la sélectivité de cette matière active sur les auxiliaires en viticulture. Le but de notre étude est d'approfondir les connaissances au champ de l'impact de la roténone sur les populations d'acariens prédateurs. Ces Phytoseiidae sont de bons régulateurs des populations d'acariens ravageurs (Kreiter *et al.*, 1991) dont l'action comme agent de lutte biologique est facile à mettre en œuvre (Delbac *et al.*, 1996).

Parcelles et modalités de traitements

Le site d'étude est implanté dans l'appellation Haut-Benauges en Entre-Deux-Mers, dans le Bordelais, dans une zone sortie du périmètre de lutte obligatoire en 2002. Trois parcelles de cépage muscadelle ont été suivies :

- Une référence traitée à la roténone.
- Deux témoins non traités, un à côté de la référence traitée, l'autre plus éloignée en cas de dérive de produit.

Ces parcelles sont menées selon le cahier des charges de l'agriculture biologique. La modalité roténone a été traitée avec du *Roténobiol*® à 1,5 l/ha (Tableau 1). Les dates d'intervention étaient calées environ sur celles définies par le SRPV Aquitaine dès le début des éclosions avec deux applications seulement contre la cicadelle de la flavescence dorée. La première intervention a eu lieu le 8 juin, et le renouvellement le 21 juin. En zone de traitement obligatoire, cinq applications auraient été nécessaires réglementairement, mais notre objectif était de voir l'impact des applications et non l'effet à terme.

Pour les traitements de couverture maladies mildiou-oidium, les parcelles ont reçu 9 applications de cuivre (dose de 3,8 kg de Cu métal/ha) et 9 de soufre (dose de 50 kg/ha totale) dont 2 poudrages lithothamne + soufre. L'ensemble des applications a été réalisé avec le matériel de l'exploitation (pulvérisateur pneumatique face par face) sur la base de 200 l/ha.

Méthodologie de suivi des populations

La méthodologie a été mise au point et décrite par Delbac *et al.*, 1996.

Prélèvement des échantillons

Sur chaque parcelle suivie, 50 feuilles sont prélevées, à raison d'une par cep au niveau de la base du rameau. L'échantillon est pris sur des ceps sélectionnés de manière aléatoire et répartis sur le rang. Ces ceps sont choisis sur 4 rangs pour assurer une bonne représentativité de la parcelle. Les feuilles prélevées sont stockées dans des sacs en papiers référencés et placées en chambre froide (4 °C) maximum 7 jours jusqu'à l'opération suivante. Ces prélèvements sont réalisés à partir du 2 juin (début floraison, avant traitement) jusqu'au 6 octobre (début de la chute des feuilles), à une cadence de 7 à 14 jours.

Tableau 1 - Calendrier des traitements avec un produit à base de roténone.

		Roténone	Témoins	
1	8-juin	<i>Roténobiol</i> (1,5 l/ha)	-	-
2	21-juin	<i>Roténobiol</i> (1,5 l/ha)	-	-

* UMR INRA-ENITAB Santé Végétale, BP 81, 33883 Villenave-d'Ornon cedex.

** CIVAM Bio, 7, Le Grand Barail, 33570 Montagne.

Préparation des échantillons

Chaque échantillon est préparé selon la méthode de du lavage (Baker, 1984) :

- les feuilles sont mises à tremper 12 heures dans un seau contenant 2,5 l d'eau, 10 ml de Javel et 10 ml de mouillant (anti-mousse) ;
- chaque feuille est sortie et rincée. L'eau de trempage et de rinçage est filtrée à travers trois tamis successifs : maille de 1 mm pour éliminer les éléments grossiers, maille de 425 µm pour les éléments intermédiaires, puis maille de 125 µm retenant les formes mobiles d'acariens.

Le tamis de 125 µm est ensuite observé sous une loupe binoculaire (x 25). Les différents stades et formes (ravageurs et prédateurs) sont dénombrés et référencés.

Les typhlodromes sont récupérés sous loupe binoculaire au Pinceau et placés dans un tube Eppendoïff référencé (éthanol 70 %, glycérol 3 %, q.s.p. eau distillée). Ainsi récupérés, ils peuvent être stockés plusieurs mois en vue de leur identification.

Détermination des espèces

L'identification des typhlodromes nécessite des critères morphologiques présents sur les deux faces de l'exosquelette de l'acarien ; le contenu cellulaire doit donc être correctement digéré. Pour cela, préalablement à la détermination, les tubes sont vidés sur un tamis de 125 µm et les typhlodromes sont placés, à la pointe lancée, dans une goutte d'acide lactique entre lame et lamelle, pendant au moins 12 heures. L'échantillon peut être conservé ainsi 7 jours maximum.

L'observation est effectuée sous microscope optique (x 400). Pour cette identification, on utilise la clé de détermination de Kreiter et De la Bourdonnaye (1993).

Évaluation de l'impact de la roténone

La population résiduelle (Pr) de typhlodromes est calculée pour évaluer l'impact des traitements à la roténone. La Pr (Kreiter & Senemac, 1993) correspond au ratio entre le nombre d'individus de prédateur de la modalité traitée et le nombre d'individus de la modalité sans traitement. Nous calculons ce ratio par rapport à chaque témoin et stade de développement.

Résultats

Identifications des typhlodromes

Les identifications, portant sur 189 individus, ont été effectuées sur trois périodes : 2 juin (avant traitement), 16 juillet et 6 octobre. Elles confirment la présence de *Typhlodromus pyri* (Schäuten) dans 95 % des cas (Tableau 2). Cette espèce, dominante dans tous les vignobles français (Kreiter *et al.*, 2000), représente 80 % des déterminations réalisées en Aquitaine (Couton, 1995). Elle est très fréquente dans les agroécosystèmes stables, peu perturbés. Les autres espèces ne sont présentes que ponctuellement (un individu sur l'ensemble des échantillons) : *Typhlodromus*

phidatus (Ahnias-Henriot). Pour certains individus, le genre n'a pas pu être déterminé.

Dynamique des populations

Les dynamiques de populations sont similaires dans les deux modalités témoins. Quelle que soit la parcelle, la population initiale est très importante avec plus de deux formes mobiles par feuille lors de la mise en place de l'essai le 2 juin (Tableau 3).

Sur la modalité traitée, l'impact du traitement roténone est rapide avec une chute des niveaux de population. L'effet est globalement observé lors des deux applications de roténone. On observe une chute rapide des pontes de prédateurs sous roténone contrairement aux autres modalités (Figure 1). Les différences sont notables jusqu'à la mi-juliet.

2 juin 2004		16 juillet 2004		Février 2004	
<i>T. pyri</i>	22	<i>T. pyri</i>	15	<i>T. phidatus</i>	Indéterm.
Témoin ext.	1	Indéterm.	1	Indéterm.	1
Témoin int.	13	1	35	0	0
Roténone	14	0	24	2	13
					0
					4

Tableau 2 - Résultats de la détermination des typhlodromes.

Tableau 3 - Nombre de formes mobiles.											
	2/6/04	11/6/04	18/6/04	25/6/04	8/7/04	16/7/04	22/7/04	3/8/04	17/8/04	14/9/04	6/10/04
Témoin ext.	3,0	3,7	2,5	2,3	4,9	3,2	5,9	3,5	1,6	1,4	0,6
Témoin int.	2,4	3,1	2,8	2,6	4,3	6,6	3,7	2,0	1,0	1,1	0,8
Roténone	5,0	2,0	0,8	1,5	0,9	2,8	3,0	0,9	0,3	0,8	0,7

Tableau 3 - Nombre de formes mobiles.

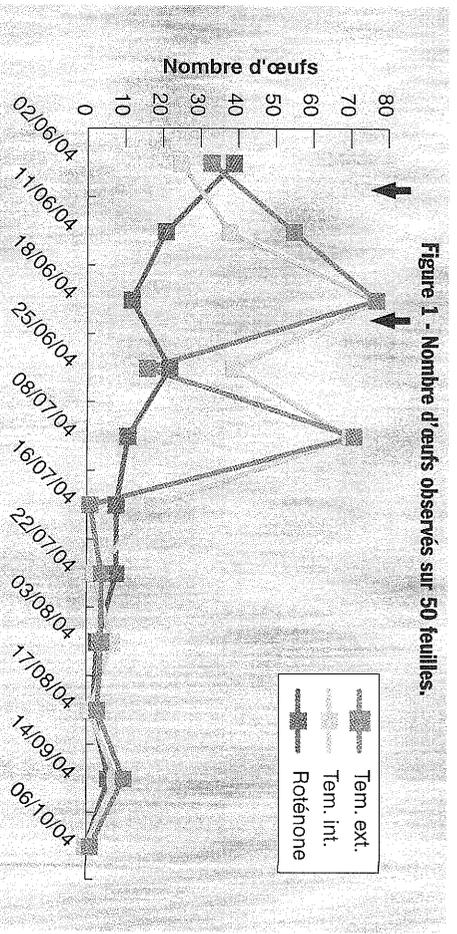


Figure 1 - Nombre d'œufs observés sur 50 feuilles.

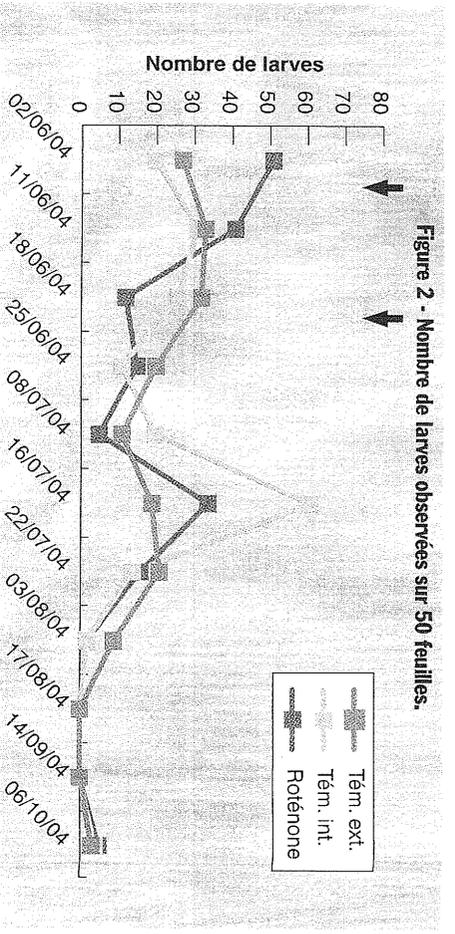


Figure 2 - Nombre de larves observées sur 50 feuilles.

Tableau 4 - Populations résiduelles de typhlodromes (en %).									
	T(1)-6	T(1)+3	T(1)+8	T(2)+4	T(2)+17	T(2)+22	T(2)+29		
	2/6/04	11/6/04	18/6/04	25/6/04	8/7/04	16/7/04	22/7/04	3/8/04	17/8/04
Formes mobiles	210,1	64,1	27,7	57,3	20,9	43,0	80,9	43,0	34,7
Adultes	201,0	47,2	23,5	50,0	20,5	40,1	78,1		
Oufs	156,0	55,3	15,6	56,4	15,7	44,4	400,0		
Larves	255,0	132,3	46,2	136,4	25,0	55,7	114,3		
30-60 % Moyennement toxique									
< 30 % Toxique									

Figure 3 - Nombre d'adultes observés sur 50 feuilles.

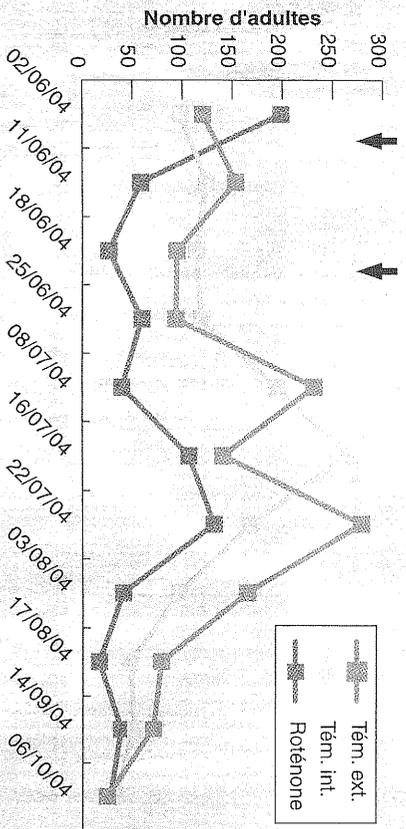


Figure 4 - Population résiduelle (P.R.) (%) des formes mobiles de typhlodromes par rapport aux témoins.

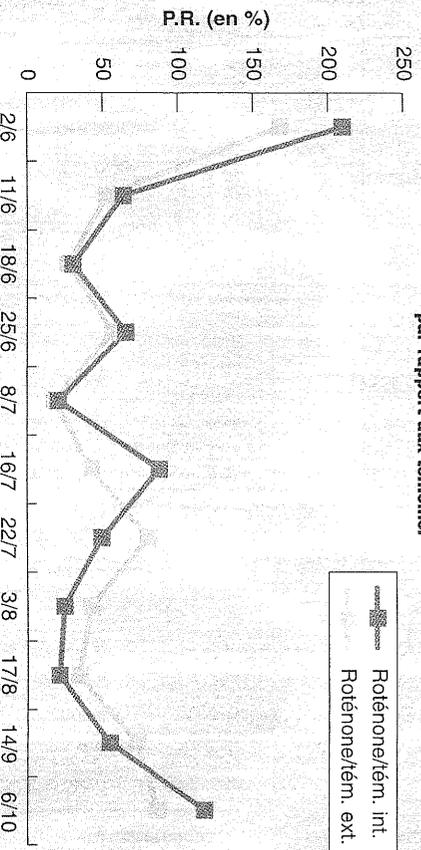
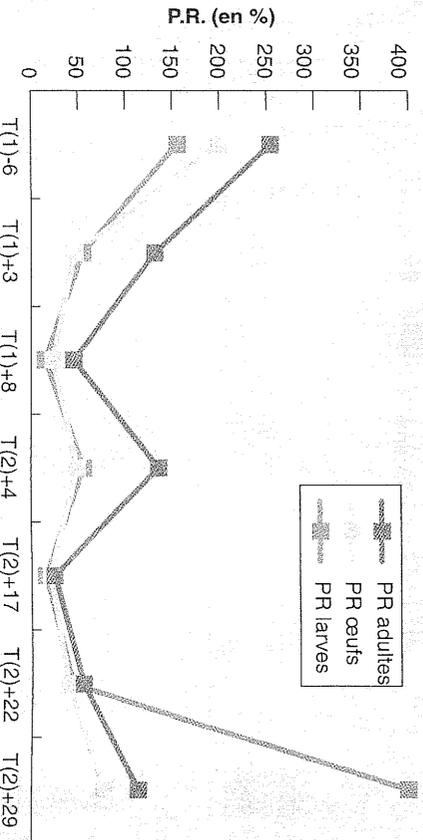


Figure 5 - Population résiduelle (Pr) (%) par stade de développement par rapport au témoin intérieur.



tement d'un facteur 5, 8 jours après l'application (Figure 4). Cet effet toxique s'observe aussi pour le deuxième traitement jusqu'à trois semaines après son application avec 43 % de Pr seulement. Un effet cumulatif semble se dégager dès le deuxième traitement. Au bout de 29 jours, l'effet est plus limité et tend à s'annuler : les populations de fin de saison s'approchant de 100 %. Si l'on décompose par stade de développement (Figure 5), l'action est similaire sur les stades adulte et œuf. La rotenone est toxique une semaine après le traitement avec moins de 30 % de Pr. La toxicité sur larves est plus limitée, que ce soit à la première ou la deuxième application.

4 semaines après le T2, tous les stades de développement sont à des niveaux de populations équivalents aux parcelles témoins. Là aussi, un effet cumulatif s'observe au bout de deux applications. En moyenne sur l'essai, la Pr est de 53 %, (43 % à T2+21 jours). Ceci classe la rotenone comme un produit moyennement toxique sur les *T. pyri*.

L'impact de la rotenone est similaire à celui observé sur d'autres ordres de prédateurs. L'action sur les larves est faible comme noté sur *Coccinella septempunctata* L. (Singh *et al.*, 1979). L'effet est plus marqué sur les œufs et adultes de *Coleomegilla maculata* (De Geer), *Chrysoperla carnea* Stephens (Hamilton & Lashomb, 1997) et certains *Trichogrammatidae* (Iannacone & Lamas, 2003).

Concernant les typhlodromes, la toxicité observée au laboratoire est plus faible sur les œufs de *Neoseiulus californicus* (McGregor) que sur ceux de tétranyques (Castragnoli *et al.*, 2000). Sur *Typhlodromus eximianus* Ragusa, la toxicité est totale aussi bien sur jeune larve que sur adulte. Ces données de laboratoire ne sont pas observées au champ (Tsolakis *et al.*, 1997) : dans leur étude, la différence n'est pas significative malgré un écart par rapport au témoin non traité.

Conclusion

Les traitements à base de rotenone entraînent une chute des populations au vignoble après deux applications.

Un effet réel, mais partiel et limité dans le temps

Cet effet non intentionnel n'est que partiel et ne semble toucher que les adultes, d'où la chute de leur quantité et de celle des pontes qu'ils génèrent ainsi que des larves qui en découlent.

Les remonées de populations observées rapidement après les traitements et en fin de saison sont similaires à celles observées en verger (Tsolakis *et al.*, 1997). Ceci semble lié à la faible persistance de la rotenone, liée à une photosensibilité caractéristique des produits d'origine naturelle (Tedeschi *et al.*, 2001). Les traitements en soirée ne favorisent pas une meilleure efficacité (Chovelon & Lafond, 2002).

Les populations de *T. pyri* diminuent lorsqu'elles sont sujettes à ces cadences de traitements mais leurs niveaux restent suffisants surtout lors des périodes de risques estivaux pour maîtriser le développement des acariens ravageurs. Leur quantité est proche ou supérieure à un typhlo-

drome par feuille, seul de bonne régulation naturelle des acarions phytophages (Coulon, 1995). Ci maintien des populations est lié à la faible persistance de la rotenone qui ne provoque qu'une curation ponctuelle des Phytoseiidae.

Mais pour cinq applications ?

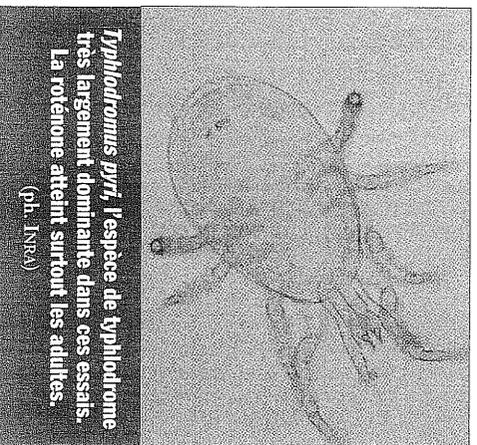
Mais ne t'étude n'a porté que sur deux applications au lieu des cinq réglementaires.

Quel est l'impact à terme de ces applications répétées ? Nous ne pouvons y répondre pour l'instant avec certitude mais il nous semble néfaste. En effet, nous avons déjà noté un effet cumulatif de la toxicité sur les populations de *T. pyri* après de nombreux traitements. Pour y palier, tant au niveau environnemental que technique, de nouvelles voies doivent être prospectées.

Et le pyréthre ?

Il est possible d'envisager à l'avenir l'utilisation d'autres molécules telles que le pyréthre (Chovelon & Lafond, 2002).

Les effets non intentionnels des dérivés synthétiques de cette molécule utilisés en agriculture conventionnelle sont toxiques aussi bien au laboratoire qu'au champ (Sentenac *et al.*, 2002). Mais sous sa forme naturelle, le pyréthre est moins toxique que la rotenone sur Phytoseiidae (Tsolakis *et al.*, 1997). Ce point semble intéressant, d'autant que l'efficacité de ce produit sur *Scaphoideus titanus* Ball. lui permettrait de nécessiter moins d'interventions (Chovelon & Lafond, 2002), d'où une moindre toxicité cumulée à terme sur les acarions prédateurs. Cet aspect doit être développé avec néanmoins des



Typhlodromus pyri, l'espèce de typhlodrome très largement dominante dans ces essais. La rotenone atteint surtout les adultes.
(ph. J. Néra)

essais complémentaires à mener pour confirmer ces hypothèses et résultats préliminaires.

Remerciements : Les auteurs tiennent à remercier M. P. Boudon pour son accueil au Château Haut-Mallet et sa collaboration aux expérimentations décrites, ainsi que M. N. Jaubert et M. G. Mathieu pour leur participation aux dénombrements.

SUMMARY

IMPACT OF ROTENONE TREATMENT ON VINEYARD PHYTOSEIID MITES

In organic vineyards, rotenone application is the only treatment allowed in France for the control of the ED, yellow disease vector, Scaphoideus titanus. This natural pesticide has side-effects but no beneficial organisms but nothing is known for the vine crop. To develop knowledge in this area, a study was initiated in a property within the Bordeaux vineyards. The population dynamics of Typhlodromus pyri spe-

cies showed a negative effect from the rotenone. After only two applications, the toxicity is observed predominantly on the adult stage. The population levels of T. pyri are enough to control the pest mites. The side-effect is only ephemeral, perhaps due to the molecular biological action of the rotenone. The use of one other natural pesticide against S. titanus is discussed. Key words : organic control, grapevine, ED, yellow disease, predatory mites, Typhlodromus pyri, population dynamics, rotenone, side-effects.

Résumé

En agriculture biologique, seule la rotenone est autorisée en France pour lutter contre le vecteur de la flavescence dorée de la vigne.

Cette matière active d'origine naturelle n'est pas sans impact sur la faune auxiliaire, mais peu de données concernent la vigne. Pour palier ce manque de connaissances, un essai au champ a été mis en place dans une propriété viticole de la région bordelaise.

Après deux applications, les suivis de populations ont démontré, sur une population de Typhlodromus pyri majoritaire, l'impact freinant des applications répétées à base de rotenone. La toxicité est observée sur les adultes principalement.

Les niveaux de population restent assez élevés pour assurer un équilibre biologique sans développement des acarions ravageurs. L'effet non-intentionnel observé, moyennement toxique, est limité dans le temps, sans doute lié à la biodegradation rapide de la matière active. La possibilité d'utiliser une autre molécule est discutée.

Mots-clés : agriculture biologique, vigne, flavescence dorée, acarions prédateurs, Typhlodromus pyri, dynamique de populations, rotenone, effets non intentionnels.

Bibliographie

• ANONYME, 2003 - Règlement CEE N° 2092/91 du conseil du 24 juin 1991 concernant le Mode de production biologique de produits agricoles. J.O.C.E. du 22 juillet 1991, 80 p.

• ANONYME, 2004 - Index phytosanitaire 2004. Acta Publications, Paris, 400 Edition, 804 p.

• BOLLER E.F., 1984 - Eine einfache Ausschleim-Methode zur schnellen Erfassung von Raubmilben, Thrips und anderen Kleinstarthropoden im Weinbau. Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau, N° 120, 16-17.

• CASTAGNOLI M., SIMONI S., GOGGIOLI D., 2000 - Attivita biologica di sostanze vegetali nei confronti di Tetranychus urticae Koch (Acari Tetranychidae) e del suo predatore Neoseiulus californicus (McGregor) (Acari Phytoseiidae). Redia, N° 83, 141-150.

• CHEVELON M., LAFOND D., 2002 - Lutte contre la Cicadelle jaune (vertrice de la Flavescence dorée) en Agriculture Biologique. C.R. Expérimentation 2002. G.R.A.B. Angerson, 18 p.

• COULON T., 1995 - Lutte biologique contre les acarions phytophages. I - Pratiques phytosanitaires et respect de la faune auxiliaire. Journée technique du CNR. Actes du colloque, 12 janvier 1995, 39-48.

• DELBAC L., LECHAPENTIER P., FOS A., STOCKEL J., 1996 - Confusion sexuelle contre l'Eudemis : vers un équilibre de l'acaro-faune du vignoble. Phytoma-LDV, N° 484, 43-47.

• HAMILTON G.C., LASHOMB J.H., 1997 - Effects of insecticides on two predators of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Florida Entomologist, N° 80, Vol. 1, 10-23.

• IANNAcone J., LAMAS G., 2002 - Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador Chrysopa externa Manajo Integrado de Plagas y Agroecología, N° 65, 92-101.

• IANNAcone J., LAMAS G., 2003 - Efectos toxicológicos del nina, rotenona y paratop sobre tres miridovigipus paratop de plagas agrícolas en el Peru. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, N° 29, 123-142.

• KREITER S., 2000 - Management of major arthropod pests in organic viticulture. Proc. IFOAM, 6th International Congress of Organic Viticulture, Basel (Switzerland), 2000, 149-159.

• KREITER S., BARRET D., COTTON D., PERRON-MINOT M.J., 1991 - Les typhlodromes : Qui sont-ils, que font-ils ? Des acarions prédateurs qui font parler d'eux en viticulture et arboriculture (1^{re} partie). Phytoma-LDV, n° 428, 46-53.

• KREITER S., DE LA BOURDONNAIE D., 1993 - Les Typhlodromes, acarions prédateurs : Cle simplifiée d'identification des principales espèces des cultures de plein champ n° 446, suppl. n° 4.

• KREITER S., SENTENAC G., 1993 - Methode CEB N° 167 : Methode d'étude des effets non intentionnels à moyen terme sur les Phytoseiidae (Typhlodromes) de la vigne des produits phytopharmaceutiques utilisés en traitement des parties aériennes. Commission des essais biologiques, Appr, Paris.

• KREITER S., TYBER M.S., AUGER P., MUCKENSTUN N., SENTENAC G., DOUBLET B., WEBER M., 2000 - Phytoseiid mites of vineyards in France (Acari : Phytoseiidae). Acarologia, N° 41, 77-96.

• SENTENAC G., BONAFOS R., RUELE B., COULON T., ESCARFÈRE R., AUGER P., KREITER S., 2002 - Effets non intentionnels de certains

produits phytopharmaceutiques sur Typhlodromus pyri, Kampinodromus aberrans et Phytoseius plumifer. Phytoma-LDV, N° 555, 50-55.

• SHI-PING Y., XI-BIN Y., JI-GUANG H., HAN-HONG X., 2003 - Rotenone α -oxime. Acta Chystr., N° 59, 392-393.

• SINGH D.S., DHINGRA S., SAXENA V.S., SRIVASTAVA V.S., SIRCAR P., LAL R., 1979 - Relative resistance of aphid predator, Coccinella septempunctata Linn., to insecticides. Indian Journal of Entomology, N° 41, Vol. 2, 149-154.

• TEDSCHER R., ALMA A., TAVELLA L., 2001 - Side-effects of threone (Azadirachta indica A. Juss) products on the predator Macrolophus caliginosus Wagner (Het., Miridae). J. Appl. Ent., N° 125, 397-402.

• TSOLAKIS H., LETO G., RAGUSA S., 1997 - Effects of some plant materials on Tetranychus urticae Koch (Acari-formes, Tetranychidae) and Typhlodromus exiliatus Ragusa (Parasitiformes, Phytoseiidae). Ann. Appr, Vol. 1, 4th International Conference on Pests in Agriculture, Montpellier, 1997, 239-245.