

## Mode d'exposition des utiles aux produits phytosanitaires

La mortalité directe ou les effets sublétaux des produits phytosanitaires sur les organismes utiles peuvent être occasionnés par contact direct, par contamination résiduelle et par les transferts dans la chaîne alimentaire. Les modes de contamination des organismes utiles par les produits phytosanitaires, interagissant entre eux, sont souvent très complexes et imparfaitement connus. Ceux décrits ci-dessous n'ont pour d'autres objectifs que de donner un aperçu de la complexité des voies d'exposition des produits sur les auxiliaires.

### ● Contact direct

Les auxiliaires peuvent être touchés directement par les produits phytosanitaires.

**Par retombées directes des produits** à la surface des plantes et autres substrats. Les stades sédentaires des auxiliaires (œufs, larves, pupes) peuvent en effet être exposés directement aux pulvérisations effectuées par voie aérienne. La probabilité pour ces auxiliaires d'être touchés par les pulvérisations dépend de la taille des gouttes, de leur distribution et de la propre taille de ces organismes utiles. La proportion relative des populations d'ennemis naturels protégées d'une pulvérisation grâce à un refuge varie selon l'espèce et l'environnement ; certains phytoséides peuvent se réfugier sous des exuvies situées dans des anfractuosités, les larves de syrphes dans les colonies de pucerons au sein de feuilles recroquevillées, divers carabidés sous les pierres, les parasitoïdes dans le corps de leurs hôtes. Les exemples cités relèvent d'une sélectivité écologique.

D'une façon générale, les adultes prédateurs sont moins affectés que les larves par les applications directes car leur faculté de déplacement leur permet souvent d'y échapper. C'est le contraire pour les organismes endoparasitoïdes.

Certains auxiliaires peuvent aussi passer une grande partie de leur temps en dehors de la culture traitée où se trouvent leurs proies ou hôtes principaux. Si nous prenons l'exemple des vergers de pommiers, les proies consommées passent respectivement 100 % de leur temps pour *P. ulmi*, 98 % pour *T. urticae*, 94 % pour *Aphis pomi* dans le verger alors que *Chrysopa carnea*, prédateur de toutes ces espèces, passe moins de 50 % de son temps dans la culture traitée. Il existe donc, pour ce cas, une opportunité d'appliquer sélectivement les produits phytosanitaires lorsque les ravageurs sont présents et les auxiliaires absents.

### L'exposition PAR VOIE aérienne

Les pulvérisations aériennes peuvent toucher les auxiliaires lorsqu'ils sont en plein vol. Quand les densités d'hôtes et de proies sont faibles ou modérées, l'activité de vol des auxiliaires est souvent plus importante que lorsque les ravageurs sont nombreux. La prédisposition des auxiliaires adultes à être touchés par les pulvérisations phytosanitaires pourra donc être plus ou moins grande en fonction de leur activité de vol.

### L'exposition par les effets de vapeur

Les effets de vapeur de certains produits phytosanitaires peuvent être extrêmement toxiques pour les auxiliaires, surtout ceux de petite taille (parasitoïdes) car leur ratio surface développée/poids du corps est plus important que celui de leur proie ou de leur hôte. Certains auxiliaires, comme les coccinelles, qui possèdent un ratio surface/poids de leur corps beaucoup moins important que celui de leurs proies (les pucerons), sont au contraire beaucoup moins sensibles aux effets de vapeur.

### L'exposition par le sol

Certains organismes utiles comme les carabidés, les staphylinidés, nématodes, champignons et actinomycètes passent une grande partie ou la totalité de leur vie dans le sol. L'exposition de ces organismes aux pesticides dépendra donc de la structure et du type de sol, des conditions d'humidité (un sol saturé d'humidité est une source d'exposition aux pesticides similaire à un milieu liquide, un sol sec se rapproche d'une surface d'un substrat entourée par l'air), de la température et du pH. L'intégration de tous ces facteurs influencera en même temps l'importance de leur contamination par les produits phytosanitaires.

### **L'exposition PAR VOIE systémique**

La contamination des auxiliaires naturels peut se produire au travers des plantes traitées par des produits phytosanitaires systémiques. Le transfert du produit absorbé par la plante vers l'auxiliaire intervient quand un stade de développement de l'auxiliaire se trouve en contact étroit avec la plante traitée. C'est le cas des œufs d'*Anthocoris* qui, pondus et déposés à différents niveaux des feuilles (plages internervaires, marges de feuilles, nervures) seront plus ou moins sensibles selon le comportement d'oviposition de l'espèce et les propriétés systémiques du produit : c'est ainsi qu'une espèce comme *Anthocoris nemorum* qui pond à la marge des feuilles, est plus sensible aux produits systémiques que *A. confusus* qui pond sur les nervures ou sur les espaces internervaires.

#### **● Contact résiduel**

Bien que les résidus agissent de façon généralement moins importante que le contact direct sur les utiles immédiatement après l'application, l'effet non intentionnel lié aux résidus est un phénomène plus persistant. Le processus de contamination des auxiliaires par les résidus de produit est complexe et variable. Il dépend du comportement de l'auxiliaire (importance de la locomotion pendant la recherche de l'hôte ou de la proie...), de la quantité et de la distribution des résidus sur la plante, du type de plante, de sa vitesse de croissance et de développement qui influence les quantités de résidus déposés.

### **Le comportement de l'auxiliaire**

Les jeunes stades rampants des arthropodes auxiliaires sont généralement exposés sur une plus grande partie de leur corps et pendant une période plus longue (leur déplacement est plus lent) que les adultes (ex. : syrphes).

Il est difficile de savoir si la grande sensibilité des larves de syrphes est due à la faible sclérisation de la cuticule ou à une plus forte exposition au produit phytosanitaire due à son mode de locomotion. Il est également possible que les organes olfactifs et chémorécepteurs, largement utilisés pour localiser les hôtes et les proies, puissent jouer un rôle sur l'importance des contaminations chez certaines espèces d'auxiliaires.

Le comportement de nettoyage des pattes, ailes ou tête, particulièrement important chez les formes adultes de parasitoïdes, contribue à étendre à l'ensemble du corps, la contamination par les résidus initialement localisée au niveau des tarses.

De nombreux auteurs pensent que beaucoup de prédateurs et parasitoïdes sont plus sensibles aux produits phytosanitaires que leurs proies ou leurs hôtes parce qu'ils se contaminent davantage par unité de poids et de temps, en raison de leur petite taille et de leurs importants déplacements sur le substrat traité pour leur recherche de nourriture. Leurs déplacements sont d'autant plus importants que le produit utilisé a décimé les populations et modifié la distribution spatiale des ravageurs. Si l'on ajoute à cette observation le fait que les auxiliaires reçoivent généralement moins de produit que les ravageurs lors des pulvérisations directes, cela peut expliquer en partie pourquoi les produits persistants sont beaucoup moins sélectifs vis-à-vis des auxiliaires que les produits à faible durée de vie.

### **L'évolution des résidus sur les végétaux traités et autres supports**

La nature des substrats traités et la vitesse de dégradation des résidus sont des variables importantes qui vont influencer le degré de contamination des auxiliaires par les pesticides. Tous les facteurs qui conditionnent la vitesse de dégradation des résidus à la surface du végétal traité (facteurs intrinsèques à la spécialité utilisée, facteurs environnementaux, vitesse de croissance du végétal....) induisent des effets modulés d'un même produit sur un auxiliaire donné. L'exemple étudié par Campbell (1975) est particulièrement démonstratif : le malathion, appliqué à 75 g/hl contre les cochenilles des agrumes fin d'hiver, au printemps et en été, a été létal sur les adultes d'*Aphytis melinus* respectivement pendant 29, 21 et 16 jours. La toxicité des résidus de malathion, différente selon la saison d'application, était en relation avec les changements de température et de pluviométrie.

Chaque situation de traitement étant un cas unique, l'effet conjugué des résidus à court terme et long terme sera toujours sous la dépendance complexe de facteurs combinés, expliquant ainsi la variabilité des résultats enregistrés.

## ● Contact par la chaîne alimentaire et transfert

Les organismes utiles (surtout insectes et acariens) peuvent être contaminés par différentes sources.

### *Par les plantes et les miellats rejetés par les ravageurs homoptères*

Beaucoup d'organismes utiles consomment, à certain stade de leur développement, des parties de végétal pour satisfaire leur besoin en eau et en éléments nutritifs. Les nymphes de certaines espèces d'*Amblyseius* peuvent être contaminées avec des produits systémiques en consommant l'eau excrétée par les feuilles, d'autres en prélevant la sève (ex. : mortalité significative d'*A. hibisci* sur feuilles de pamplemoussier traitées avec du diméthoate (Congdon et Tanigoshi, 1983). Des contaminations similaires sont également observées pour tous les prédateurs mi-entomophages mi-phytophages tels que les Anthocoridés, les Miridés, les Nabidés ; Elliott a pu montrer la toxicité de plusieurs insecticides systémiques sur les Anthocoridés qui se nourrissent secondairement de la sève de la plante hôte. Ces exemples sont plus rares pour les parasitoïdes ; Cate *et al.* (1972) ont toutefois montré que l'Ichneumonidé *Compoletes perdinctus* pouvait s'intoxiquer par le nectar des plants de coton traités avec des préparations microgranulées à base d'aldicarbe et de monocrotophos. Les prédateurs et parasitoïdes qui consomment le miellat des pucerons qui infestent des plantes traitées avec certains insecticides peuvent être gravement intoxiqués (Bartlett,; Douth et Hagan, 1950).

### **Par les proies lors de la prédation**

La toxicité des produits sur les prédateurs via la chaîne alimentaire a été démontrée sur *Phytoseiulus persimilis* consommant *T. urticae* dès 1967 et 1970 avec des matières actives telles que le diméthoate, le méthomyl, l'oxydéméton méthyl (Mc Clanahan, 1967 ; Binns, 1971).

Nakashima et Croft ont observé une réduction de l'oviposition et une intoxication de plusieurs stades d'*Amblyseius fallacis* suite à la consommation de *T. urticae* qui avait reçu du bénomyl lors d'un traitement fongicide.

De très nombreuses études, qu'il est impossible de rapporter ici, montrent des intoxications de toutes les familles de prédateurs (Syrphidés, Coccinellidés, Hétéroptères...etc) après consommation des proies traitées.

Les intoxications des prédateurs sont d'autant plus graves que les proies présentent des résidus externes de produits phytosanitaires importants ; elles sont relativement équivalentes lorsque les prédateurs consomment des proies vivantes, moribondes ou mortes. Le transfert de la contamination du prédateur via sa proie est similaire à celle du ravageur via la plante hôte traitée.

L'importance de l'effet produit sur l'organisme utile dépend surtout :

- du taux de contamination externe de la proie au moment du traitement ;
- du taux de contamination interne de la proie après le traitement (localisation, concentration et métabolisme du produit dans son corps) ;
- du comportement alimentaire du prédateur et de sa capacité à métaboliser et détoxifier le produit.

Le métabolisme et le transfert du produit phytosanitaire de la plante au ravageur et du ravageur à l'auxiliaire peuvent différer pour chaque triptyque Plante/Ravageur/Auxiliaire ; les différences entre la nutrition, l'endocrinologie, l'excrétion, les capacités d'immobilisation dans le corps gras, de pénétration et de détoxification entre les insectes auxiliaires et les ravageurs proie ou hôte conditionnent largement les possibilités de sélectivité des produits.

### **Par contamination intra-spécifique**

Le cannibalisme existe chez certaines espèces (coccinelles, chrysopes), indépendamment de la densité des proies. D'autres espèces, comme les jeunes larves d'Anthocorides (*Anthocoris nemorum* et *A. nemoralis*) peuvent consommer les œufs de leur propre espèce en l'absence de proies et s'intoxiquer lorsque les œufs ont été traités avec un insecticide organo-phosphoré systémique (Aveling, 1981).

### **Par accumulation dans la chaîne alimentaire**

Les mouvements des substances actives dans la chaîne alimentaire peuvent résulter d'une concentration métabolique dans le corps des prédateurs et parasitoïdes. Une importante bio-accumulation a été mise en évidence chez de nombreux auxiliaires pour les insecticides organochlorés (interdits aujourd'hui). Les insecticides moins persistants comme les organophosphorés, les carbamates, les pyréthrinoides et les régulateurs de croissance montrent une bio-accumulation nettement moins importante.

### Par LES effets latents de certains produits

WIACKOWSKI (1968) a pu observer une grande tolérance des larves de *Chrysopa carnea* traitées avec plusieurs insecticides organophosphorés alors que les pupes et les adultes issus de ces larves subissent plus de 80 % de mortalité.

De nombreux résultats similaires ont été enregistrés avec divers insecticides et fongicides appliqués sur d'autres auxiliaires (*Aphidoletes sp.*, *Diaeretiella sp.*). Ces effets latents ne sont pas encore bien élucidés sur les aspects physiologique et écotoxicologique ; les principales explications résident d'une part dans une augmentation de la mobilisation du corps gras contenant des pesticides, et d'autre part une réduction des niveaux d'enzymes assurant la détoxification lors des derniers stades de développement.

Il apparaît que les organismes utiles se contaminent essentiellement par des voies de contact direct, transfert résiduel, chaînes alimentaires. Il existe de grandes différences dans les risques d'exposition aux produits phytosanitaires selon les espèces d'auxiliaires. La généralisation devient encore plus difficile quand on considère les espèces végétales, la matière active utilisée, sa formulation, les techniques d'application, etc. Les méthodologies utilisées pour évaluer l'effet non intentionnel des produits sont tellement disparates qu'elles sont loin de rendre compte de la réalité objective et détaillée des voies de contamination.

### CAS DES ECTO ET ENDOPARASITOÏDES

Le transfert de pesticides entre l'hôte et le parasitoïde est largement dépendant de la physiologie de l'hôte et de l'importance de la pénétration à travers la cuticule du parasitoïde. Un insecticide peut tuer un ravageur-hôte sans pour autant tuer le parasitoïde ; dans le cas contraire où le ravageur-hôte survit à une application insecticide, il peut détoxifier la matière active et la convertir en métabolite plus ou moins toxique qui peut affecter le parasitoïde interne.

NOVOZHILOV et al. (1973) ont effectué une étude très détaillée de l'interaction hôte/parasitoïde/insecticide avec un parasitoïde Scelionide (*Trissoleus grandis*), d'œufs d'un Scrutellaride (*Eurygaster integriceps*) qui a été traité avec le trichlorfon à 0,4 %. La quasi totalité du trichlorfon (95 à 99 %) est absorbée par le chorion de l'œuf du ravageur et la quantité du produit qui pénètre dans l'œuf du ravageur parasité dépend du stade de développement du parasitoïde dans l'œuf au moment du traitement. Il s'ensuivra un pourcentage de mortalité dans l'œuf et d'émergence du parasitoïde différent en fonction de la quantité de produit absorbée par le ravageur et du stade du parasitoïde.

TABEAU

Critères notés	Stade du parasitoïde dans l'œuf du ravageur hôte au moment du traitement			
	oeuf	larve	Pupe d'1 jour	Pupe avant l'émergence
Qté de trichlorfon pénétrée dans l'œuf de l'hôte au moment du traitement	0,44 µg	0,98µg	2,17µg	2,17µg
% d'émergence du parasitoïde	85,7 %	77,7 %	79,2 %	61,9 %
% de mortalité du parasitoïde				
-dans l'œuf de l'hôte	14,3%	22,3 %	20%	35,7 %
-lors et après l'émergence	0 %	0 %	0,8%	2,3 %

quels sont les facteurs qui affectent la sensibilité des organismes utiles

La sensibilité des ennemis naturels aux pesticides est influencée par de nombreux facteurs qui interagissent les uns avec les autres:

-facteurs propres aux utiles : groupe, famille, espèce, biotype (tolérance innée, résistance...) stade de

## Les facteurs intrinsèques aux ennemis naturels

### • La tolérance innée et acquisition de résistance

La tolérance innée et l'acquisition de résistance contribuent à moduler la sensibilité des populations naturelles d'auxiliaires aux produits phytosanitaires. L'influence respective de la tolérance innée et de la résistance peut être appréhendée en testant de nombreux individus provenant de différentes populations provenant respectivement d'habitats non traités et traités. Pour une espèce d'organisme utile donnée, les niveaux de tolérance et de résistance sont très différents selon les familles chimiques de produits phytosanitaires ; ceux concernant l'acarien prédateur *Amblyseius fallacis*, obtenus à partir d'études en laboratoire effectuées par Croft (1976), Croft et Whalon (1982), sont reportés figure 5.

Figure 5 — Niveaux de tolérance et de résistance des souches de l'acarien prédateur *Amblyseius fallacis* (d'après CROFT et al., 1976 ; 1982).

### • Le stade de développement

Les pupes et pré-pupes des insectes utiles à métamorphose complète et les œufs des prédateurs sont relativement peu sensibles même lorsqu'ils sont exposés directement. Ces tendances générales souffrent toutefois d'exceptions, surtout avec l'emploi d'insecticides perturbateurs de mues.

La moins grande sensibilité d'un stade particulier d'un auxiliaire peut être liée :

- à l'imperméabilité de la cuticule à la pénétration du produit toxique (œufs, pupes...) ;
- pour les endoparasitoïdes, à la tolérance physiologique du stade de l'hôte auquel est lié l'auxiliaire ;
- à la composition en corps gras de l'auxiliaire, qui peut favoriser l'immobilisation du produit et éviter ainsi l'intoxication (tableau 3),
- à l'âge du stade de développement : les œufs âgés de l'acarien prédateur *Amblyseius gossypii* et de la Cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza* sont plus sensibles aux insecticides organophosphorés et pyréthri-noïdes de synthèse que les œufs jeunes ; le contraire est observé pour les œufs des Carabidés du genre *Pterostichus* qui sont d'autant moins sensibles aux insecticides du sol qu'ils sont âgés (Moosbeckhofer, 1983).

## TABLEAU 3

### • La diapause et rythme circadien

Les auxiliaires en diapause tendent à être plus tolérants aux pesticides que les formes non diapausantes ; en ce qui concerne le rythme circadien, la figure 6 montre, pour *Aphytis melinus*, deux pics journaliers (à 9 h et à 15 h) de sensibilité au malathion (Abdelrahman, 1973).

Figure 6 — Influence du rythme circadien sur la sensibilité au malathion d'*Aphytis melinus*

## Les facteurs propres à l'hôte ou à la proie

L'hôte ou la proie d'un organisme utile peut influencer le transfert de pesticide vers ce dernier, surtout lorsqu'il s'agit de parasitoïde.

Ainsi, un parasitoïde peut être sensible à un produit au travers d'un hôte et être tolérant au travers d'un autre hôte qui détoxifie ou immobilise ledit produit au niveau du corps gras.

La réduction des proies ou des hôtes pouvant entraîner une diète des auxiliaires favorise leur sensibilité aux produits phytosanitaires ; l'effet positif du manque de nourriture a été par exemple constaté chez des auxiliaires aussi différents que *Bembidion lampras*, *Aphytis melinus* et *Trichogramma evanescens*.

En effet, les parasitoïdes induisent une plus grande sensibilité de leurs hôtes aux insecticides et ces derniers influencent aussi la sensibilité des parasitoïdes immatures qui leur sont associés.

La nature de l'hôte ou de la proie et du végétal qui les porte vont influencer le comportement alimentaire de l'auxiliaire et le rendre plus ou moins sensible au produit.

Les ravageurs hôtes parasités sont nettement plus sensibles aux insecticides que ceux non parasités ; l'influence probable des larves de parasitoïdes sur la sensibilité de l'hôte peut s'expliquer :

- par la destruction du corps gras et du corps de l'hôte ;
- par l'altération des fonctions physiologiques ;
- par l'interférence du parasite avec la production d'enzymes de détoxification de l'hôte ;
- par l'augmentation de la pénétration des produits à travers la cuticule de l'hôte, grâce à une réduction de son épaisseur par limitation de l'incorporation des composés azotés.

### Les facteurs environnementaux

Everson et Tonks (1981) ont montré que la toxicité du cyhexatin, du dicofol, du propargite et de la perméthrine sur les adultes femelles de *Phytoseiulus persimilis* était positivement corrélée avec la température. En règle générale, les fortes températures rendent les organismes utiles relativement plus sensibles que les ravageurs. La température agit en influençant les processus physiologiques de base, l'activité des auxiliaires et le transfert des pesticides.

**L'hygrométrie relative** affecte l'intoxication des auxiliaires, en accroissant leur contamination et par les effets du stress de déshydratation.

**L'humidité du sol** affecte surtout les auxiliaires qui vivent à la surface ou dans le sol car elle conditionne le mouvement des produits phytosanitaires, leur adsorption et désorption et donc leur possibilité de contaminer les insectes de type carabes.

**La photopériode** influence la possibilité de contaminer les organismes auxiliaires par les pesticides par l'induction de la diapause, leurs mouvements de recherche d'hôtes ou de proies et le comportement en général. La lumière conditionne l'importance de la photolyse des produits à la surface des feuilles et dans l'eau, soit leur vitesse de dégradation et l'importance de leur effet résiduel sur les utiles.

**L'acidité ou l'alcalinité** de l'environnement des auxiliaires peut influencer la toxicité et la persistance des produits de traitement, surtout en milieu aquatique et édaphique.

**La forme et la structure de l'habitat** : ces facteurs sont déterminants pour la nature et l'importance de l'exposition car ils conditionnent la distribution du produit et le comportement de l'organisme utile. La forme et la structure de la végétation traitée peuvent influencer la toxicité du produit de traitement sur l'auxiliaire, par les caractéristiques des feuilles, du tronc, des écorces, de la densité du feuillage... La pubescence des feuilles, les nervures des feuilles influencent les mouvements des auxiliaires (Phytoséides) et des produits systémiques dans les plantes. La structure de l'habitat dépendra de la création des microhabitats servant de refuges pour les auxiliaires qui pourront ne pas être atteints par les produits lors des applications.

### Les facteurs liés aux produits phytosanitaires

#### • Type, dosage et formulation

La partie listant les types d'action donne une large information (que nous ne développerons pas davantage) sur les toxicités des divers produits phytosanitaires contre les organismes utiles.

La formulation peut influencer l'application, la distribution, la contamination et la pénétration des produits, aussi bien sur les ravageurs que pour les auxiliaires et peut donc favoriser, à ce titre, une plus ou moins grande sélectivité écologique.

Les formulations granulé et microgranulé sont généralement moins nocives contre les ennemis naturels les plus mobiles. Les poudrages sont souvent moins sélectifs que les concentrés émulsionnables et les poudres mouillables en raison des tendances qu'ont les entomophages à se déplacer davantage que les ravageurs pour la recherche de nourriture. Les formulations liquides et fluides, qui constituent la plus grande partie des formulations, peuvent présenter une sélectivité différente en fonction de leur composition en solvants organiques et autres additifs.

La microencapsulation augmente généralement la sélectivité des matières actives envers les entomophages. C'est ainsi que le parathion, normalement toxique contre *Stethorus punctum* et *Amblyseius sp.* montre une bonne sélectivité contre ces prédateurs lorsqu'il est employé sous forme microencapsulée en traitement contre les larves de lépidoptères en vergers de pommiers.

Les produits systémiques montrent une assez bonne sélectivité pour les prédateurs tels que les Coccinellides, les Chrysopides et les Syrphides.

#### • Les méthodes d'application

Les pulvérisations sont à peu près aussi toxiques pour les auxiliaires que pour les ravageurs et les volumes de bouillie, appliqués à dose de matière active constante, n'ont que peu d'influence sur les organismes prédateurs ; ceux-ci étant relativement mobiles, leurs déplacements les amèneront le plus souvent à se contaminer par les produits appliqués, même si les résidus ne recouvrent qu'une partie de la surface du végétal à protéger.

Les forts volumes d'application ont tendance à éliminer les micro-habitats refuges en permettant une couverture totale des végétaux ; il semble donc que la mortalité des auxiliaires parasites d'œufs de ravageurs soit plus élevée qu'avec celle engendrée par des traitements à bas volume. Les applications par fumigation, vaporisation et aérosol sont le plus souvent dangereuses pour les organismes utiles qui ne peuvent échapper au contact de ces produits.

Seuls les composés physiologiquement sélectifs peuvent être appliqués en fumigation. Comme exemple de sélectivité physiologique, Helgesen et Tauber (1974) ont montré que le pyrimicarbe, appliqué en fumigation sous serres contre le puceron *Myzus persicae* respectait également les prédateurs *Chrysopa carnea*, *Phytoseiulus persimilis* et le parasitoïde *Encarsia formosa*.

#### Bibliographie

- ABDELRAHMAN, 1973. Aust. J. Agric. Res., 24, p. 119-133.  
AVELING C., 1981. Ann. Appl. Biol., 97, p. 155-164.  
BARTLETT B.R., 1966. J.E.E., 59, p. 1142-1149.  
CAMPBELL M.M., 1975. J. Aust. Ent. Soc., 14, p. 161-164.  
CATE et al., 1972. J.E.E., 65, p. 484-488.  
CONGDON B.D. ; TANIGOSHI L.K. (réf. 0638), 1983. Environ. Ent., 12, p. 933-935.  
CROFT B.A., 1976. J.E.E., 69, p. 64-68.  
CROFT et al., (réf. 0575), 1982. Environ. Ent., 11, p. 161-164.  
DOUTT R.L. ; HAGAN K.S., 1950. J.E.E., 1950, 43, p. 94-96.  
EVERSON P.R., TONKS N.V., 1981. Can. Ent., 113, p. 333-336.  
GELGESEN R.G., TAUBER M.J., 1974. Environ. Ent., 3, p. 99-104.  
Mc CLANAHAN R.J., 1967. Nature, 25, p. 1001.  
MOOSBECKHOFER R., 1983. Zeit. Ang. Ent., 95, p. 15-21.  
NAKASHIMA M.J. ; CROFT B.A., 1974. J.E.E., 67, p. 657-677.  
NOVOZHILOV et al., 1973. Ent. Obozr., 52, p. 20-28.  
TAKEDA et al., 1965. Foc. Agric. Bull. Gifu. Univ., p. 83-91.  
WIACKOWSKI S.K., 1968. Polski Pismo Ent., 38, p. 601-609.