

# Rôle de la flore du vignoble sur la distribution de *Scaphoideus titanus*

Valeria TRIVELLONE<sup>1</sup>, Mauro JERMINI<sup>1</sup>, Christian LINDER, Corrado CARA<sup>1</sup>, Nicolas DELABAYS<sup>2</sup> et Johann BAUMGÄRTNER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 6593 Cadenazzo, Switzerland

<sup>2</sup>Direction générale de l'agriculture du canton de Genève, 1228 Plan-les-Ouates, Switzerland

<sup>3</sup>Center for the Analysis of Sustainable Agricultural Systems (CASAS), Kensington (CA) 94707 USA

Renseignements: Valeria Trivellone, e-mail: valeria.trivellone@gmail.com, tél. +41 91 850 20 30, www.agroscope.ch



Larve de *Scaphoideus titanus* sur *Ranunculus repens* (photo Valeria Trivellone, Agroscope).

## Introduction

La cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball., originaire d'Amérique du Nord, a été introduite en Europe accidentellement dans les années cinquante. En France, elle a été enregistrée pour la première fois en 1960 (Bonfils et Schvester 1960). Depuis le début de sa diffusion, *S. titanus* a été considérée dans les régions paléarctiques comme une espèce monophage inféodée au genre *Vitis* (Vidano 1964; Bonfils et Schvester 1960). Cependant, dans sa région néarctique natale, *S. titanus* se com-

porte comme une espèce polyphage sur un large éventail d'arbres et d'arbustes (Alma 2004; Barnett 1977; Gibson 1973). Dans les régions paléarctiques, *S. titanus* est le seul vecteur connu de l'agent pathogène '*Candidatus Phytoplasma vitis*' (16Sr-V) qui provoque une grave jaunisse de la vigne appelée flavescence dorée (FD) (Schvester *et al.* 1961). En Suisse, *S. titanus* a été signalé pour la première fois au Tessin, puis dans les cantons de Vaud et de Genève (Schaub et Linder 2007). La FD a été découverte pour la première fois en 2004 au Tessin, déclenchant ainsi la lutte obligatoire dans ce canton.

La biologie et la répartition spatiale et dynamique des populations de *S. titanus* ont fait l'objet de nombreuses études (Bosco *et al.* 1997; Chucho et Thiéry 2009; Decante & Helden 2006; Lessio *et al.* 2007; 2009; Linder et Jermini 2007; Vidano 1964). Un modèle phénologique a été développé (Rigamonti *et al.* 2011) puis intégré dans la modélisation du système pathogène-vecteur-hôte. Ce modèle est utilisé dans le cadre d'une gestion adaptative et modifié en permanence pour améliorer les connaissances sur la phénologie, la dynamique des populations et rationaliser les procédures de gestion de la cicadelle (Jermini *et al.* 2013; Prevostini 2013). Les déplacements de l'insecte étant limités entre les vignobles (Linder et Jermini 2007), la prise en compte des processus spatiaux dans le développement du modèle devrait se concentrer sur ses mouvements à l'intérieur du vignoble, et notamment entre les plantes hôtes potentielles.

Des études de laboratoire ont montré que la plante hôte influence fortement la mortalité et la reproduction de certaines espèces d'Hémiptères (Andow 1984; Bentz et Townsend 2003; Di Giulio et Edwards 2003; Rossi et Strong 1991). Les travaux expérimentaux et les études de simulation conduites par Rigamonti *et al.* (2011) indiquent une très forte mortalité des nymphes de *S. titanus* se nourrissant sur vigne dans des conditions contrôlées – improbables en conditions naturelles.

Ces observations suggèrent ainsi que *S. titanus* exploite d'autres plantes hôtes que la vigne, à l'encontre du comportement monophage qu'on lui impute généralement en Europe.

Ce travail a pour but d'évaluer le rôle de la flore du vignoble sur la distribution spatio-temporelle des populations de *S. titanus*. L'étude a été divisée en trois parties: en 2009, **échantillonnage préliminaire** au champ pour évaluer l'effectif de *S. titanus* sur la haie foliaire et sur la végétation; **échantillonnage intensif** en 2010 pour estimer la densité des nymphes sur la végétation au sol et **essais en serre** pour tester le taux de survie des nymphes qui exploitent les espèces végétales les plus fréquentes de l'interligne comme plantes hôtes additionnelles.

## Matériel et méthodes

### Vignobles d'étude

Les études au champ ont été conduites dans cinq vignobles, trois situés dans le canton du Tessin (sites 1–3), un dans le canton de Vaud (site 4) et un dans le canton de Genève (site 5) (tabl.1). Les herbicides glyphosate ou glufosinate ont été appliqués sous les lignes dans les sites 1, 4 et 5 et aucun traitement insecticide n'a été effectué. D'autres informations agronomiques figurent dans le tableau 1.

### Etude préliminaire de 2009

De fin mai à début août, un échantillonnage a été réalisé avec trois techniques différentes dans les sites 2 et 3 (tabl.1): **piège-fosse** (ou piège Barber), **bac jaune** et **aspiration directe** avec un appareil D-Vac (EcoTech® – <http://www.ecotech-bonn.de>) à tube d'aspiration de 15cm de diamètre. **Piège-fosse**: six zones de prélèvement dans l'interligne, comportant chacune trois pièges, ont été choisies dans chaque vignoble. Le piège se compose d'un gobelet en plastique de 200ml enfoncé dans le sol, couvert d'un toit de plexiglas et rempli d'eau salée avec quelques gouttes de savon liquide. Les pièges de chaque série étaient distants de 50cm. L'échantillon-

**Résumé** La cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball. est une espèce polyphage originaire de la région néarctique. Depuis son arrivée dans les régions paléarctiques dans les années cinquante, cet insecte vecteur du phytoplasme de la flavescence dorée est considéré comme un monophage inféodé au genre *Vitis*. La compréhension adéquate de la répartition spatio-temporelle de *S. titanus* est une étape importante pour rationaliser les stratégies de lutte et améliorer le modèle phénologique dans le cadre d'une gestion adaptative. Ce travail, effectué de 2009 à 2010, a évalué le rôle de la végétation spontanée des interlignes sur la dynamique des populations de *S. titanus* et montré que: *i)* *S. titanus* réside à la fois sur le feuillage de la vigne et sur la végétation des interlignes; *ii)* les densités relatives sur le feuillage et sur les interlignes varient dans le temps; *iii)* les nymphes se développent sur *Trifolium repens* et *Ranunculus repens*, les deux espèces les plus communes de la végétation des interlignes, avec un meilleur taux de survie sur *T. repens*.

nage a été effectué sur trois périodes couvrant tout le cycle de *S. titanus*: du 20 au 27 mai, du 24 juin au 1<sup>er</sup> juillet et du 21 au 28 juillet. **Bac jaune**: au milieu de chaque vignoble et aux mêmes dates que le piège-fosse, un bac jaune de 22 cm de diamètre rempli d'une solution saline avec quelques gouttes de savon liquide a été posé sous le rang entre deux plantes. **Aspiration directe au D-Vac**: cette technique a été utilisée pour collecter les insectes sur la haie foliaire et la végétation des interlignes. Six transects (trois couvrant la haie foliaire et trois la végétation au sol de l'interligne) de 20m ont été aspirés durant 120 secondes chacun, les 20 mai, 24 juin, 1<sup>er</sup> juillet et 21 juillet. Les transects ont été choisis hors des zones où se trouvaient les pièges-fosse et le bac jaune. >

Tableau 1 | Description des cinq vignobles suisses échantillonnés en 2009–2010

Site	Localité	Surface (m <sup>2</sup> )	Zone d'échantillonnage (m <sup>2</sup> )	Distance de plantation (cm)	Cépage	Régime de fauche de l'interligne (coupe/an)
1	Contone	16400	4000	220 x 80	Gamaret	3–5
2	Camorino	4000	2000	180 x 120	Merlot	2
3	Biasca	10000	2500	180 x 135	Merlot	3–5
4	Trélex	18514	1400	125 x 75	Pinot noir	3
5	Bourdigny	10000	1400	150 x 75	Pinot noir	4–5

### Etude intensive de 2010

En 2010, l'étude intensive a été entreprise dans tous les vignobles pour confirmer les résultats de 2009 et observer la distribution des nymphes entre la haie foliaire et l'interligne. Cinq échantillonnages ont été effectués par aspiration au D-Vac entre fin mai et fin juillet. Pour tenir compte d'une éventuelle hétérogénéité spatiale, chaque vignoble a été divisé en trois blocs de taille égale pour le prélèvement sur la haie foliaire et sur l'interligne. Dans chaque bloc, deux transects ont été aspirés chacun durant 40 secondes. La moyenne des cinq échantillonnages des captures de *S. titanus* sur la haie foliaire et l'interligne a été comparée par t-test après la transformation en racine carrée (SigmaStat for Windows 3.5, Systat Software Inc. San José, California, USA).

Dans chaque transect, des relevés botaniques ont permis de caractériser la composition de la végétation du sol. Dans les sites 1–3, trois relevés ont eu lieu les 1<sup>er</sup> juin, 23 juin et 6 juillet contre un seulement dans les sites 4 et 5 au 10 juin. Les espèces ont été déterminées selon la Flora Helvetica (Lauber et Wagner 1998) et la Flora d'Italia (Pignatti 1982). Leur abondance a été exprimée sur l'échelle de Londo (Londo 1976). Leur valeur de couverture relative a été calculée et convertie en pourcentage selon le tableau de Fortier *et al.* (2010).

### Essai en serre de 2010

La capacité des nymphes de *S. titanus* à se nourrir et à faire leurs mues a été étudiée sur les espèces dominantes des vignobles tessinois, le trèfle blanc *Trifolium repens* et la renoncule rampante *Ranunculus repens*. L'essai a été réalisé dans des cages d'élevage d'insectes (60 x 60 x 60 cm) installées dans une serre non chauffée à la lumière naturelle, à 22–30 °C. Des plantes de *T. repens* et *R. repens* ont été récoltées le 17 mai dans les sites 4 et 6 (tabl.1) avant le début de l'éclosion des œufs de la cica-

delle. Chaque plante a été mise dans un pot en plastique de 3 litres avec la terre du vignoble pour maintenir les conditions de croissance du champ. Les plantes ont été acclimatées durant cinq jours en serre avant le début de l'essai. Chaque pot a reçu le matin 200 ml d'eau au goutte-à-goutte. L'essai a couvert deux périodes de développement de la cicadelle pour permettre un comptage effectif des survivants. La **première période** devait évaluer la survie des individus du 1<sup>er</sup> au 3<sup>e</sup> stade larvaire soit un total de deux mues. Deux séries de quatre cages contenant trois pots par cage ont respectivement étudié *T. repens* et *R. repens*. Chaque cage a accueilli le 22 mai 20–22 individus du 1<sup>er</sup> stade larvaire récoltés sur les plantes du site 1 (tabl.1) au début de l'éclosion des œufs. Les individus vivants ont été comptés le 14 juin, date à laquelle il n'y avait plus de nymphes des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> stades au champ. La **deuxième période** devait évaluer la survie des individus du 3<sup>e</sup> stade larvaire au stade adulte avec trois mues au total. Deux séries de sept cages contenant trois pots par cage ont été respectivement utilisées pour *T. repens* et *R. repens*. Chaque cage a reçu le 22 juin trente individus au 3<sup>e</sup> stade larvaire récoltés sur les plantes du site 1 au début de l'apparition de ce stade. Les individus vivants ont été comptés le 27 juillet, date à laquelle il n'y avait plus que des adultes au champ.

Pour chaque partie de l'essai, tous les individus perdus dans les cages ont été considérés comme morts. Le taux de survie a été calculé et transformé en arcsin avant une analyse de variance factorielle à deux voies, effectuée avec SigmaStat 3.1 et testée à  $p < 0,05$  pour la signification statistique.

Tous les individus de *S. titanus* recueillis lors de ce travail ont été transférés dans des flacons contenant 70 % d'éthanol. En laboratoire, ils ont été identifiés à la loupe binoculaire 20x et les stades discriminés selon la description morphologique de Della Giustina *et al.* (1992).

**Tableau 2 | Captures de *Scaphoideus titanus* en 2009 dans les vignobles de Camorino (site 2) et Biasca (site 3) selon le mode d'échantillonnage**

Date		20 mai		20–27 mai		24 juin		24 juin–1 <sup>er</sup> juillet		1 <sup>er</sup> juillet		21 juillet		21–28 juillet	
Méthode échantillonnage		Aspiration		Piège-fosse	Bac jaune	Aspiration		Piège-fosse	Bac jaune	Aspiration		Aspiration		Piège-fosse	Bac jaune
Structure		H	V	R	R	H	V	R	R	H	V	H	V	R	R
Site 2	Nb individus	0	0	9	0	42	23	9	7	nc	nc	29	1	6	52
	%					65	35					97	3		
Site 3	Nb individus	0	0	2	3	21	8	0	17	41	39	16	5	1	10
	%					72	28			51	49	76	24		

H = haie foliaire. V = végétation de l'interligne. R = zone sous le rang.

Le pourcentage a été calculé seulement pour l'échantillonnage par aspiration. nc = données non collectées.

## Résultats

### Etude préliminaire

Le tableau 2 rapporte le nombre de *S. titanus* récoltés par les trois méthodes d'échantillonnage sur les trois principales structures du vignoble des sites 2 et 3: haie foliaire, végétation de l'interligne et sous le rang. Pendant la première période d'échantillonnage, du 20 au 27 mai, correspondant à la période d'éclosion des œufs, le piège-fosse et le bac jaune ont capturé principalement des nymphes des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> stades. Aucun individu n'a été capturé par aspiration sur la haie foliaire et la végétation de l'interligne. Dès le 24 juin en revanche, cette technique d'échantillonnage a capturé un grand nombre d'individus sur les deux structures, avec un pic

**Tableau 3 | Comparaison des densités de *Scaphoideus titanus* dans l'interligne et la haie foliaire de trois vignobles tessinois en 2010**

Site	Nombre d'individus		t	P
	Interligne	Haie foliaire		
1	10,8 ± 11,662	27,6 ± 27,501	-3,198	0,033
2	18,4 ± 17,672	121,6 ± 133,885	-2,769	0,050
3	7,2 ± 7,662	23,6 ± 30,138	-1,518	0,204

Site 1 = Contone; site 2 = Camorino; site 3 = Biasca.

au 1<sup>er</sup> juillet (tabl. 2). Ces résultats montrent que, depuis le contrôle du 24 juin, une population de 3 à 49 % du total des captures colonise la flore de l'interligne (tabl. 2). La récolte par les autres méthodes d'échantillonnage a aussi été constante pendant les deux autres périodes d'échantillonnage, même s'il existe une différence considérable entre les deux vignobles étudiés (tabl. 2).

### Etude intensive

Dans les cinq sites (tabl. 1), l'échantillonnage par aspiration a collecté au total 192, 700, 154, 155 et 144 individus de *S. titanus*. Dans les sites 2 et 3, la population présente sur l'interligne, correspondant à environ 20 % du total des captures, était significativement inférieure à celle de la haie foliaire (tabl. 3). Dans le site 1, la population de l'interligne s'élevait à 40,9 % et ne différait pas significativement de la densité présente sur la haie foliaire. Dans les sites 4 et 5, la présence de *S. titanus* sur la végétation de l'interligne a été négligeable, avec respectivement deux et un individus capturés. Sur les cinq sites, 73 espèces de plantes appartenant à 25 familles ont été enregistrées, avec respectivement 33, 33, 32, 24 et 14 espèces pour les sites 1 à 5. Les sites 1, 2 et 3 ont montré des variations notables dans l'abondance des espèces entre les dates d'échantillonnage (tabl. 4),

**Tableau 4 | Valeur relative de couverture de Londo de chaque espèce végétale exprimée en pourcentage pour les trois dates d'échantillonnage dans les vignobles de Contone, Camorino et Biasca**

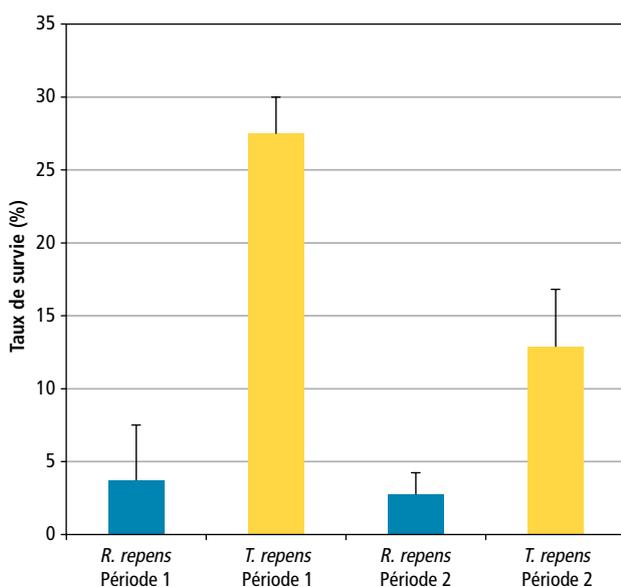
Famille	Espèce	Contone			Camorino			Biasca		
		1.6	23.6	6.7	1.6	23.6	6.7	1.6	23.6	6.7
<b>Dicotylédones</b>										
Ast	<i>Taraxacum officinalis</i>	30	50	30	30	•	10	•	•	10
Fab	<i>Trifolium repens</i>	30	20	25	•	•	•	15	15	15
Ger	<i>Geranium rotundifolium</i>	•	•	•	•	•	20	•	•	•
Ran	<i>Ranunculus repens</i>	•	15	•	50	60	30	•	15	20
Ast	<i>Erigeron annuus</i>	•	•	•	•	10	•	10	•	•
Ast	<i>Artemisia vulgaris</i>	•	•	•	•	•	•	10	•	•
Ran	<i>Ranunculus acris</i>	•	•	•	•	•	•	20	•	10
Urt	<i>Urtica dioica</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Api	<i>Aegopodium podagraria</i>	•	•	•	•	10	•	10	10	20
Fab	<i>Trifolium pratense</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Monocotylédones</b>										
Poa	<i>Lolium perenne</i>	•	•	15	•	•	•	•	15	•
Poa	<i>Poa annua</i>	•	•	•	•	•	•	10	•	•
Poa	<i>Poa trivialis</i>	15	•	•	•	•	•	•	•	•
Poa	<i>Agropyron repens</i>	•	•	•	•	•	•	10	•	•
Poa	<i>Lolium italicum</i>	10	•	•	•	•	•	•	•	•

• = espèces avec un pourcentage relatif inférieur à 10 %. Familles (Fam.): Apiacées (Api), Astéracées (Ast), Fabacées (Fab), Géraniacées (Ger), Poacées (Poa), Renonculacées (Ran) et Urticacées (Urt).

probablement liées au régime de fauche appliqué sur l'interligne (tabl.1). Les principales espèces du site 1 étaient *Taraxacum officinalis* et *Trifolium repens*, du site 2 *Ranunculus repens* et *T. officinalis* et du site 3 *R. repens*, *Ranunculus acris* et *T. repens*. Le tableau 4 donne la liste des espèces dont le taux de couverture dépassait 10 % lors des trois relevés réalisés entre juin et juillet dans les trois premiers sites. Dans le site 4, les taux de couverture cumulés de *T. officinalis*, *Erigeron annuus* et *Conyza canadensis* (Asteraceae) représentent 45 % du total, et ceux de *Lolium perenne* et *Poa trivialis* 25 %. *L. perenne* était la seule espèce dominante du site 5, avec 80 % de couverture.

### Essais en serre

L'analyse statistique a livré des différences significatives dans la survie des nymphes entre les deux plantes testées ( $F=26,817$ ,  $p<0,001$ ) et entre les deux périodes ( $F=5,669$ ,  $p=0,029$ ). En revanche, aucune interaction significative n'a été mise en évidence ( $F=4,326$ ,  $p=0,052$ ). Le taux de survie sur *T. repens* a été significativement plus élevé que sur *R. repens* (fig. 1), pour chacune des deux périodes (période 1 = 1<sup>er</sup> au 3<sup>e</sup> stade larvaire, période 2 = 3<sup>e</sup> stade larvaire à l'adulte).



**Figure 1** | Taux de survie moyen et erreur standard de la moyenne de *Scaphoideus titanus* sur *Trifolium repens* et sur *Ranunculus repens* pour les deux périodes de l'essai en serre en 2010 (période 1 = de l'infestation des plantes au premier stade larvaire à l'apparition du troisième stade; période 2 = du troisième stade larvaire à l'apparition des adultes).

## Discussion

Cette étude démontre pour la première fois qu'un pourcentage relativement élevé des populations de *S. titanus* peut habiter la végétation de l'interligne, de l'éclosion des œufs au stade adulte. Cette constatation est particulièrement importante pour l'Europe où *S. titanus* est considéré comme une espèce monophage sur la vigne. La polyphagie démontrée dans notre essai n'est pas surprenante, car cette cicadelle se nourrit d'autres espèces que la vigne dans sa région néarctique native (Alma 2004; Barnett 1977; Gibson 1973) et parce qu'il est connu que la plupart des ravageurs agricoles peuvent coloniser de nombreuses plantes cultivées à partir de la plante hôte native (Murphy et Feeny 2006). Nos résultats montrent qu'une partie importante de la population de *S. titanus* peut habiter la végétation de l'interligne de certains vignobles, mais pas tous. En particulier, les captures des premiers stades nymphaux au piège-fosse et au bac jaune suggèrent qu'un déplacement des lieux d'hivernage ou d'alimentation sur la vigne est possible vers la végétation de l'interligne. Cette migration pourrait être continue entre la haie foliaire et la végétation de l'interligne durant toute la première moitié de la saison végétative.

Chuche et Thiéry (2009) ont montré que les températures hivernales influencent l'éclosion des œufs, qui peut donc se produire en même temps (synchronie) que le débourrement de la vigne, ou non (asynchronie). En supposant un comportement monophage chez *S. titanus*, les auteurs voient dans une asynchronie éventuelle la principale cause de réduction de «fitness» de la population de la cicadelle. En cas de synchronie, le premier stade nymphal peut en effet se nourrir de jeunes feuilles riches en azote, tandis qu'en cas d'asynchronie seules de vieilles feuilles pauvres en azote sont disponibles, la valeur nutritionnelle des feuilles diminuant en général avec leur âge physiologique (Mooney et Gulmon 1982). Le modèle de Rigamonti *et al.* (2013) prédit l'éclosion continue d'un petit nombre d'œufs pendant l'hiver, avec une mortalité plus élevée des nouvelles nymphes si le débourrement est retardé. La disponibilité d'autres plantes hôtes et le mouvement continu entre le feuillage de la vigne et la végétation du sol peuvent atténuer l'effet de l'asynchronie sur la vitalité des populations de *S. titanus*. Cette étude suggère que les nymphes se déplacent activement de la vigne au sol des vignobles si celui-ci est riche en dicotylédones, en particulier *Trifolium repens* et *Ranunculus repens*. Ce comportement peut être interprété comme une extension de la gamme de plants hôtes en réaction aux besoins alimentaires (Chuche et Thiéry 2009) et à la

qualité nutritive. Des changements dans l'exploitation de l'hôte sont souvent observés chez les insectes herbivores et généralement liés à la variation nutritionnelle des plantes hôtes (Andow 1984; Brodbeck *et al.* 1990; Rossi et Strong 1991; Benz et Townsend 2003; Di Giulio et Edwards 2003).

La vigne est certainement l'hôte préférentiel de *S. titanus* qui y accomplit son cycle biologique, mais nos résultats montrent qu'il peut rechercher d'autres hôtes nutritionnels pendant son développement. Caudwell *et al.* (1970) ont étudié une gamme de plantes hôtes possibles pour la cicadelle, mais seulement sous l'angle de la transmission du phytoplasme de la FD de la vigne aux plantes spontanées. Réalisée sur une période restreinte, leur étude n'a pas fourni d'informations consistantes sur l'adaptation de la cicadelle à d'autres espèces végétales que la vigne. Nos résultats indiquent de possibles avantages dans le changement de plante hôte pendant le développement de l'insecte et sa «préférence» éven-

tuelle pour les légumineuses puisque l'essai en serre a montré un taux de survie plus élevé sur *T. repens* que sur *R. repens*. Des études supplémentaires sont évidemment nécessaires pour confirmer ces observations.

## Conclusions

- Ce travail montre que la cicadelle *S. titanus* peut se déplacer activement de la haie foliaire de la vigne à la végétation de l'interligne, lorsque *Trifolium repens* et *Ranunculus repens* sont les plantes dominantes.
- L'étude des processus spatiaux à l'intérieur du vignoble a permis de mieux comprendre la complexité des interactions phytoplasme-plante-vecteur.
- Cette étude constitue une nouvelle étape dans la gestion adaptative de *S. titanus* (Jermini *et al.* 2013; Prevostini *et al.* 2013). ■

### Remerciements

Nous remercions tous les viticulteurs qui nous ont mis à disposition leurs parcelles pour la réalisation de cette étude.

### Bibliographie

- Alma A., 2004. The genus *Scaphoideus* in the world. The diffusion of *S. titanus* in Europe. In: 3rd European Hemiptera Congress, St. Petersburg, June 8–11, 3–5.
- Andow D. A., 1984. Microsite of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* (Homoptera: Cicadellidae), on rice: plant nitrogen and leafhopper density. *Researches on Population Biology* **26**, 313–329.
- Barnett E. D., 1977. A revision of the nearctic species of the genus *Scaphoideus* (Homoptera Cicadellidae). *Transactions of the American Entomology Society* **102**, 485–593.
- Bentz J. A. & Townsend A. M., 2003. Nitrogen fertilization and use of container-grown maple selections as hosts by the potato leafhopper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **128** (6), 821–826.
- Bonfils J. & Schvester D., 1960. Les cicadelles (Homoptera Auchenorrhyncha) dans leurs rapport avec la vigne dans le Sud-Ouest de la France. *Ann. Epiphyties* **11** (3), 325–336.
- Bosco D., Alma A. & Arzone A., 1997. Studies on population dynamics and spatial distribution of leafhoppers in vineyards (Homoptera: Cicadellidae). *Ann. Appl. Biol.* **130**, 1–11.
- Brodbeck B. V., Mizell R. F., French W. J., Andersen P. C. & Aldrich J. H., 1990. Amino acids as determinants of host preference for the xylem feeding leafhopper, *Homalodisca coagulata* (Homoptera Cicadellidae). *Oecologia* **83**, 338–345.
- Caudwell A., Kuszala C., Bachelier J. C. & Larrue J., 1970. Transmission de la Flavescence dorée de la vigne aux plantes herbacées par l'allongement du temps d'utilisation de la cicadelle *Scaphoideus littoralis* Ball et l'étude de sa survie sur un grand nombre d'espèces végétales. *Ann. Phytopathol.* **2** (2), 415–428.
- Chuche J. & Thiéry D., 2009. Cold winter temperatures condition the egg-hatching dynamics of a grape disease vector. *Naturwissenschaften* **96**, 827–834.
- Decante D. & van Helden M., 2006. Population ecology of *Empoasca vitis* (Göthe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: influence of migration and landscape. *Crop Protection* **25**, 696–704.
- Della Giustina W., Hogrel R. & Della Giustina M., 1992. Description des différents stades larvaires de *Scaphoideus titanus* Ball (Homoptera, Cicadellidae). *Bull. Soc. Ent. Fr.* **97** (3), 269–276.
- Di Giulio M. & Edwards P. J., 2003. The influence of host plant diversity and food quality on larval survival of plant feeding heteropteran bugs. *Ecological Entomology* **28**, 51–57.
- Fortier E., Shani T. & Burgos S., 2010. Enherbement du vignoble genevois: bilan et perspectives. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (2), 96–103.
- Gibson L. P., 1973. An annotated list of the Cicadellidae and Fulgoroidea of elm. In: Res. Pap. NE-278. Upper Darby, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 5.
- Jermini M., Trivellone V., Cara C. & Baumgärtner J., 2013. Marrying research and management activities: adaptive management of grape leafhopper *Scaphoideus titanus*. *Bulletin OILB/SROP* **85**, 49–56.
- Lauber K. & Wagner G., 1998. Flora Helvetica. 2nd edition. Paul Haupt, Bern, 1614 p.
- Lessio F., Tedeschi R. & Alma A., 2007. Presence of *Scaphoideus titanus* on American grapevine in woodlands, and infection with "flavescence dorée" phytoplasmas. *Bulletin of Insectology* **60** (2), 373–374.
- Lessio F., Tedeschi R., Pajoro M. & Alma A., 2009. Seasonal progressio of sex ratio and phytoplasma infection in *Scaphoideus titanus* Ball (Hemiptera: Cicadellidae). *Bulletin of Entomological Research* **99**, 377–383.
- Linder C. & Jermini M., 2007. Biologie et distribution du vecteur de la flavescence dorée dans les vignobles. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 97–101.
- Londo G., 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio* **33**, 61–64.
- Mooney H. A. & Gulmon S. L., 1982. Constraints on leaf structure and function in reference to herbivory. *BioScience* **32**, 198–206.
- Murphy M. S. & Fenny P., 2006. Chemical facilitation of a naturally occurring host shift by *Papilio machaon* butterflies (Papilionidae). *Ecological Monographs* **76**, 399–414. ▶

## Summary

### Role of the vineyard vegetation in the distribution of Grapevine leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball. populations

The *Scaphoideus titanus* Ball. is a Nearctic leafhopper known as a polyphagous species. Since its outbreak in the Palearctics in the 1950ies, this sole vector of the Flavescence dorée disease was considered as a monophagous species restricted to the genus *Vitis*. An adequate understanding of the spatio-temporal distribution of *S. titanus* is important for rationalizing pest management procedures and improving a phenology model in an adaptive management framework. This study carried out in 2009–2010 to evaluate the role of spontaneous inter-row vegetation on the dynamics of *S. titanus* populations showed that: *i*) both grapevine canopy and inter-row vegetation are inhabited by *S. titanus*; *ii*) relative densities in grapevine canopy and in inter-row vegetation vary during the season; *iii*) the survivorship of nymphs on common species of the inter-row vegetation is higher on *Trifolium repens* than on *Ranunculus repens*.

**Key words:** feeding preference, nutritional host plants, wild plants, sampling.

## Zusammenfassung

### Rolle der Flora des Rebberges in der Verteilung der Populationen der Zikade *Scaphoideus titanus* Ball.

Die Zikade *Scaphoideus titanus* stammt aus der nearktischen Region, in der sie als polyphage Spezies bekannt ist. Seit sie in den in der Paläarktisch nachgewiesen wurde gilt sie als monophage Art, die sich nur von der Gattung *Vitis* ernährt und als einziger Vektor der Goldgelben Vergilbung der Rebe. Eine angemessene Kenntnis der raum-zeitlichen Verteilung von *S. titanus* ist ein wichtiger Schritt, um, in einer adaptiven Führung die Verfahren zu rationalisieren und die Schädlingsbekämpfung zu verbessern. Diese, in der Zeitspanne 2009–2010 ausgeführte Arbeit, beurteilt die mögliche Rolle, die die spontane Vegetation zwischen den Reihen auf die Populationsdynamik von *S. titanus* spielt und hat aufgezeigt, dass: *i*) *S. titanus* sich sowohl auf dem Laub als auch auf der Vegetation zwischen den Reihen aufhält; *ii*) sich die relative Dichte auf dem Laub und zwischen den Reihen mit der Zeit ändert; *iii*) die Überlebensrate von Nymphen auf den zwei am häufigsten in der Vegetation zwischen den Reihen vorkommenden Wildpflanzen, *Trifolium repens* und *Ranunculus repens*, auf der ersten grösser ist.

## Riassunto

### Ruolo della vegetazione del vigneto sulla distribuzione delle popolazioni della cicalina *Scaphoideus titanus* Ball.

La cicalina *Scaphoideus titanus* Ball. è originaria della regione neartica, dove è conosciuta come specie polifaga. Dal suo arrivo, negli anni '50, nelle regioni paleartiche essa è stata considerata una specie monofaga infedata al genere *Vitis* oltre a essere il solo vettore conosciuto della Flavescenza dorata. Un'adeguata conoscenza della distribuzione spatio-temporale di *S. titanus* è un passo importante per razionalizzare procedure di gestione dei parassiti e migliorare un modello fenologia nel quadro di una gestione adattativa. Questo lavoro, effettuato nel periodo 2009–2010 ha valutato il possibile ruolo delle spontanee dell'interfilare sulla dinamica delle popolazioni di *S. titanus* e ha dimostrato che: *i*) *S. titanus* risiede sia sulla parete fogliare della vite, sia sulla vegetazione dell'interfila *ii*) le densità relative sulla parete fogliare e nell'interfila variano nel tempo; *iii*) il tasso di sopravvivenza delle ninfe su specie comuni di piante selvatiche dell'interfila è più alto su *Trifolium repens* rispetto a *Ranunculus repens*.

- Pignatti S., 1982. La flora d'Italia, 3 Voll. Edagricole, Bologna.
- Prevostini M., Taddeo A. V., Balac K., Rigamonti I., Baumgärtner J. & Jermini M., 2013. WAMS – an adaptive system for knowledge acquisition and decision support: the case of *Scaphoideus titanus*. *Bulletin OILB/SROP* 85, 57–64.
- Rigamonti I., Jermini M., Fuog D. & Baumgärtner J., 2011. Towards an improved understanding of the dynamics of vineyard-infesting *Scaphoideus titanus* leafhopper populations for better timing of management activities. *Pest Management Science* 67 (10), 1222–1229.
- Rigamonti I. E., Trivellone V., Jermini M. & Baumgärtner J., 2013. Multiannual infestation patterns of grapevine plant canopy inhabiting *Scaphoideus titanus* Ball. leafhoppers. *Bulletin OILB/SROP* 85, 43–48.
- Rossi A. M. & Strong D. R., 1991. Effects of host-plant nitrogen on the preference and performance of laboratory populations of *Carmecephala floridana* (Homoptera: Cicadellidae). *Environmental Entomology* 20, 1349–1355.
- Schaub L. & Linder C., 2007. Surveillance nationale du vecteur de la flavescence dorée en 2006. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 39 (2), 95–96.
- Schvester D., Carle P. & Moutous G., 1961. Sur la transmission de la flavescence dorée des vignes par une cicadelle. *C.R. Acad. Agric. Fr.* 47, 1021–1024.
- Vidano C., 1964. Scoperta in Italia dello *Scaphoideus titanus* Ball cicalina americana collegata alla «Flavescence dorée» della Vite. *L'Italia Agricola* 101, 1031–1049.