

Association Universitaire Limousine pour l'Étude et
la Protection de l'Environnement

<https://www.unilim.fr/asl/index.php?id=219>

ASL N°26 | 2016



Caractéristiques des pontes et croissance d'*Omphiscola glabra* chez quatre populations vivant sur marne ou sur granite

D. Rondelaud, P. Vignoles et G. Dreyfuss

Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 87025 Limoges

Résumé – Des investigations de terrain ont été effectuées pendant 12 mois dans quatre habitats d'*Omphiscola glabra* situés sur marne ou sur granite afin de préciser le nombre et la taille des pontes au printemps et de suivre la croissance des deux générations annuelles au cours de l'année. Dans les deux types d'habitats, le nombre des pontes par mollusque adulte et le nombre des oeufs par ponte diminuent de manière significative au cours des sept semaines de la période d'oviposition (printemps 2015). Au cours de ces semaines, chaque limnée adulte sur marne dépose 6,4 pontes et 93,3 oeufs en moyenne. Sur granite, les valeurs moyennes sont respectivement de 5,7 pontes et de 69,1 oeufs. Deux générations annuelles, l'une au printemps et l'autre en automne, ont été notées dans ces habitats. Les hauteurs des individus nés sur marne sont significativement plus élevées que celles des mollusques nés sur granite. Il en résulte une taille maximale différente pour les adultes : 19,8 et 20,5 mm en moyenne sur marne au lieu de 17,2 et 18,2 mm sur granite. Deux catégories d'individus, à savoir des juvéniles nés au printemps (3,1 à 3,4 mm en moyenne en juillet) et des limnées adultes nées lors de l'année précédente (au printemps et en automne), subissent le dessèchement estival de leurs habitats. La différence existant entre les hauteurs de coquille sur marne et sur granite pourrait s'expliquer en partie par la teneur en ions calcium dissous dans l'eau courante (26-35 mg/L sur marne au lieu de teneurs inférieures à 20 mg/L sur granite).

Mots clés : croissance de la coquille, fécondité, géologie du sous-sol, oeuf, *Omphiscola glabra*, ponte.

Title – Characteristics of egg-masses and shell growth of *Omphiscola glabra* in four snail populations living on marl or granite

Summary – Field investigations in four *Omphiscola glabra* populations living on marl or granite were carried out during 12 months to specify the number and size of egg-deposits in spring, and follow the shell growth of both generations over the year. In both types of habitats, the number of egg-masses per adult snail and their size significantly decreased during the seven weeks of snail egg-laying (spring 2015). During this period, each adult snail on marl laid a mean of 6.4 egg-masses and 93.3 eggs. On granite, the respective mean values were 5.7 egg-deposits and 69.1 eggs. Two annual generations, the first in spring and the other in autumn, were noted in these habitats. Shell heights of snails hatched on marl were significantly higher than those of snails living on granite. Consequently, the maximal shell height of adults was different: a mean of 19.8 and 20.5 mm on marl instead of 17.2 and 18.2 mm on granite. Two snail categories, i.e. spring-born juveniles (a mean of 3.1-3.4 mm in July) and adults born during the previous year (in spring and autumn), were subjected to summer drying of their habitats. The difference between the shell heights recorded on marl

and granite might partly be explained by the dissolved calcium level in running water (26-35 mg/L on marl instead of levels lower than 20 mg/L on granite).

Key words : egg, egg-mass, fecundity, *Omphiscola glabra*, shell growth, subsoil geology.

Introduction

La Limnée étroite, connue aussi sous le nom scientifique d'*Omphiscola glabra*, a une aire de répartition limitée dans l'Europe de l'Ouest car les populations de cette espèce se distribuent depuis le sud de la Scandinavie jusqu'au sud de l'Espagne (Prié *et al.*, 2011). Cette limnée colonise le plus souvent des habitats à dessèchement périodique et a une préférence pour les sols acides (Prié *et al.*, 2011). Dans le Limousin, on rencontre principalement cette espèce dans les systèmes de drainage superficiel présents dans les prairies marécageuses et les fossés de route (Vareille-Morel *et al.*, 1999, 2007). Beaucoup de recherches ont été réalisées par notre équipe sur le rôle que la limnée joue comme hôte intermédiaire dans le cycle évolutif de plusieurs Digènes (Abrous *et al.*, 1999, 2000 ; Dreyfuss *et al.*, 2003 ; Rondelaud *et al.*, 2015 ; Vignoles *et al.*, 2016). Par contre, l'écologie de cette espèce est encore peu connue.

Comme les populations de cette limnée présentent, à l'heure actuelle, un déclin dans le nombre et la taille de ses populations sur toute son aire de répartition (Prié *et al.*, 2011 ; Welter-Schultes, 2013), l'espèce a été inscrite sur les Listes rouges nationales des espèces menacées comme un taxon en danger critique d'extinction en Irlande, une espèce en danger en Allemagne et une limnée vulnérable en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Suède (Byrne *et al.*, 2009 ; Welter-Schultes, 2013). En Ecosse, un programme de sauvegarde a été mis en place pour maintenir et, lorsque cela est possible, augmenter la taille des populations et la distribution de cette limnée (Macadam et Baker, 2005 ; Baker, 2013). L'un des objectifs fixés par ces auteurs est de déterminer ce qui constitue un bon habitat pour la Limnée étroite (Macadam, 2006). La connaissance de l'écologie chez cette espèce est donc essentielle.

Les premières investigations réalisées par Rondelaud *et al.* (2003) ont montré qu'il existe des différences entre les populations d'*O. glabra* par rapport à l'estivation. Dans le Parc Naturel Régional de la Brenne, département de l'Indre, la plupart des mollusques estivent en s'enfouissant dans la marne. Par contre, sur les sols granitiques de la Haute-Vienne, aucun enfouissement n'a été noté et les mollusques subissent le dessèchement estival de leur habitats en se fixant sur une plante ou un élément minéral, avec leur ouverture étroitement appliquée sur ce substrat. Dans les deux cas, des mollusques adultes survivent à ce processus et meurent dans les semaines qui suivent les premières pluies post-estivales (Rondelaud *et al.*, 2003). La différence, que l'on note dans l'estivation de ces limnées par rapport à la géologie du sous-sol, a également été retrouvée dans la hauteur maximale des mollusques adultes. D'après Dreyfuss *et al.* (2010), la hauteur moyenne des limnées à la fin de leur vie se situe entre 19,2 et 20,8 mm dans les habitats localisés dans le Parc Naturel Régional de la Brenne alors qu'elle est comprise entre 15,1 et 17,1 mm dans les habitats de la Haute-Vienne. Devant ces deux types de résultats, nous nous sommes demandé si cette influence du sous-sol ne retentissait pas sur les autres fonctions de la limnée et en particulier sur son activité reproductrice. Nous nous sommes donc posé les deux questions suivantes : est-ce que la reproduction d'*O. glabra* présente des différences par rapport à la localisation des limnées sur marne ou sur granite ? Comment s'effectue la croissance de la coquille sur ces deux types de sols ? Pour répondre à la première question, des investigations hebdomadaires ont été effectuées de février à juin 2015 dans quatre habitats à raison de deux sites sur marne et les deux autres sur granite afin de préciser plusieurs paramètres de l'activité reproductrice au cours de la principale période de pontes (au printemps). La réponse à la seconde question a été réalisée en pratiquant des

prélèvements mensuels de mollusques dans les quatre habitats pendant 12 mois (de janvier à décembre 2015) pour suivre la croissance de la coquille d'*O. glabra* au cours de l'année.

Matériel et méthodes

1. Les habitats des mollusques

Les deux premières populations d'*O. glabra* vivent dans le Parc Naturel Régional de la Brenne sur les communes de Chitray (46°40'17" N, 1°18'3" E) et de Thenay (46°34'47" N, 1°24'34" E), département de l'Indre. Ces habitats sont situés dans des fossés de route et leur superficie respective en janvier 2015 est de 15,4 et de 75,6 m². Les eaux de ruissellement en provenance des prairies proches inondent ces sites depuis la fin d'octobre jusqu'au mois de juin. Leur substratum est composé de sable et de limons, le tout reposant sur une couche imperméable de marne. Le pH de l'eau varie de 6,7 à 7,8 au cours de l'année en fonction des apports et la teneur en ions calcium dissous se distribue entre 26 et 35 mg/L (Dreyfuss *et al.*, 2010). De nombreuses touffes de joncs et quelques potamots poussent dans ces deux habitats. On y trouve aussi de nombreux restes de plantes mortes tout au long de l'année et des algues filamenteuses épiphytiques au printemps.

Les deux autres populations colonisent aussi des fossés de route sur les communes de Blond (46°2'26" N, 1°1'41" E) et du Dorat (46°11'52" N, 1°4'6" E), département de la Haute-Vienne. Les superficies respectives de leurs habitats sont de 30,5 et de 10,9 m² en janvier 2015. Dans chaque site, une source temporaire fournit de l'eau depuis la fin du mois d'octobre jusqu'au mois de juillet. Le pH de cette eau varie de 5,6 à 7 au cours de l'année et la teneur en ions calcium dissous ne dépasse pas 20 mg/L (Guy *et al.*, 1996).

Ces quatre habitats sont soumis aux mêmes conditions avec un climat continental humide modulé par les vents qui viennent de l'Océan Atlantique. La pluviométrie moyenne annuelle au cours des trente années précédant ces investigations varie de 600 à 1000 mm selon les années, tandis que la température moyenne annuelle est de 10° ou de 11° C (Dreyfuss *et al.*, 2010 ; Rondelaud *et al.*, 2011).

2. Les pontes du mollusque

Des relevés hebdomadaires ont été réalisés dans ces stations en utilisant la méthode des quadrats. Des aires de 1 m² chacune ont été choisies dans les habitats de Blond et Thenay (cinq par station) ; par contre, leur nombre n'est que de trois dans chacun des deux autres sites. Ces zones ont été inventoriées pendant les sept semaines de la période de pontes et étaient toutes situées dans des secteurs soumis à la lumière du soleil au moins deux heures par jour (les pontes sont rares dans les lieux qui sont toujours à l'ombre). De l'eau sur cinq centimètres de profondeur ou moins recouvre le fond de ces quadrats car le comptage des pontes est difficile dans les zones plus profondes. Les limnées adultes (12 mm et plus en hauteur) et les pontes ont d'abord été décomptées dans chaque quadrat pendant 35 à 40 min. Vingt mollusques adultes ont été ensuite récoltés et leur hauteur de coquille a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse électronique avant que ces individus ne soient replacés dans leur milieu. Dix pontes ont été enfin prélevées pour être transportées au laboratoire. Les autres ont été enlevées du quadrat pour éviter qu'elles ne soient recomptées sept jours plus tard. Au laboratoire, les pontes récoltées sur le terrain ont été plongées dans de l'eau de source et placées dans une pièce sous les conditions suivantes : température variant chaque jour de 8°-12° C à 22°-24° C, photopériode naturelle et incidence indirecte de la lumière du soleil. Le nombre des oeufs par ponte, la longueur de la période d'incubation et le taux de fécondité ont alors été déterminés.

Les quatre premiers paramètres sont *i*) la durée de la période de pontes au printemps, *ii*) la densité des limnées adultes, *iii*) celle des pontes et *iv*) le rapport entre le nombre des pontes et l'effectif des limnées adultes. Les trois autres sont le nombre des oeufs par ponte, la longueur de la période d'incubation et le taux de fécondité (nombre de nouveau-nés qui éclosent à partir des pontes par rapport au nombre des oeufs présents dans celles-ci). Les valeurs relevées pour chaque paramètre ont été ramenées à une moyenne, encadrée d'un écart-type, en tenant compte de la géologie du sous-sol (marne ou granite) et de la durée de la période de pontes. La normalité de ces valeurs a été analysée avec le test de Shapiro et Wilk (Shapiro et Wilk, 1965). Comme leur distribution n'était pas normale, le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour établir les niveaux de signification statistique. Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel Statview 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3. Croissance des limnées dans le temps

De janvier à juin et de septembre à décembre 2015, des échantillons de 100 limnées ont été prélevés chaque mois dans les quatre habitats. Aucune récolte de mollusques n'a été effectuée en juillet et en août 2015 en raison du dessèchement estival des stations. La hauteur des *O. glabra* a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Les limnées sont replacées ensuite dans leur habitat.

Les valeurs individuelles de ce paramètre ont été centrées et les écarts types ont été calculés en tenant compte de la géologie du sous-sol, de la génération de la limnée et de la date de la récolte. La normalité de ces valeurs a été aussi analysée avec le test de Shapiro et Wilk (Shapiro et Wilk, 1965). Comme leur distribution n'était pas normale, nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis pour établir les niveaux de signification statistique. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel Statview 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Les graphes de la figure 1 ont été construits *i*) en regroupant les valeurs relevées de janvier à décembre 2015 pour chaque type d'habitat (sur marne ou sur granite) et *ii*) en tenant compte de la date des prélèvements.

Résultats

1. Caractéristiques des pontes

Tableau 1. Effectif de limnées adultes (> 12 mm en hauteur) et nombre de pontes dans quatre habitats colonisés par *Omphiscola glabra* par rapport à la géologie du sous-sol et à la durée de la période de pontes (printemps 2015).

Période de pontes	Densité/m ² d' habitat : moyenne ± écart type				Pontes par limnée adulte*	
	Limnées adultes		Pontes		Marne	Granite
	Marne	Granite	Marne	Granite		
Semaine 1	32,1 ± 9,3	17,2 ± 5,1	27,6 ± 11,0	22,1 ± 9,0	0,85	1,29
Semaine 2	35,6 ± 11,3	18,8 ± 6,0	45,3 ± 13,7	22,3 ± 8,4	1,27	1,18
Semaine 3	33,5 ± 8,3	16,5 ± 4,5	41,2 ± 12,5	18,1 ± 5,1	1,22	1,09
Semaine 4	29,4 ± 10,2	16,8 ± 5,3	31,2 ± 9,5	12,2 ± 3,6	1,06	0,72
Semaine 5	24,3 ± 9,5	14,3 ± 4,7	19,5 ± 7,3	9,1 ± 3,2	0,80	0,63
Semaine 6	19,2 ± 8,2	13,9 ± 3,9	14,3 ± 7,1	7,3 ± 2,5	0,74	0,52
Semaine 7	15,6 ± 5,3	9,2 ± 3,1	8,2 ± 2,4	3,2 ± 1,5	0,52	0,34

* Nombre total de pontes par limnée adulte : 6,46 (marne), 5,77 (granite).

Dans les quatre habitats, la période de pontes au printemps dure sept semaines. Les premières pontes ont été déposées à la fin avril 2015 et les dernières ont été trouvées à la mi-juin 2015. La hauteur moyenne des limnées adultes sur marne est de $19,5 \pm 1,7$ mm dans la population de Chitray et de $20,6 \pm 0,9$ mm dans celle de Thenay à la fin de la période des pontes. Dans les habitats sur granite, les valeurs respectives sont de $16,3 \pm 1,4$ mm à Blond et de $17,2 \pm 0,8$ mm au Dorat. La hauteur de ces limnées adultes à la septième semaine est significativement plus élevée ($H = 14,67$; $p < 0,1$ %) sur marne que sur granite. Par contre, les valeurs notées dans chaque type d'habitat ne présentent pas de différence significative entre elles (données non représentées).

La densité des limnées adultes et celle des pontes dans les deux types d'habitats (sur marne ou sur granite) sont répertoriées sur le tableau I par rapport à la durée des pontes. Le nombre des mollusques adultes par mètre carré d'habitat montre un pic au cours de la deuxième semaine et diminue par la suite jusqu'à la fin de la période d'oviposition. Lors de la deuxième semaine, ces adultes sont significativement plus nombreux ($H = 7,58$; $p < 1$ %) dans les habitats sur marne que dans les deux autres sites. A partir de la troisième semaine, la diminution dans les densités de limnées adultes est significativement plus grande ($H = 7,79$; $p < 1$ %) dans les gîtes sur granite. Des résultats similaires ont également été notés pour la densité des pontes au cours des sept semaines. Lors de la deuxième semaine, le nombre des pontes est significativement plus important ($H = 9,01$; $p < 1$ %) dans les habitats sur marne. Par contre, la diminution, que l'on note dans les densités de ces pontes à partir de la troisième semaine, est significativement plus rapide ($H = 10,54$; $p < 1$ %) sur granite. Ce dernier résultat est renforcé par le rapport entre la densité des pontes et celle des limnées adultes : de 1,27 à 0,17 ponte au cours des sept semaines dans les habitats sur granite (au lieu de 1,29 à 0,34 ponte sur marne). Si l'on additionne les nombres de pontes qui ont été déposées chaque semaine par chaque limnée, le total est de 6,46 pontes sur marne au lieu de 5,77 sur granite.

Tableau II. Nombre des oeufs par ponte et taux de fécondité dans quatre populations de limnées par rapport à la géologie du sous-sol et la durée de la période d'oviposition.

Période de pontes	Nombre des oeufs par ponte ^{*/**}		Taux de fécondité	
	Marne	Granite	Marne	Granite
Semaine 1	$15,6 \pm 5,4$	$12,5 \pm 4,2$	100 %	100 %
Semaine 2	$16,3 \pm 5,2$	$13,1 \pm 4,2$	100 %	100 %
Semaine 3	$15,1 \pm 5,5$	$13,0 \pm 5,1$	100 %	100 %
Semaine 4	$14,3 \pm 4,3$	$12,1 \pm 4,2$	100 %	100 %
Semaine 5	$13,2 \pm 4,1$	$11,6 \pm 4,5$	100 %	97,5 %
Semaine 6	$12,5 \pm 4,1$	$9,3 \pm 3,7$	99,8 %	88,1 %
Semaine 7	$11,5 \pm 3,9$	$8,1 \pm 3,8$	96,2 %	84,3 %

* Valeur moyenne \pm écart type.

** Nombre total des oeufs par limnée adulte : 93,3 (marne), 69,1 (granite).

Dans les deux types d'habitats, le nombre des oeufs par ponte (Tableau II) montre un pic au cours de la deuxième semaine et diminue par la suite. Les pontes récoltées dans les habitats sur marne contiennent davantage d'oeufs ($H = 6,35$; $p < 5$ %) que celles provenant des sites sur granite (une moyenne de 15,6 oeufs, par exemple, au cours de la première semaine au lieu de 12,5 oeufs). Par contre, la diminution, que l'on note dans la taille de ces pontes, est significativement plus importante ($H = 8,32$; $p < 1$ %) sur granite. Si l'on totalise les oeufs au cours

des sept semaines, chaque limnée adulte dépose 93,3 oeufs en moyenne dans un habitat sur marne (au lieu de 69,1 oeufs dans un site sur granite).

La longueur de la période d'incubation dans les conditions du laboratoire va de $10,7 \pm 2,1$ jours à $11,8 \pm 1,6$ jours, quelle que soit l'origine des pontes (données non représentées). Le taux de fécondité (Tableau II) diminue légèrement à partir de la cinquième semaine pour les pontes récoltées dans les habitats sur granite et de la sixième semaine pour celles qui proviennent des sites sur marne. Ce dernier résultat est dû à la présence d'oeufs non fécondés dans ces pontes.

2. Croissance de la coquille

La figure 1 montre l'évolution de la hauteur de coquille au cours de l'année par rapport à l'origine géographique des habitats (sur marne ou sur granite) et la génération du mollusque.

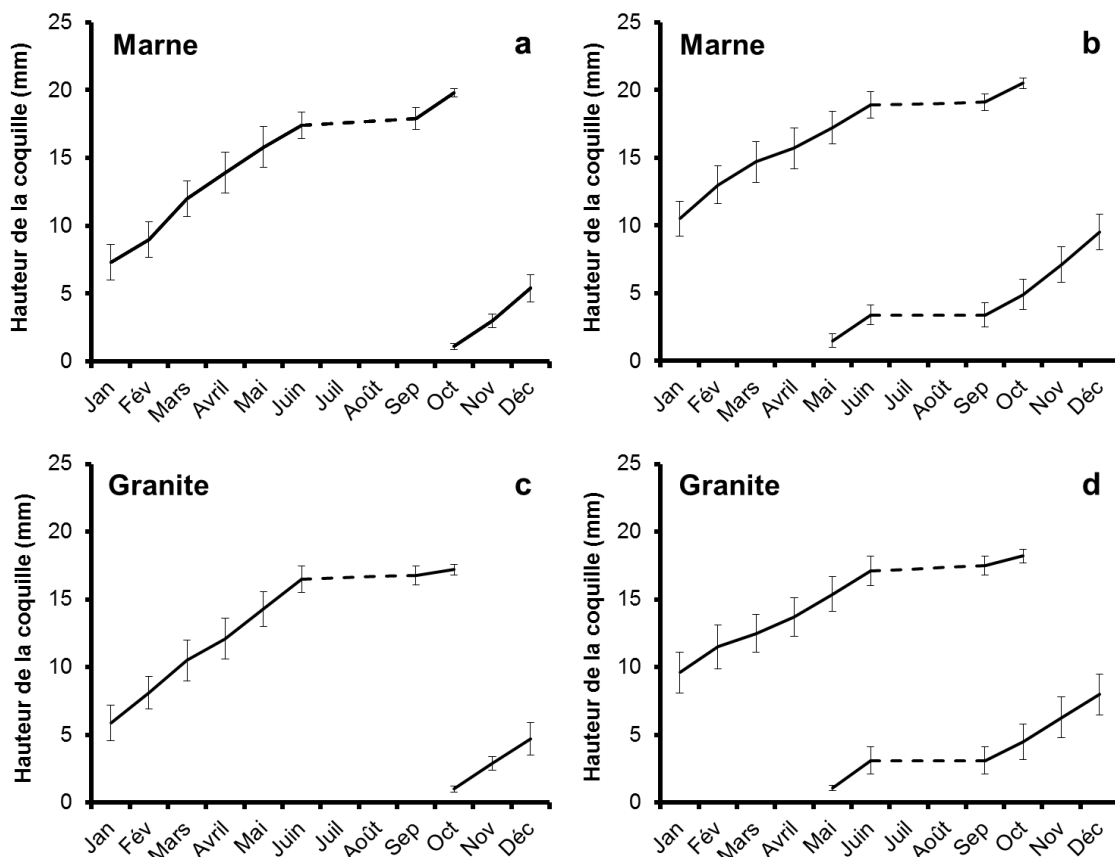


Figure 1. Croissance de la coquille d'*Omphiscola glabra* dans les habitats sur marne et sur granite: individus nés en automne (a, c) et au printemps (b, d).

Deux périodes de croissance, à savoir au printemps et en automne, ont été notées sur le terrain et la plus importante d'entre elles se situe de mars à mai. Par contre, la croissance de la coquille est stoppée au cours du dessèchement estival et est ralentie au cours de l'hiver. Les deux générations de mollusques montrent des différences :

- Les nouveau-nés de la génération d'automne (Fig. 1a, c) apparaissent en octobre et leur hauteur de coquille s'accroît jusqu'à 5,4 mm en moyenne (sur marne) ou 4,7 mm (sur granite) en décembre. La croissance est légèrement ralentie en janvier (7,3 mm en moyenne sur marne, 5,9 mm sur granite) et s'accroît à partir de février jusqu'à la hauteur moyenne de 17,4 mm (sur marne) ou de 16,5 mm (sur granite) en juin. Lors de la survenue des premières pluies post-

estivales, les individus, qui survivent, meurent en octobre avec une hauteur maximale de 19,8 mm en moyenne sur marne et de 17,2 mm sur granite. Dans les relevés effectués de novembre à juin, il y a toujours une différence entre la croissance des limnées nées sur marne et celle des individus qui vivent sur granite. Par contre, les valeurs relevées en septembre et octobre pour les limnées adultes ne présentent pas de différence significative entre elles.

- Les pontes déposées au printemps par les individus de la génération d'automne sont à l'origine d'une autre vague de nouveau-nés qui naissent au mois de mai. La hauteur moyenne de ces individus s'accroît jusqu'à 3,4 mm (sur marne) ou 3,1 mm (sur granite) en juin si bien qu'ils subissent le dessèchement estival à l'état juvénile. En septembre, la croissance des survivants reprend jusqu'à la valeur moyenne de 9,5 mm (sur marne) ou de 8 mm (sur granite) en décembre. Après un léger ralentissement de la croissance en janvier, on note une reprise de celle-ci au printemps pour aboutir en juin à une moyenne de 18,9 mm (sur marne) ou de 17,4 mm (sur granite) en juillet. Les quelques individus qui survivent au dessèchement estival, meurent en septembre ou en octobre avec une hauteur maximale de 20,5 mm en moyenne (sur marne) ou de 18,2 mm. Comme pour la génération transhivernante, il existe aussi une différence entre la croissance des limnées sur marne et celle des individus sur granite depuis les relevés de novembre jusqu'à ceux de juin.

La comparaison des moyennes entre les limnées nées sur marne et sur granite a été réalisée pour les relevés de décembre et de juillet. La hauteur des mollusques vivant sur marne est significativement plus élevée (décembre : $H = 13,81$, $p < 0,1 \%$; juillet : $H = 8,45$, $p < 1 \%$) que celle des individus nés sur granite.

Discussion

D'après Germain (1930-1931) et Macadam (2006), les pontes déposées par *O. glabra* sont oblongues et sont longues de 10 à 15 mm. Chacune d'entre elles comprend 15 à 30 oeufs avec un diamètre de 0,6 à 0,9 mm et est fixée sur une plante submergée ou un substrat minéral. En fonction de la température ambiante, les nouveau-nés éclosent au bout de 15 à 25 jours. Par contre, les informations sur le comportement de la limnée lors de ses pontes dans ses habitats sont rares. Des résultats discordants ont été notés pour la date des premières pontes : à partir de la mi-février (Macadam, 2006) ou du mois de mai (Welter-Schultes, 2013). Les autres points comme la densité des pontes dans les habitats de la limnée, leur taille et le taux de fécondité par rapport à la géologie du sous-sol ont été peu étudiés. Des investigations de terrain étaient donc nécessaires afin de préciser ces points au cours de la principale période d'oviposition (au printemps) chez *O. glabra*.

La plupart des résultats rapportés dans la présente étude ont été comparés avec ceux que Vareille-Morel *et al.* (1998) ont publiés sur les populations d'une autre limnée, *Galba truncatula* lorsqu'elles vivent sur le même type de sols. Tout d'abord, on note une diminution dans le nombre des pontes tout au long de la période d'oviposition au printemps, quelle que soit l'espèce de la limnée. Ce résultat est principalement dû au fait que les limnées adultes atteignent leur hauteur maximale au cours de cette période et meurent. Cependant, une autre explication basée sur une production d'oeufs plus élevée au cours des premières semaines, suivie par une diminution au cours des semaines suivantes, ne peut être complètement exclue. Un argument supportant cette hypothèse est la chute qui se produit dans le nombre des oeufs dans chaque ponte au cours des sept semaines (Tableau II). En deuxième lieu, les valeurs relevées pour le nombre des pontes et celui des oeufs sont significativement plus importantes dans les habitats sur marne que dans les sites sur granite. Ces différences peuvent être expliquées par la taille des limnées qui est plus élevée dans les habitats sur marne. Cependant, d'autres facteurs peuvent avoir aussi un effet sur le nombre et la taille de ces pontes. Parmi ces derniers, le plus efficient pourrait être le microclimat local car celui-ci est connu pour son

influence sur la croissance de la végétation et la biologie du mollusque (Smith et Wilson, 1980). En troisième lieu, la fécondité des oeufs pondus par l'une ou l'autre des limnées diminue légèrement au cours des dernières semaines de la période d'oviposition. Ce fait a été également observé par Tapie (1996) chez une autre limnée, *Radix labiata* (= *R. peregra peregra*). La présence de plusieurs oeufs non fécondés dans les pontes déposées par *O. glabra* au cours des sixième et septième semaines pourrait être due à la non viabilité du sperme local ou étranger contenu dans le carrefour du mollusque (de Jong-Brink, 1990). Le stockage du sperme dans cette zone sur une longue période réduirait son pouvoir fécondant si bien que plusieurs spermatozoïdes ne seraient plus capables de pénétrer dans les ovocytes.

Les deux générations annuelles de la Limnée étroite observées dans la présente étude sont en accord avec les rapports de plusieurs auteurs sur le nombre de générations existant chez les Gastéropodes Pulmonés qui vivent dans les habitats de l'Europe de l'Ouest, soumis à un dessèchement périodique (Boycott, 1936 ; Økland, 1990 ; Dillon *et al.*, 2004 ; Glöer et Diercking, 2010). Cependant deux points méritent des commentaires particuliers. Le premier se rapporte à la hauteur de la coquille qui est significativement plus élevée dans les habitats sur marne que dans ceux sur granite. Cette différence doit être rapportée à la géologie du sous-sol. Parmi les éléments qui peuvent avoir une influence, la teneur en ions calcium présents dans l'eau courante ou le sol de ces stations (celle-ci est plus faible dans les habitats sur granite) pourrait être le principal facteur responsable de cette différence. En effet, cet élément minéral est déjà connu pour son effet positif sur la distribution des espèces de mollusques continentaux dans un pays donné (Boycott, 1934), la richesse en espèces (Horsák et Hájek, 2003 ; Juříčková *et al.*, 2008), l'abondance de chaque espèce (Hotopp, 2002 ; Vadeboncoeur *et al.*, 2007) et la croissance des mollusques (Beeby et Richmond, 2007). En deuxième lieu, les individus qui entrent en estivation appartiennent à deux groupes : des juvéniles mesurant en moyenne 3,1 à 3,4 mm et des adultes de taille supérieure à 15 mm (Fig. 1). En raison de leur enfouissement dans le sédiment lors du dessèchement estival, la mortalité des adultes sur marne est moins élevée que celle des mollusques sur granite (Rondelaud *et al.*, 2003). Dans les deux cas, la faible taille des juvéniles leur permet de mieux supporter les effets de l'estivation, quelle que soit la géologie du sous-sol, comme cela a déjà été rapporté pour une autre limnée, *G. truncatula* (Taylor, 1965).

En conclusion, le nombre et la taille des pontes sont plus élevés dans les habitats d'*O. glabra* sur marne que dans ceux sur granite. Des résultats similaires ont également été notés pour la croissance de la coquille dans le temps. Ces différences doivent être reliées à la géologie du sous-sol et en particulier à la teneur en ions calcium dissous qui est plus faible sur les sols cristallophylliens que dans les terrains sédimentaires.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à Melle le Dr. M. Mekroud et Mme le Dr. A. Titi (Laboratoire PADESCA, Université de Constantine, Algérie) pour leur aide dans le dénombrement des pontes d'*Omphiscola glabra* au printemps 2015.

Bibliographie

Abrous, M., Rondelaud, D., Dreyfuss, G., Cabaret, J. (1999) Infection of *Lymnaea truncatula* and *Lymnaea glabra* by *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi* in farms of central France. *Veterinary Research*, **30**, 113–118.

- Abrous, M., Rondelaud, D., Dreyfuss, G. (2000) A field study of natural infections in three freshwater snails with *Fasciola hepatica* and/or *Paramphistomum daubneyi* in central France. *Journal of Helminthology*, **74**, 189–194.
- Baker, P. (2013) An action plan for the mud snail *Omphiscola glabra*. Adresse Internet : <http://www.freshwaterhabitats.org.uk/wordpress/wp-content/uploads/2013/09/Mud-Snail-Species-Dossier.pdf> (consulté le 27 juillet 2015).
- Beeby, A., Richmond, L. (2007) Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus aspersus*. *Journal of Molluscan Studies*, **73**, 105–112.
- Boycott, A.E. (1934) The habitats of land Mollusca in Britain. *Journal of Ecology*, **22**, 1–38.
- Boycott, A.E. (1936) The habitats of freshwater Mollusca in Britain. *Journal of Animal Ecology*, **5**, 116–186.
- Byrne, A., Moorkens, E.A., Anderson, R., Killeen, I.J., Regan, E.C. (2009) Ireland Red List no. 2: Non-marine molluscs. National Parks and Wildlife Service, Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland, 49 p.
- De Jong-Brink, M. (1990) How trematode parasites interfere with reproduction of their intermediate hosts, freshwater snails. *Journal of Medical and Applied Malacology*, **2**, 101–133.
- Dillon, R.T.Jr. (2010) The ecology of freshwater molluscs (Cambridge studies on ecology). Cambridge University Press, Cambridge, 523 p.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P., Rondelaud, D. (2010) *Omphiscola glabra* (Gastropoda, Lymnaeidae): changes occurring in natural infections with *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi* when this snail species is introduced into new areas. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **46**, 191–197.
- Germain, L. (1930/1931) Mollusques terrestres et fluviatiles. Faune de France, n^{os} 21 et 22. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris, 893 p.
- Glöer, P., Diercking, R. (2010) Atlas der Süßwassermollusken Hamburg. Rote Liste, Verbreitung, Ökologie. Umweltbehörde, Hamburg, 182 p. Adresse Internet : <http://www.malaco.de/Sonderdrucke/atlas-suesswassermollusken.pdf> (consulté le 27 juillet 2015).
- Guy, F., Rondelaud, D., Botineau, M., Dreyfuss, G., Ghestem, A. (1996) Etude de relations entre les plantes les plus fréquentes et l'abondance de *Lymnaea truncatula* Müller, vecteur de *Fasciola hepatica* Linné dans les prairies marécageuses sur sol acide. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **147**, 465–470.
- Horsák, M., Hájek, M. (2003) Composition and species richness in molluscan communities in relation to vegetation and water chemistry in the Western Carpathian spring fens: the poor-rich gradient. *Journal of Molluscan Studies*, **69**, 349–357.
- Hotopp, K.P. (2002) Land snails and soil calcium in Central Appalachian Mountain forest. *Southeastern Naturalist*, **1**, 27–44.

- Juříčková, L., Horsák, M., Cameron, R., Hylander, K., Mikovcová, A., Hlaváč, J.Č., Rohovec, J. (2008) Land snail distribution patterns within a site: the role of different calcium sources. *European Journal of Soil Biology*, **44**, 172–179.
- Macadam, C. (2006) Mud snails (*Omphiscola glabra*) in Scotland. *BRISC Recorder News*, **62**, 6–8
- Macadam, C., Baker, P. (2005) An action plan for the mud snail - *Omphiscola glabra* (Müller, 1774). Adresse Internet : <http://www.mudsnailstudygroup.co.uk> (consulté le 27 juillet 2015).
- Økland, J. (1990) Lakes and snails. Environment and gastropods in 1,500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest, The Netherlands, 516 p.
- Prié, V., Seddon, M.B., Vavrova, L. (2011) *Omphiscola glabra*. The IUCN Red List of threatened species. Version 2015.2. Adresse Internet : <http://www.iucnredlist.org> (consulté le 27 juillet 2015).
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2003) Field observations on the aestivation of *Omphiscola glabra* (Gastropoda, Lymnaeidae) uninfected or infected with *Fasciola hepatica* in central France. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **39**, 129–133.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G., Cabaret, J. (2011) The detection of snail host habitats in liver fluke infected farms by use of plant indicators. *Veterinary Parasitology*, **181**, 166–173.
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2015) Larval trematode infections in *Lymnaea glabra* populations from the Brenne Regional Natural Park, central France. *Parasite*, **22**, 38.
- Shapiro, S.S., Wilk, M.B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, **52**, 591–611.
- Smith, G., Wilson, R.A. (1980) Seasonal variations in the microclimate of *Lymnaea truncatula* habitats. *Journal of Applied Ecology*, **17**, 329–342.
- Tapie, C. (1996) Contribution à l'étude d'un mollusque, *Lymnaea peregra peregra* Müller, dans le nord de la Haute-Vienne. Son infestation expérimentale par *Fasciola hepatica* Linné. Thèse d'exercice en Pharmacie, Université de Limoges, n° 310, 72 p.
- Taylor, E.L. (1965) Fascioliasis and the liver-fluke. FAO Agricultural Studies, Roma, n° 64, 235 p.
- Vadeboncoeur, M.A., Hamburg, S.P., Blum, J.D., Skeldon, M.A. (2007) Terrestrial gastropod responses to an ecosystem-level calcium manipulation in a northern hardwood forest. *Canadian Journal of Zoology*, **9**, 994–1007.
- Vareille-Morel, C., Abrous, M., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (1998) Oviposition behaviour of *Lymnaea truncatula* in central France. *Journal of Molluscan Studies*, **64**, 387–391.

- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (1999) The characteristics of habitats colonized by three species of *Lymnaea* in swampy meadows on acid soil: their interest for fasciolosis control. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **35**, 173–178.
- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2007) Les habitats des Lymnaeidae sur sol acide. A propos de quelques observations dans la région Limousin sur une trentaine d'années. *MalaCo*, **4**, 143–147.
- Vignoles, P., Titi, A., Mekroud, A., Rondelaud, D., Dreyfuss, G. (2016) *Calicophoron daubneyi* and *Fasciola hepatica*: characteristics of natural and experimental co-infections of these digeneans in the snail *Lymnaea glabra*. *Journal of Helminthology*, sous presse.
- Welter-Schultes, F. (2013) Species summary for *Omphiscola glabra*. Adresse Internet : <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=2200> (consulté plusieurs fois entre le 22 juillet 2015 et le 20 janvier 2016).

Plantes indicatrices et détection des habitats colonisés par le mollusque *Omphiscola glabra* sur les sols acides du Limousin

D. Rondelaud¹, P. Hourdin², P. Vignoles¹ et G. Dreyfuss¹

Laboratoires de Parasitologie¹ et de Botanique², Faculté de Pharmacie, 87025 Limoges

Résumé – Des investigations de terrain ont été réalisées pendant trente années en mars ou avril dans 361 fermes élevant des bovins ou des moutons sur sols acides pour noter les plantes indicatrices par rapport à la catégorie d’habitat colonisé par *Omphiscola glabra*. Sept types d’habitats et six espèces de plantes indicatrices ont été considérés dans les 3.137 sites colonisés par la limnée. *Juncus effusus* a été trouvé dans 65 à 100 % des habitats par rapport à leur type, tandis que le Jonc acutiflore est la meilleure espèce indicatrice pour 87,6 % des habitats situés dans les sources. La superficie des gîtes s’étend jusqu’à 20 m² et plus dans les sites avec l’un ou l’autre jonc et le nombre d’habitats montre un pic dans la classe des 5,1-10 m². Des superficies plus faibles ont été notées dans les sites avec les autres plantes et les pics se situent dans la classe des 5,1-10 m² (sites avec *Agrostis stolonifera*) ou des 2,1-5 m² (les trois autres espèces). La densité en adultes transhivernants peut aller jusqu’à plus de 20 individus/m² et les pics se situent dans la classe des 1-5 adultes/m² (sites avec *Glyceria fluitans*) ou dans celle des 5,1-10 adultes/m² (sites avec les autres espèces). Dans le Limousin, les populations d’*O. glabra* peuvent donc être détectées par une méthode en deux étapes, incluant l’identification des zones hydrographiques et, dans un secteur donné, l’emploi d’une ou de plusieurs plantes indicatrices (*J. effusus* le plus souvent).

Mots clés : habitat, Limousin, *Omphiscola glabra*, plante indicatrice, sol acide.

Title – Indicator plants and detection of habitats colonized by the snail *Omphiscola glabra* on the acid soils of Limousin

Summary – Field investigations in 361 cattle- or sheep-breeding farms on acid soil were carried out during thirty years in March and April to record indicator plants in relation to the category of site colonized by *Omphiscola glabra*. Seven types of snail habitats and six species of indicator plants were considered in the 3.137 positive sites studied. The presence of *Juncus effusus* was noted in 65 to 100% of habitats according to their type, while *Juncus acutiflorus* was the best indicator plant for 87.6% of habitats located in meadow springs. In sites with either *Juncus* species, several areas larger than 20 m² could be noted and the number of habitats peaked in the 5.1-10 m² class. Smaller areas were found in the habitats with either of the other four plants and the peaks were noted in the 5.1-10 m² (sites with *Agrostis stolonifera*) and 2.1-5 m² (sites with the other species) classes. Snail density can reach 20 overwintering adults and more per m² of habitat and the peaks were noted in the 1-5 adults/m² (sites with *Glyceria fluitans*) and 5.1-10 adults/m² (sites with the other species) classes. In the Limousin region, the populations of *O. glabra* can be detected using a two-step method,

including the identification of hydrographical zones and then, within a given zone, the use of a single or several indicator plants (frequently *J. effusus*).

Key words : acid soil, habitat, indicator plant, Limousin, *Omphiscola glabra*.

Introduction

La Limnée étroite (*Omphiscola glabra*) est connue pour être l'hôte intermédiaire de plusieurs parasitoses d'intérêt médical ou vétérinaire dans la région du Limousin. Parmi celles-ci, figurent les distomatoses à *Fasciola hepatica* et à *Calicophoron daubneyi* (Vignoles *et al.*, 2016). Pour contrôler ces parasitoses, il est nécessaire de traiter le bétail pour éliminer les douves adultes et aussi de contrôler le mollusque hôte dans ses habitats. La recherche des populations d'*O. glabra* sur le terrain est toujours difficile en raison des nombreux points d'eau temporaires ou permanents que la limnée peut coloniser sur sols acides. La recherche de plantes indicatrices a été proposée par Over (1962, 1967) comme l'un des moyens les plus pratiques pour réaliser une enquête malacologique sur les pâtures d'une ferme avec un problème de fasciolose animale. Cette idée s'appuyait sur des observations que de Brie (1379) avait réalisées en signalant qu'il y avait un danger, pour les moutons, d'aller pâturer dans un champ présentant de nombreuses renoncules appartenant à l'espèce *Ranunculus flammula*. Même si ces plantes sont présentes dans une prairie, cela ne signifie pas qu'il y ait un habitat réel pour la limnée (Taylor, 1965). De plus, d'après Guy *et al.* (1996), il n'y a pas de relation entre la présence d'une telle plante et l'abondance des mollusques dans un habitat dans la mesure où ce dernier existe.

Comme *O. glabra* vit souvent dans les mêmes rigoles de drainage superficiel qu'une autre limnée : *Galba truncatula* (Vareille-Morel *et al.*, 1999, 2007), il est logique de penser que les plantes indicatrices permettant la détection des habitats de *G. truncatula* pourraient être les mêmes pour identifier les gîtes où vit la Limnée étroite. Plusieurs auteurs comme Patzer (1927) et Mehl (1932) en Allemagne ou encore de Vries (1945) et Roberts (1950) en Grande-Bretagne ont fourni plusieurs listes de plantes indicatrices pour identifier les habitats de *G. truncatula*. Dans les prairies permanentes du Limousin, plusieurs espèces comme *Juncus acutiflorus* ou *J. effusus* ont déjà été rapportées comme des plantes indicatrices (Ghestem *et al.*, 1974 ; Gaultier *et al.*, 1994 ; Guy *et al.*, 1996). Par contre, sur les berges de rivière et d'étang, ces plantes font partie de la famille des Poaceae (Dreyfuss *et al.*, 1997 ; Hourdin *et al.*, 2006). Une première étude rétrospective a été réalisée sur les résultats des investigations que notre équipe a conduites pendant 30 années dans 361 fermes du Limousin *i)* pour dresser la liste des plantes indicatrices par rapport aux habitats colonisés par *G. truncatula* et *ii)* pour établir les corrélations avec la présence ou l'absence de la limnée, sa densité et les caractéristiques de l'habitat (Rondelaud *et al.*, 2011). D'après ces auteurs, le Jonc acutiflore est la plante indicatrice la plus fréquente pour identifier les gîtes de la Limnée tronquée dans les pâtures tandis que sur les berges des cours d'eau ou des étangs, c'est la glycérie (*Glyceria fluitans*) qui caractérise le mieux les habitats de cette limnée.

Devant les résultats que nous avons obtenus avec la Limnée tronquée, il était intéressant de rechercher si l'emploi de ces plantes indicatrices permettait aussi d'identifier les habitats d'*O. glabra* dans le Limousin au travers des deux questions suivantes : quelle est l'espèce végétale qui permet d'identifier la plupart ou l'ensemble des gîtes où vit la limnée par rapport au type d'habitat ? Existe-t-il des corrélations entre la présence de cette plante indicatrice et la superficie de l'habitat ou encore la densité des mollusques qui le peuplent ? Pour répondre à ces questions, la même étude rétrospective a été réalisée sur les résultats obtenus dans les 361 fermes mais cette fois sur les habitats de la Limnée étroite.

Matériel et méthodes

1. Fermes étudiées

De 1976 à 2006, des cas de distomatose à *F. hepatica* ont été détectés par le monde vétérinaire chez les bovins ou les moutons vivant dans 361 fermes situées sur les trois départements du Limousin, à savoir le nord de la Corrèze (71 fermes), la Creuse (56) et la Haute-Vienne (234). Toutes les exploitations sont localisées sur des sols cristallophylliens ou métamorphiques et 97,5 % d'entre elles ont une altitude comprise entre 100 et 500 m. Les prairies permanentes présentes sur ces fermes sont hygro-mésophiles et sont soumises à un régime alterné de fauche et de pâture. Un réseau de drainage superficiel y est généralement creusé. Elles sont soumises à un climat continental fortement modulé par les vents qui viennent de l'Océan Atlantique. Selon les années, la pluviométrie annuelle varie de 800 à 1000 mm, tandis que la température moyenne annuelle est de 10° ou 10,5° C .

Des investigations malacologiques ont été réalisées sur la superficie de chaque ferme pour localiser les plantes indicatrices dans les prairies permanentes, dans les fossés de route ou de chemin qui les bordent, ainsi que dans les zones piétinées par les bovins. Cette opération a été également effectuée sur les berges des systèmes d'évacuation, à savoir les étangs et les rivières. La superficie totale concernée par ces investigations dans les 361 fermes s'élève à 385,7 km² (Vareille-Morel *et al.*, 2007). Toutes ces prospections ont été pratiquées en mars ou en avril parce que les sites sont alors remplis d'eau et que la pousse de la végétation est suffisante pour identifier les espèces de Poaceae.

2. Plantes indicatrices

D'après les rapports de Ghestem *et al.* (1974), de Gaultier *et al.* (1994) ou de Guy *et al.* (1996) sur les prairies hygro-mésophiles sur sols acides, les plantes indicatrices considérées dans cette étude sont *Juncus acutiflorus*, *Juncus effusus* et *Lotus uliginosus*. Ces espèces ont été choisies car elles représentent plus de 75 % des plantes dans ces pâtures (Guy *et al.*, 1996). Dans les fossés de route, les deux espèces de *Juncus*, *Agrostis stolonifera* et *Glyceria fluitans* ont été sélectionnés. Sur les berges de rivière ou d'étang, deux rapports par Dreyfuss *et al.* (1997) et Hourdin *et al.* (2006) ont montré la dominance de *Dactylis glomerata* et de *G. fluitans* dans les sites avec *G. truncatula*.

3. Protocole expérimental

Lorsqu'une plante indicatrice, isolée ou dominant les autres espèces par son abondance, est trouvée près d'un point d'eau dans les prairies et les fossés, ou sur une berge, la zone est examinée pour détecter la présence de la limnée. Dans chaque habitat, l'abondance de la population est évaluée en comptant les adultes (plus de 12 mm en hauteur) de la génération transhivernante. Chaque comptage est effectué par deux personnes pendant 30 à 40 min. La superficie de chaque site est ensuite calculée. Cette opération est facile à réaliser dans le cas des rigoles, des fossés et sur les berges d'étang ou de ruisseau. Les habitats localisés autour des sources et dans les zones piétinées sont cartographiés et leur superficie est ensuite calculée en fonction de leur forme géométrique et de leurs dimensions.

4. Paramètres étudiés

La superficie des habitats et la densité en mollusques transhivernants en mars ou avril ont été exprimées pour chaque type d'habitat et chaque plante indicatrice considérée isolément.

Afin de déterminer la distribution des habitats colonisés par *O. glabra* en fonction de leur superficie, les valeurs de ce paramètre ont été classées dans les cinq catégories suivantes : moins de 2 m², de 2,1 à 5 m², de 5,1 à 10 m², de 10,1 à 20 m², et plus de 20 m². Dans le cas de la densité en limnées, les cinq catégories sont les suivantes : moins de 5 mollusques/m², de 5,1 à 10/m², de 10,1 à 15/m², de 15,1 à 20/m² et plus de 20 limnées/m².

Les valeurs de chaque paramètre ont été exprimées en pourcentages en tenant compte de chaque catégorie. La comparaison des superficies ou des densités entre elles a été réalisée avec le test d'homogénéité du Chi². Les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le logiciel Statview 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Résultats

1. Présence/absence d'*Omphiscola glabra* dans un site

Sur les 11.992 points d'eau prospectés dans les 361 fermes, la limnée a été trouvée dans 3.137 habitats se répartissant comme suit : *i*) 2.165 rigoles de drainage superficiel (sur 5.536 étudiées) situées dans les prairies marécageuses, *ii*) 195 sources temporaires ou permanentes, situées à flanc de colline (sur 1.454), *iii*) 134 fossés de drainage superficiel (sur 1.287) et *iv*) cinq zones piétinées par les bovins (sur 233). A l'extérieur des pâtures, la présence du mollusque a été notée aussi dans 498 fossés de route ou de chemin lorsqu'ils sont inondés sur une partie de l'année (sur 1.934 étudiés). Enfin, la limnée a été observée sur 53 berges de ruisseaux à courant lent (sur 727) comme sur les bords de 87 étangs (sur 233).

Tableau I. Distribution de 3.137 habitats colonisés par *Omphiscola glabra* sur les sols acides du Limousin par rapport à l'espèce de la plante indicatrice.

Type d'habitat (nombre total de sites)	Plante indicatrice	Nombre d'habitats (fréquence)
Rigoles de drainage superficiel (2.165)	<i>Juncus acutiflorus</i>	104 (4,8 %)
	<i>J. effusus</i>	1.794 (82,8 %)
	Les deux joncs	250 (11,5 %)
	<i>Lotus uliginosus</i>	17 (0,7 %)
Fossés de route (498)	<i>J. acutiflorus</i>	33 (6,6 %)
	<i>J. effusus</i>	387 (77,7 %)
	<i>Agrostis stolonifera</i>	75 (15,0 %)
	<i>Glyceria fluitans</i>	3 (0,6 %)
Sources dans les prairies (195)	<i>J. acutiflorus</i>	67 (34,3 %)
	<i>J. effusus</i>	23 (11,7 %)
	Les deux joncs	104 (53,3 %)
	<i>L. uliginosus</i>	1 (0,5 %)
Fossés de drainage (134)	<i>J. acutiflorus</i>	21 (15,6 %)
	<i>J. effusus</i>	106 (79,1 %)
	<i>L. uliginosus</i>	7 (5,2 %)
Berges d'étang (53)	<i>J. acutiflorus</i>	3 (5,6 %)
	<i>J. effusus</i>	39 (73,5 %)
	<i>G. fluitans</i>	11 (20,7 %)
Berges de ruisseau (87)	<i>J. effusus</i>	76 (87,3 %)
	<i>Dactylis glomerata</i>	9 (10,3 %)
	<i>G. fluitans</i>	2 (2,2 %)
Zones piétinées (5)	<i>J. effusus</i> seul	2 (40,0 %)
	Les deux joncs	3 (60,0 %)

Le tableau I montre la distribution des 3.137 sites colonisés par *O. glabra* sur sols acides par rapport à la présence d'une plante indicatrice. La plante la plus commune est *J. effusus*, soit isolé en touffes, soit avec *J. acutiflorus*. La première espèce a été trouvée dans 100 % des habitats situés dans les zones piétinées par les bovins, 94,3 % des rigoles de drainage, 87,3 % des berges de ruisseau, 79,1 % des fossés de drainage, 77,7 % des fossés de route, 73,5 % des berges d'étang et 65 % des sources. *Juncus acutiflorus* est la meilleure espèce indicatrice pour les habitats localisés autour des sources (87,6 %). Les quatre autres espèces ne caractérisent que quelques sites.

2. Superficie des habitats colonisés par la Linnée étroite

Tableau II. Distribution des sites fréquentés par *Omphiscola glabra* sur les sols acides du Limousin par rapport à leur superficie en mars-avril.

Plante indicatrice (nombre total d'habitats)	Fréquence des habitats (%)				
	< 2 m ²	2,1-5 m ²	5,1-10 m ²	10,1-20 m ²	> 20 m ²
<i>Juncus effusus</i> (2.784)	12,8	29,6	45,5	10,0	1,8
<i>J. acutiflorus</i> (584)	28,2	28,7	37,1	5,3	0,3
<i>Lotus uliginosus</i> (25)	20,0	40,0	36,0	4,0	0
<i>Glyceria fluitans</i> (16)	25,0	43,7	25,0	6,2	0
<i>Agrostis stolonifera</i> (75)	14,6	32,0	48,0	5,3	0
<i>Dactylis glomerata</i> (9)	33,3	44,4	22,2	0	0
Total (3493)	545	1.038	1.538	318	54
Fréquence en %	15,6	29,7	44,0	9,1	1,5

Le tableau II montre la distribution de ces superficies par rapport au type d'habitat et à l'espèce de la plante indicatrice. Si l'on ne tient pas compte de la plante, on note que 44 % des sites ont une superficie comprise entre 5,1 et 10 m², tandis que 29,7 % ont une aire allant de 2,1 à 5 m². Les habitats dépassant 10 m² sont nettement moins nombreux puisque que leur fréquence cumulée est de 10,6 %. L'examen des chiffres en fonction de la plante indicatrice montre une certaine variabilité. La superficie des gîtes s'étend jusqu'à 20 m² et plus dans les sites identifiés avec l'un ou l'autre des joncs et le nombre d'habitats montre un pic dans la classe des 5,1-10 m². Des superficies plus faibles ont été notées dans les sites avec les autres plantes et les pics se situent dans la classe des 5,1-10 m² (sites avec *Agrostis stolonifera*) ou des 2,1-5 m² (sites avec les trois autres espèces). L'examen des résultats fournis par le test d'homogénéité du Chi² montre qu'il existe une différence significative ($\chi^2 = 114,44$; $p < 0,1$ %) entre les superficies relevées dans les habitats caractérisés par *A. stolonifera*, *J. acutiflorus* ou *J. effusus* et les valeurs notées dans les sites avec l'une ou l'autre des trois autres espèces de plantes indicatrices.

Un examen plus détaillé des données par rapport au type d'habitat montre que la distribution des gîtes situés dans les rigoles et les fossés de drainage est similaire à celle rapportée ci-dessus pour l'ensemble des sites. Par contre, on note une variabilité dans les valeurs pour les autres types d'habitats. Sur un total de 195 gîtes localisés dans les sources, 147 ne dépassent 2 m² en superficie. Dans le cas des fossés de route, la superficie de 237 habitats (sur 498) se distribue entre 2,1 et 5 m². Une remarque similaire peut être formulée pour les gîtes sur les berges de ruisseau et d'étang. Enfin, les habitats situés dans quatre zones piétinées (sur cinq) ont une superficie supérieure à 10 m² (données non représentées).

3. Densité en mollusques transhivernants

Les valeurs sont fournies sur le tableau III pour chaque espèce de plante indicatrice. Si l'on ne tient pas compte de la plante, on constate que 46,6 % des habitats ont une densité comprise entre 5,1 et 10 adultes/m². Les fréquences sont plus faibles dans les sites qui contiennent 10,1 à 15 adultes/m² (21,7 % de l'ensemble des sites) ou moins de 5 limnées/m² (22 %). Les densités supérieures à 15 individus/m² ne concernent 9,5 % de l'ensemble des sites.

Tableau III. Distribution des habitats colonisés par *Omphiscola glabra* sur sols acides par rapport à leur densité en mollusques transhivernants en mars-avril.

Plante indicatrice (nombre total d'habitats)	Fréquence des habitats (%)				
	1-5/m ²	5,1-10/m ²	10,1-15/m ²	15,1-20/m ²	> 20/m ²
<i>Juncus effusus</i> (2.784)	20,2	47,1	22,2	7,4	2,8
<i>J. acutiflorus</i> (584)	27,9	43,3	20,7	8,0	0
<i>Lotus uliginosus</i> (25)	32,0	40,0	24,0	4,0	0
<i>Glyceria fluitans</i> (16)	56,2	37,5	6,2	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i> (75)	28,0	56,0	16,0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i> (9)	33,3	55,5	11,1	0	0
Total (3493)	769	1.630	761	255	78
Fréquence en %	22,0	46,6	21,7	7,3	2,2

La densité en adultes transhivernants peut aller jusqu'à plus de 20 individus/m² et le nombre d'habitats présente un pic dans la classe des 1-5 adultes/m² (sites avec *Glyceria fluitans*) ou dans celle des 5,1-10 adultes/m² (sites avec les autres espèces). Le test d'homogénéité du Chi² montre que la densité des adultes transhivernants est significativement plus faible ($\chi^2 = 60,12$; $p < 0,1$ %) dans les sites avec *G. fluitans* que dans les habitats caractérisés par l'une ou l'autre des cinq autres espèces.

L'examen de ces chiffres par rapport au type d'habitat montre que la distribution des habitats dans les rigoles de drainage, les fossés de route et les berges de ruisseau est identique à celle décrite ci-dessus pour l'ensemble des divers sites. Par contre, des densités inférieures à 5 limnées/m² ont été notées dans la plupart des habitats autour des sources (96/135), dans les fossés de drainage (96/195) et sur les berges d'étang (44/53). Dans les zones piétinées, les densités sont inférieures à 5 mollusques/m² (données non représentées).

Discussion

Les fréquences élevées (de 65 à 100 %), que l'on note pour les sept types d'habitats avec *J. effusus*, montrent que cette espèce est un bon indicateur pour les habitats situés dans les prairies ou leurs environs immédiats sur les sols acides du Limousin. Sa présence auprès d'un point d'eau permet souvent de trouver *O. glabra*. Cependant, comme *J. effusus* est souvent associé avec *J. acutiflorus* dans les prairies, ce jonc ne peut pas être proposé comme la plante indicatrice standard pour rechercher la limnée sur les zones acides dans les autres pays de l'Europe de l'Ouest. Parmi les quatre autres plantes, seuls *J. acutiflorus* (sources) et *G. fluitans* (berges d'étang) sont représentatifs mais leur rôle comme plante indicatrice est limité à un seul type d'habitat. Autour des sources, la dominance de *J. acutiflorus* sur *J. effusus* et *L. uliginosus* peut facilement s'expliquer par *i*) les plus grandes exigences de ces dernières espèces vis-à-vis des conditions d'humidité dans le sol (Botineau, 1985 ; Crowley *et al.*, 2003), *ii*) la nécessité d'avoir des sols tassés pour que le Jonc épars et le lotier prolifèrent

(Brugel *et al.*, 2001), et *iii*) le fait que la plupart des sources sur ces sols acides sont localisées dans la zone mésophile des prairies (Rondelaud *et al.*, 2009). Dans les fossés de route comme sur les berges de ruisseau ou d'étang, la présence de *J. effusus* indique l'existence de conditions pour le développement d'une population d'*O. glabra*.

La superficie des habitats colonisés par *O. glabra* est plus grande dans le cas des sites identifiés avec l'un ou l'autre des joncs. Par contre, des valeurs plus faibles ont été notées dans le cas des habitats détectés avec les autres plantes indicatrices. Cette différence peut s'expliquer par les caractéristiques propres de chaque type d'habitat que la limnée colonise. En effet, les superficies les plus importantes relevées dans les sites avec les joncs l'ont été dans des rigoles de drainage superficiel. Les valeurs relevées pour *O. glabra* ont, de plus, été comparées avec celles que Rondelaud *et al.* (2011) ont rapportées pour des habitats à *G. truncatula* situés dans les mêmes fermes et prospectés au cours de la même période. Dans les fermes que Rondelaud *et al.* (2011) ont prospectées, la superficie des habitats colonisés par *G. truncatula* en fonction de leur type varie de 1 à 2 m² dans 42,6 à 50,4 % des cas et de 2,1 à 3 m² dans 17,1 à 25,6 %. Comme les superficies relevées pour *O. glabra* vont de 2,1 à 5 m² dans 29,7 % des cas et de 5,1 à 10 m² dans 44 % (Tableau II), ces valeurs sont nettement plus élevées que celles trouvées pour *G. truncatula*. Pour expliquer cette différence entre les deux limnées, on peut émettre l'hypothèse que *G. truncatula* ne supporterait pas la présence d'une autre espèce de limnée dans son environnement (Økland, 1990). Deux arguments appuient cette hypothèse : *i*) la forte compétition entre les deux espèces pour l'acquisition de la nourriture (Dreyfuss *et al.*, 2006), et *ii*) la concurrence que l'on peut observer lors de la recolonisation par ces limnées de rigoles situées plus en amont au cours des mois d'hiver (Rondelaud *et al.*, 2005a, b). Lorsque les deux espèces vivent dans le même type d'habitat, la concurrence se traduit par une réduction dans la superficie des habitats colonisés par *G. truncatula*, tandis que les zones avec *O. glabra* ne sont pas affectées par ce processus.

Si l'on fait exception des sites avec *G. fluitans* où le nombre d'habitats présente un pic dans la classe des 1-5 adultes/m², les cinq autres types d'habitats montrent tous des pics dans la classe des 5,1 à 10 adultes/m². Trois explications peuvent être proposées pour interpréter cette différence : *i*) un nombre trop faible d'habitats (16 seulement) dans le cas de sites identifiés avec *G. fluitans*, *ii*) les caractéristiques propres des milieux dans lequel cette espèce se développe, car la plante n'a été observée que dans trois types d'habitats (fossés de route, berges de ruisseau ou d'étang : Tableau I), et *iii*) les conditions pour le développement d'une population de limnées dans un habitat avec *G. fluitans* seraient peu favorables. Un argument supportant cette hypothèse est le faible nombre de mollusques adultes transhivernants (< 10/m²) observés dans 77,1 % des habitats colonisés par *G. truncatula* (soit 256/357 sites) lorsque cette plante pousse (Rondelaud *et al.*, 2011). La comparaison des densités notées pour *O. glabra* avec celles rapportées par ces derniers auteurs pour *G. truncatula* dans les mêmes types d'habitats sur sols acides et sur la même période d'investigations montre que les effectifs en Limnées tronquées adultes de la génération transhivernante sont nettement plus élevés que ceux d'*O. glabra* : de 25 à 40 *G. truncatula*/m² dans des habitats mesurant 1 à 2 m² en superficie, par exemple, au lieu de 1 à 5 *O. glabra*/m² dans des sites mesurant moins de 2 m². Cette différence ne peut s'expliquer que par les caractéristiques propres du développement pour chaque espèce car la Limnée tronquée est une espèce amphibie (Taylor, 1965) alors que la Limnée étroite est plus aquatique, même si elle peut s'émerger temporairement au printemps (Vignoles *et al.*, 2016).

En conclusion, les populations d'*O. glabra* sur les sols acides du Limousin peuvent être détectées par une méthode en deux temps, qui associe l'identification des zones hydrographiques et l'emploi d'une ou de plusieurs plantes indicatrices (*J. effusus* le plus souvent). Cependant, cette méthode ne peut pas être généralisée à d'autres pays sur sols acides car la conformation des prairies et la gestion des pâturages varient selon les régions d'élevage et le

type de ruminants. Des essais sur d'autres secteurs français (Ardennes, Monts d'Arrée, ...) sont donc encore nécessaires pour déterminer s'il n'existe pas des limites avant que cette technique ne soit appliquée sur le terrain.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements aux exploitants des 361 fermes pour les facilités qu'ils ont accordées lors de la détection des gîtes à limnées. Ils remercient également M. A. Claveau pour son aide dans la saisie informatique des résultats.

Bibliographie

- Botineau, M. (1985) Contribution à l'étude botanique de la haute vallée de la Vienne (phytogéographie, phytosociologie). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, **6**, 1–352.
- Brugel, E., Brunerye, L., Vilks, A. (2001) Plantes et végétation en Limousin. Atlas de la flore vasculaire, Conservatoire des Espaces Naturels du Limousin, Limoges, 800 p.
- Crowley, W., Harrison, S.S.C., Coroi, M., Sacré, V.M. (2003) An ecological assessment of the plant communities at Port Bán Natural Reserve in south-western Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, **103B**, 69–82.
- De Brie, J. (1379) Le bon berger. Le vrai règlement et gouvernement des bergers et bergères. Transcrit en français moderne par M. Clévenot en 1968. Editions Stock, Paris, 168 p.
- Dreyfuss, G., Vareille-Morel, C., Rondelaud, D. (1997) Les habitats de *Lymnaea truncatula* Müller (Mollusque) le long de deux rivières. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **33**, 67–72.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P., Mekroud, A., Rondelaud, D. (2006) The presence of uninfected *Omphiscola glabra* in a breeding of infected *Galba truncatula* enhanced the characteristics of snail infections with *Fasciola hepatica*. *Parasitology Research*, **99**, 197–199.
- Gaultier, E., Rondelaud, D., Botineau, M., Ghestem, A. (1994) La malacofaune des jonchaies prairiales dans le nord de la Creuse et le sud de l'Indre. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **130**, 15–19.
- Ghestem, A., Morel-Vareille, C., Rondelaud, D., Vilks, A. (1974) Premiers documents phytosociologiques des biotopes à *Lymnaea (Galba) truncatula* Müller (Mollusque Gastéropode) dans le nord-ouest du Limousin. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **110**, 235–240.
- Guy, F., Rondelaud, D., Botineau, M., Dreyfuss, G., Ghestem, A. (1996) Etude de relations entre les plantes les plus fréquentes et l'abondance de *Lymnaea truncatula* Müller, vecteur de *Fasciola hepatica* Linné dans les prairies marécageuses sur sol acide. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **147**, 465–470.
- Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2006) *Galba truncatula* (Gastropoda, Lymnaeidae): effects of daily water-level variations on the ecology and ethology of

- populations living upstream of a dam. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **42**, 173–180.
- Mehl S. (1932) Die Lebensbedingungen der Leberegelschnecke (*Galba truncatula* Müller). Untersuchungen über Schale, Verbreitung, Lebensgeschichte, natürliche Feinde und Bekämpfungsmöglichkeiten. *Arbeiten aus der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz*, **2**, 1–177.
- Økland, J. (1990) Lakes and snails. Environment and gastropods in 1,500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest, 516 p.
- Over, H.J. (1962) A method of determining the liver fluke environment by means of the vegetation type. *Bulletin de l'Office International des Epizooties*, **58**, 297–304.
- Over, H.J. (1967) Ecological biogeography of *Lymnaea truncatula* in the Netherlands, Thèse de Doctorat, Université d'Utrecht, 140 p.
- Patzer, H.E. (1927) Beiträge zur Biologie der Leberegelschnecke *Galba (Limnaea) truncatula* Müller. *Zoologische Jahrbucher Abteilung für Allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere*, **53**, 321–372.
- Roberts, E.W. (1950) Studies on the life-cycle of *Fasciola hepatica* (Linnaeus) and of its snail host, *Limnaea (Galba) truncatula* Müller in the field and under controlled conditions. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, **44**, 187–206.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, G., Dreyfuss, G. (2005a) The contamination of wild watercress with *Fasciola hepatica* in central France depends on the ability of several lymnaeid snails to migrate upstream towards the beds. *Parasitology Research*, **95**, 305–309.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2005b) Les capacités migratoires de *Galba truncatula* et d'*Omphiscola glabra* (Lymnaeidae) dans des ruisseaux sur sols acides et leurs conséquences sur la transmission de la fasciolose. *Annales Scientifiques du Limousin*, **15**, 30–39. Publié en ligne dans les *Annales Scientifiques du Naturaliste* (2012).
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G., Cabaret, J. (2011) The detection of snail host habitats in liver fluke infected farms by use of plant indicators. *Veterinary Parasitology*, **181**, 166–173.
- Taylor, E.L. (1965) Fascioliasis and the liver-fluke. FAO Agricultural Studies, Roma, n° 64, 235 p.
- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (1999) The characteristics of habitats colonized by three species of *Lymnaea* in swampy meadows on acid soil: their interest for fasciolosis control. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **35**, 173–178.
- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2007) Les habitats des Lymnaeidae sur sol acide. A propos de quelques observations dans la région Limousin sur une trentaine d'années. *MalaCo*, **4**, 143–147.

Vignoles, P., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2016) Ecologie et parasitisme de la Limnée étroite (*Omphiscola glabra*). Presses Universitaires de Limoges, 195 p.

Vries, V. de (1945) Over het voorkomen van een 8-10 tal landslakjes op de westpunt van Vlieland. *Basteria*, **9**, 44–60.

Déclin dans le nombre et la taille des populations d'*Omphiscola glabra* dans le nord de la Haute-Vienne au cours des trente dernières années

G. Dreyfuss, P. Vignoles et D. Rondelaud

Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 87025 Limoges

Résumé – Des investigations de terrain ont été réalisées en avril ou en mai pendant deux années (2013-2014) dans 77 fermes situées dans le nord de la Haute-Vienne pour décompter les populations d'*Omphiscola glabra*, déterminer la superficie de leurs habitats et préciser la densité des limnées transhivernantes par rapport aux sept types d'habitats. Les résultats ont été comparés avec ceux fournis par une première série d'investigations effectuée dans les mêmes fermes et sur les mêmes mois entre 1976 et 1984. Par rapport aux valeurs notées avant 1985, 76 % des populations (sur 54) vivant dans les jonchaies de pente et 46,5 % (sur 71) de celles qui colonisent les fossés de route ont disparu en 2013-2014. Les baisses les plus faibles ont été relevées dans les rigoles (5,6 % sur 322 avant 1985) et les fossés de drainage superficiel (8,2 % sur 49). La superficie des habitats ne présente pas de différence significative entre les deux périodes, quel que soit leur type. Par contre, les densités des mollusques transhivernants dans les habitats situés dans les fossés de route, les fossés de drainage et sur les berges d'étang sont significativement plus faibles en 2013-2014. Dans les trois autres types de gîtes, les différences entre les densités ne sont pas significatives. Ce déclin dans le nombre et la taille des populations d'*O. glabra* au cours des trente dernières années est principalement dû au gyrobroyage de la végétation autour des sources de pente, au curage mécanique des fossés de route ou à la réalisation d'un drainage souterrain dans les pâtures.

Mots clés : densité, habitat, Haute-Vienne, Lymnaeidae, *Omphiscola glabra*, population, superficie

Title – Decline in the number and size of *Omphiscola glabra* populations in northern Haute Vienne over the past thirty years.

Summary – Field investigations in 77 farms located in northern Haute-Vienne were carried out in April or May during two years (2013-2014) to count the populations of *Omphiscola glabra*, determine the area of their habitats, and specify the density of overwintering snails in relation to the seven types of snail habitats. The results were compared with those recorded during a first series of investigations performed between 1976 and 1984 in the same farms and during the same months. Compared to values noted before 1985, 76% of snail populations (out of 54) living in road ditches and 46.5% (out of 71) colonizing hillside springs have disappeared in 2013-2014. The lowest decreases were noted in open drainage furrows (5.6% out of 322 populations before 1985) and ditches (8.2% out of 49). The area of snail habitats did not show any significant difference between these two periods of time, whatever the type of snail habitat. In contrast, the densities of overwintering snails in 2013-2014 were

significantly lower in the habitats located in road ditches, open drainage ditches and along pond banks. In the other three types of habitats, the differences between mean densities were not significant. Rotary crushing of vegetation around hillside spring heads, mechanical cleaning of road ditches, or subsurface drainage in pastures were the main causes to explain this decline in the number and size of *O. glabra* populations in these farms over the past thirty years.

Key words : area, habitat, Haute Vienne, Lymnaeidae, *Omphiscola glabra*, population, snail density.

Introduction

La Limnée étroite (*Omphiscola glabra*) et la Limnée tronquée (*Galba truncatula*) vivent souvent dans les mêmes rigoles de drainage superficiel sur les sols cristallophylliens ou métamorphiques du Limousin (Vareille-Morel *et al.*, 1999, 2007). La première espèce colonise souvent la partie médiane de ces rigoles, tandis que l'habitat de *G. truncatula* se situe à leur extrémité périphérique, qu'il y ait ou non une source temporaire. Les fréquences de leurs habitats diffèrent selon l'espèce de la limnée. Dans le cas de *G. truncatula*, les rigoles de drainage constituent 84,1 % des habitats sur les 5.546 que Rondelaud *et al.* (2011) ont recensées sur l'étendue des 361 fermes qu'ils ont prospectées. Par contre, elles ne représentent que 39 % des habitats dans le cas d'*O. glabra* (Vignoles *et al.*, 2016). La Limnée tronquée domine donc par le nombre de ses populations sur l'autre espèce dans les prairies sur sols acides.

Malgré cette situation, un certain nombre d'habitats à limnées ont disparu depuis 1970 de ces prairies permanentes en raison de l'application de nouvelles méthodes agronomiques. Parmi celles-ci, le drainage souterrain et le gyrobroyage des jonchaies de pente se sont fortement répandus au cours de ces 45 dernières années sur les sols acides du Limousin (Rondelaud *et al.*, 2009 ; Dreyfuss *et al.*, 2015). A l'heure actuelle, aucune étude n'a encore été réalisée pour évaluer les effets de ces mesures agronomiques sur les habitats locaux de ces mollusques. D'après Seddon *et al.* (2015), *G. truncatula* est une espèce à large répartition et il n'y a pas de menace spécifique au niveau mondial car la limnée est tolérante à la pollution et est connue pour sa capacité à coloniser de nombreux habitats temporaires. A l'inverse de la Limnée tronquée, la situation est toute autre pour *O. glabra*. D'après Macadam (2006) et Byrne *et al.* (2009), on note une diminution dans le nombre et la taille de ces populations sur toute l'aire de répartition de cette espèce. Ce déclin se situe dans une fourchette moyenne de 20 à 25 % au cours des quinze dernières années (Prié *et al.*, 2011). Mais il y a des variations selon les pays. Dans le Royaume-Uni, par exemple, la chute dans le nombre des populations d'*O. glabra* serait de 25 à 49 % au cours des 25 dernières années selon le pays constitutif (Ecosse, Pays de Galles, ...) et la région étudiée (Prié *et al.*, 2011).

Devant cet état de fait, il était utile de quantifier cette chute chez les populations d'*O. glabra* sur les sols acides du Limousin par l'intermédiaire des trois questions suivantes : est-ce que les populations d'*O. glabra* présentent une diminution de leur nombre à l'heure actuelle ? Est-ce que cette diminution numérique, si elle existe, est la même lorsque l'on considère les différents types d'habitats dans lesquels vivent les mollusques ? Quelles sont les conséquences sur la superficie des habitats et la densité des limnées ? Pour répondre à ces questions, nous avons comparé les résultats de deux séries d'études. La première série de prospections a été réalisée de 1976 à 1984 dans 77 fermes élevant des bovins ou des moutons et situées dans le nord de la Haute-Vienne. La seconde série s'est déroulée en 2013 et 2014 sur les mêmes fermes. Les résultats tiennent compte des sept types d'habitats dans lesquelles vit la Limnée étroite.

Matériel et méthodes

1. Fermes étudiées

Les 361 fermes étudiées par Vareille-Morel *et al.* (2007) se situent sur les sols cristallophylliens ou métamorphiques de la Corrèze, de la Creuse ou de la Haute-Vienne. Ces exploitations élèvent des bovins ou des moutons, et 97,5 % d'entre elles ont une altitude comprise entre 190 et 500 m. Les prairies permanentes situées dans ces fermes sont hygromésophiles et font l'objet d'un régime alterné de pâture et de fauche. Un réseau de drainage superficiel est généralement présent dans les pâtures. Ces dernières sont soumises à un climat continental fortement modulé par les vents humides qui viennent de l'Océan Atlantique. Selon les années, la pluviométrie moyenne annuelle varie de 800 à 1000 mm tandis que la température moyenne annuelle est de 10° ou de 10,5° C sur la plupart des pâtures (Rondelaud *et al.*, 2011).

Sur cet échantillonnage, 77 fermes au total ont été retenues pour cette étude comparative en fonction des deux critères suivants : *i*) les exploitations se situent dans une région naturelle de la Haute-Vienne, en l'occurrence la Basse-Marche, et *ii*) leurs pâtures ont montré la présence d'habitats colonisés par *O. glabra* lors de la première série d'investigations. Celle-ci a été réalisée entre 1976 et 1984 afin de recenser les espèces de limnées présentes sur la superficie de ces fermes, identifier les habitats qu'elles occupent et déterminer l'abondance de leurs populations en ne tenant compte que des individus transhivernants. La seconde série a été effectuée en 2013 et 2014 pour décompter les populations, déterminer la superficie de leurs habitats et établir la densité des mollusques transhivernants. Ces opérations ont été réalisées en avril ou en mai sur l'ensemble des parcelles présentes sur chaque exploitation agricole, les cours d'eau et les routes qui traversent ces terrains ou les longent.

2. Protocole d'étude

Sept types d'habitats ont été considérés dans le cadre de cette étude : *i*) les rigoles de drainage superficiel ou celles permettant l'écoulement de l'eau de pluie dans les prairies, *ii*) les sources temporaires ou permanentes, situées souvent à flanc de coteau, *iii*) les fossés de drainage superficiel lorsqu'ils existent, *iv*) les zones piétinées par les bovins, en général situées près d'un fossé de drainage, *v*) les fossés de route ou de chemin creux lorsqu'ils sont remplis d'eau en hiver, *vi*) les berges de ruisseaux à courant lent, et *vii*) celles des collections d'eau stagnantes (mares, étangs) présentes dans les fermes. Les habitats peuplés par une communauté mixte de limnées, à savoir *G. truncatula* et *O. glabra*, sont assez rares sur les 77 fermes sélectionnées (trois seulement) et n'ont pas été considérés dans le cadre de cette étude en raison des faibles effectifs que *O. glabra* présente dans ce type de site (Dreyfuss *et al.*, 2014).

Lors de la première série d'investigations, les prospections ont été réalisées par deux personnes sur une durée de 30 à 40 minutes par pâture. Selon la hauteur de l'eau, les limnées ont été recherchées souvent par chasse à vue, et parfois à l'aide d'un filet (diamètre de l'ouverture : 20 cm ; grandeur des mailles : 3 mm). Dans chaque habitat, la population de limnées a été évaluée en comptant les adultes de la génération transhivernante (hauteur de coquille, plus de 12 mm). Le protocole est identique pour la deuxième série d'investigations mais celles-ci ont été réalisées par une personne avec une moyenne de 25 à 30 minutes par pâture.

3. Paramètres étudiés

Il s'agit *i)* du nombre des populations d'*O. glabra* pour chaque type d'habitat, *ii)* de la superficie de leurs gîtes et *iii)* de la densité des limnées adultes transhivernantes par mètre carré d'habitat. Les valeurs individuelles notées pour la superficie des habitats ont été ramenées à une moyenne, encadrée d'un écart type en tenant compte de chaque type d'habitat. Le protocole utilisé est le même pour la densité des mollusques transhivernants. Pour chaque paramètre, la comparaison a été réalisée en confrontant les chiffres notés avant 1985 et ceux enregistrés lors de la deuxième série de prospections. Les nombres de populations ont été comparés entre eux en utilisant le test unilatéral de Wilcoxon sur des séries appariées (les mêmes fermes). La normalité des superficies ou des densités en limnées a été, de plus, analysée par le test de Shapiro et Wilk (1965). Comme la distribution des valeurs de l'un ou de l'autre paramètre n'était pas normale, les différences ont été confrontées entre elles avec le test de Kruskal-Wallis. Toutes les analyses ont été faites en utilisant le logiciel Statview 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Résultats

1. Nombre de populations

Tableau I. Nombre de populations d'*Omphiscola glabra* dans 77 fermes par rapport à la date des investigations (avant 1985 ou en 2013-2014) et au type d'habitat.

Type d'habitat	Nombre de populations		
	Avant 1985	2013-2014	Déclin
Rigoles de drainage superficiel	322	304	5,6 %
Fossés de route	71	38	46,5 %
Sources (jonchaies de pente)	54	13	76,0 %
Fossés de drainage superficiel	49	45	8,2 %
Berges d'étang	11	8	27,3 %
Berges de ruisseau	19	14	26,4 %
Zone piétinée (bovins)	1	0	100 %
Total	527	422	19,8 %

Le tableau I indique le nombre d'habitats colonisés par *O. glabra* dans les prairies de ces fermes de 1976 à 1984 et en 2013-2014. Dans les sept types d'habitats, les populations de la limnée présentent une diminution globale de leur nombre (19,8 %) mais on note des variations de cette fréquence en fonction du type de gîte dans lequel vit le mollusque. Les plus fortes baisses ont été observées chez les limnées qui vivent dans les sources situées dans les pâtures (76 %), suivies par celles qui colonisent les fossés de route (46,5 %). Les plus faibles ont été enregistrées chez les populations qui vivent sur un réseau de drainage superficiel (5,6 % dans les rigoles et 8,2 % dans les fossés).

L'emploi du test unilatéral de Wilcoxon montre que la diminution observée entre les deux périodes d'investigations est significative pour chaque type d'habitat ($V = 28, p < 1 \%$).

2. Superficie des habitats et densité des limnées

Le tableau II répertorie les valeurs de ces deux paramètres dans les habitats d'*O. glabra* avant 1985 et en 2013-2014.

Tableau II. Superficie des habitats et densité des limnées (hauteur de la coquille, > 12 mm) dans 422 habitats colonisés par *Omphiscola glabra* dans le nord de la Haute-Vienne. Les comptages n'ont été réalisés que sur les mollusques transhivernants.

Type d'habitat (nombre)	Superficie (m ²)		Densité/m ²	
	Avant 1985	2013-2014	Avant 1985	2013-2014
Rigoles de drainage (304)	8,5 ± 6,3	7,8 ± 5,8	9,1 ± 6,4	8,5 ± 7,2
Fossés de route (38)	4,7 ± 3,8	4,8 ± 4,1	6,8 ± 3,2	3,7 ± 2,1
Sources dans les prairies (13)	1,8 ± 1,2	1,7 ± 1,1	3,8 ± 2,1	3,6 ± 2,3
Fossés de drainage (45)	11,7 ± 7,2	10,5 ± 7,3	2,7 ± 2,0	0,8 ± 0,4
Berges d'étang (8)	6,3 ± 4,1	6,1 ± 4,5	3,8 ± 1,9	1,5 ± 1,1
Berges de ruisseau (14)	10,4 ± 6,9	10,1 ± 6,1	3,2 ± 1,9	2,9 ± 2,4
Total (422)	8,3 ± 5,8	7,5 ± 5,6	7,7 ± 4,8	6,7 ± 5,4

Malgré de légères différences dans les superficies, les valeurs notées pour chaque type d'habitat avant 1985 et celles relevées en 2013-2014 ne présentent pas de différence significative. Par contre, les densités des mollusques sont significativement plus faibles en 2013-2014 dans les habitats situés dans les fossés de route ($H = 8,84, p < 1 \%$), le long des fossés de drainage ($H = 7,93, p < 1 \%$) et sur les berges d'étang ($H = 6,71, p < 5 \%$). Dans les trois autres types de gîtes, les différences entre les densités ne sont pas significatives, même si l'amplitude des écarts types y est légèrement plus élevée en 2013-2014.

3. Causes à l'origine de ce déclin

Il était intéressant de déterminer les causes à l'origine de ces changements dans le nombre et la taille des populations d'*O. glabra*. Le tableau III recense, pour chaque type d'habitat, les indications que les fermiers nous ont fournies pour expliquer la disparition de ces gîtes colonisés par la Limnée étroite.

Tableau III. Principales causes à l'origine de la disparition des 105 habitats de la Limnée étroite dans les 77 fermes localisées dans le nord de la Haute-Vienne.

Type d'habitat (nombre de sites disparus)	Causes	Nombre d'habitats
Rigoles de drainage (18)	Drainage souterrain	16
	Abandon de la pâture et développement d'une mégaphorbiaie	2
Fossés de route (33)	Curage à la pelleuse	30
	Non déterminé	3
Sources prairiales (41)	Gyrobroyage de la végétation	39
	Non déterminé	2
Fossés de drainage (4)	Drainage souterrain	4
Berges d'étang (3)	Dessèchement périodique de l'étang	3
Berges de ruisseau (5)	Rectification des berges	4
	Curage à la pelleuse	1
Zone piétinée (1)	Création d'un étang	1

Plusieurs causes sont à l'origine de cette diminution dans le nombre des populations d'*O. glabra* (Tableau III). Les plus fréquentes sont, par ordre de fréquence décroissante, le gyro-broyage de la végétation autour des sources dans les prairies, la réalisation d'un drainage souterrain dans les pâtures (au lieu d'un drainage superficiel) et le curage des rigoles de drainage superficiel à l'aide d'une pelleteuse.

Discussion

Dans le nord de la Haute-Vienne, le nombre des populations d'*O. glabra* a diminué de 19,8 % en moyenne au cours des trente dernières années. Ce pourcentage se situe dans la fourchette moyenne de 20 à 25 % que Prié *et al.* (2011) rapportent dans leur synthèse sur *O. glabra*. Mais ce pourcentage varie selon le type d'habitat que l'on considère. Les plus fortes baisses enregistrées dans la présente étude concernent les populations qui vivent dans les sources à flanc de colline (76 %) ou les fossés de route (46,5 %). Dans les deux cas, il s'agit de sites sur lesquels l'activité de l'homme interfère. Dans le cas des sources, le gyrobroyage de la végétation a fortement augmenté depuis les années 1970 puisque ces jonchaies ont été détruites dans 22,5 % des prairies (sur 776) entre 1970 et 2008 sur les sols acides du Limousin (Rondelaud *et al.*, 2009). En allant dans le même sens, le curage des fossés de drainage superficiel à la pelleteuse s'est accru dans les prairies du Limousin sur la période précitée (9,6 % d'après Rondelaud *et al.*, 2009) et s'étend depuis une dizaine d'années de plus en plus aux fossés de route dans le nord de la Haute-Vienne. Le développement actuel de ce curage mécanique peut expliquer la diminution des populations d'*O. glabra* dans ces derniers fossés car la boue et les autres déblais sont évacués des sites où l'opération est réalisée, ce qui ne permet pas la recolonisation de ces habitats par le mollusque. Malgré le nombre de prairies (27) dans lesquelles le drainage souterrain a été réalisé dans les 77 fermes de la Basse-Marche, cette opération n'a entraîné la disparition que de 16 populations (Tableau III) tandis que les autres se sont maintenues, mais avec un déplacement vers l'aval de leurs habitats, en général à la sortie du conduit d'évacuation des eaux dans une mare ou le fossé de route le plus proche.

La superficie des habitats colonisés par la Limnée étroite ne présente pas de variation significative au cours des trente dernières années, quel que soit le type de gîte. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que les prairies permanentes ne sont guère modifiées par l'homme, si l'on fait exception de la réfection du réseau de drainage superficiel tous les deux ou trois ans. Il en est de même pour les berges de ruisseau lorsqu'elles sont colonisées par *O. glabra*. Dans les fossés de route et les berges d'étang, l'amplitude des écarts types est légèrement plus élevée en 2013-2014 que dans les relevés effectués avant 1985 (Tableau II) et cette différence peut être due à l'activité humaine car certains habitats dans les fossés de route ont pratiquement doublé de superficie entre les deux périodes d'investigations (données non publiées).

A l'inverse de la superficie des habitats, la densité des mollusques transhivernants est significativement plus faible en 2013-2014 dans les habitats situés dans les fossés de route, le long des fossés de drainage et sur les berges d'étang. Ces derniers résultats sont plus difficiles à commenter. Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces différences mais la plus solide doit tenir compte de la localisation de ces habitats par rapport aux rigoles de drainage superficiel dans les prairies. Comme ils sont situés plus en aval par rapport aux rigoles de drainage et reçoivent l'eau en provenance des sources situées dans les prairies environnantes, les variations numériques constatées dans les fossés de route, le long des fossés de drainage et sur les berges d'étang pourraient provenir d'un transfert régulier vers l'aval de limnées adultes à partir de populations vivant dans les rigoles de drainage. Un argument supportant cette hypothèse est la capacité que la Limnée étroite a pour remonter

rapidement à la surface de l'eau au printemps lorsque le mollusque est dérangé dans son milieu et de se déplacer en nageant pendant une longue période (Vignoles *et al.*, 2016). Dans ces conditions, la survenue d'un évènement inhabituel tel que de fortes pluies, par exemple, peut entraîner ces mollusques vers l'aval et permettre la colonisation de nouvelles zones. Si l'hypothèse présentée ci-dessus est valide, les rigoles de drainage superficiel sur sols acides pourraient correspondre à des habitats réservoirs pour cette limnée, tandis que les autres types de sites ne seraient que des habitats temporaires selon la définition que Taylor (1965) a donnée pour les habitats de *G. truncatula*.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements aux 77 éleveurs qui ont accepté que la seconde série d'investigations soit effectuée sur les pâtures de leurs fermes. Ils remercient également M. A. Claveau pour son aide dans la saisie informatique des résultats.

Bibliographie

- Byrne, A., Moorkens, E.A., Anderson, R., Killeen, I.J., Regan, E.C. (2009) Ireland Red List no. 2: Non-marine molluscs. National Parks and Wildlife Service, Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland, 49 p.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P., Rondelaud, D. (2014) *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi*: decrease in prevalence of natural infection in habitats colonized by *Galba truncatula* and *Lymnaea glabra*. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **165**, 160–166.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P., Rondelaud, D., Cabaret, J. (2015) The mud snail (*Galba truncatula*). Ecology, parasitism and control. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 238 p.
- Macadam, C. (2006) Mud snails (*Omphiscola glabra*) in Scotland. *BRISC Recorder News*, **62**, 6–8.
- Prié, V., Seddon, M.B., Vavrova, L. (2011) *Omphiscola glabra*. The IUCN Red List of threatened species. Version 2015.2. Adresse Internet : <http://www.iucnredlist.org> (consulté le 27 juillet 2015).
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2009) La Limnée tronquée, un mollusque d'intérêt médical et vétérinaire. Presses Universitaires de Limoges, 283 p.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G., Cabaret, J. (2011) The detection of snail host habitats in liver fluke infected farms by use of plant indicators. *Veterinary Parasitology*, **181**, 166–173.
- Seddon, M.B., Kebapçı, U., Van Damme, D. (2015) *Galba truncatula*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T155730A85693575. Adresse Internet : <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015.RLTS.T155730A85693575.en> (consulté le 28 janvier 2016).
- Shapiro, S.S., Wilk, M.B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, **52**, 591–611.

- Taylor, E.L. (1965) Fascioliasis and the liver-fluke. FAO Agricultural Studies, Roma, n° 64, 235 p.
- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (1999) The characteristics of habitats colonized by three species of *Lymnaea* in swampy meadows on acid soil: their interest for fasciolosis control. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **35**, 173–178.
- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2007) Les habitats des Lymnaeidae sur sol acide. A propos de quelques observations dans la région Limousin sur une trentaine d'années. *MalaCo*, **4**, 143–147.
- Vignoles, P., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2016) Ecologie et parasitisme de la Limnée étroite (*Omphiscola glabra*). Presses Universitaires de Limoges, 195 p.

Contrôle intégré de deux parasitoses basé sur l'isolement des habitats colonisés par *Omphiscola glabra* dans deux fermes de la Haute-Vienne

P. Vignoles, D. Rondelaud et G. Dreyfuss

Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 87025 Limoges

Résumé – Un contrôle intégré de la fasciolose et de la paramphistomose a été appliqué pendant quatre années dans deux fermes de la Haute-Vienne afin de vérifier si la transmission de ces parasitoses pouvait être interrompue tout en assurant la sauvegarde de la limnée hôte (*Omphiscola glabra*). Les bovins ont été régulièrement déparasités à l'aide d'anthelminthiques, tandis que les habitats du mollusque ont été isolés du reste des pâtures à partir de 2011. Une troisième ferme a servi de témoin avec le déparasitage du bétail comme ci-dessus mais les biotopes de la limnée n'ont pas été clôturés. L'isolement des habitats d'*O. glabra* dans les deux fermes s'est traduit par une chute dans les prévalences des infestations naturelles en 2012 et la disparition des formes larvaires des parasites chez les limnées en 2013 et 2014. Chez les bovins, les prévalences ont diminué de manière progressive jusqu'à leur négativation en 2014. Dans la ferme témoin, les prévalences chez les limnées ont légèrement baissé au cours des années tandis que celles notées chez les bovins n'ont pas présenté de variation significative depuis 2011. L'isolement des habitats de cette limnée lors d'un contrôle intégré chez le bétail permet donc de sauvegarder les populations d'*O. glabra* tout en interrompant le cycle évolutif des deux parasites.

Mots clés : bovins, *Calicophoron daubneyi*, *Fasciola hepatica*, Limousin, limnée, *Omphiscola glabra*.

Title – **Integrated control of fasciolosis based on the isolation of habitats colonized by the snail *Omphiscola glabra* in two farms of Haute Vienne.**

Summary – An integrated control of fasciolosis and paramphistomosis was applied for four years in two farms of Haute Vienne to verify if transmission of these parasitoses could be interrupted and the conservation of the host snail (*Omphiscola glabra*) could be ensured. Cattle were regularly deparasitized using anthelmintics, while the snail habitats were isolated from the other parts of pastures since 2011. A control farm was also used with the treatment of cattle as above but snail habitats were not isolated. Fencing of snail habitats in the two farms had induced a drop in prevalences of natural infections in 2012 and disappearance of parasite larval forms from the snail bodies in 2013 and 2014. In cattle, prevalences of these infections had steadily decreased over years up to their negativation in 2014. In the control farm, prevalences in snails had only slightly decreased during the four years, while those noted in cattle did not show any significant variation since 2011. The isolation of lymnaeid habitats during the integrated control in cattle had allowed conservation of *O. glabra* populations and the interruption of both digenean life-cycles.

Key words : *Calicophoron daubneyi*, cattle, *Fasciola hepatica*, Limousin, lymnaeid, *Omphiscola glabra*.

Introduction

Fasciola hepatica, connu aussi sous le nom de « grande douve », est un ver plat qui infeste le foie de nombreux mammifères, l'homme y compris. Cette douve est connue depuis l'Antiquité comme un parasite important du bétail et est à l'origine de pertes économiques sévères dans les troupeaux de bovins et de moutons (Taylor, 1965). De nombreuses études scientifiques ont porté sur cette espèce en raison de la distribution mondiale de cette parasitose (fasciolose) et de l'ampleur des conséquences zootechniques (Torgerson et Claxton, 1999). Pour accomplir son cycle évolutif, *F. hepatica* a besoin d'un hôte intermédiaire (une limnée) qui assure le développement de ses formes larvaires. Dans l'Europe de l'Ouest, le mollusque le plus connu est *Galba truncatula* et le nom de cette limnée est souvent associé dans les écrits à celui de la grande douve du foie (Andrews, 1999). Mais d'autres limnées comme la Limnée étroite (*Omphiscola glabra*) peuvent également assurer le développement larvaire de *F. hepatica* (Vignoles *et al.*, 2016).

En plus de son rôle comme hôte intermédiaire dans le cycle évolutif de *F. hepatica*, la Limnée étroite assure aussi le développement des formes larvaires de *Calicophoron daubneyi* (les deux parasites infestent souvent les mêmes bovins dans le centre de la France : Szmidt-Adjidé *et al.*, 2000 ; Mage *et al.*, 2002). Ce rôle d'hôte intermédiaire soulève deux problèmes en apparence contradictoires. D'un côté, il est nécessaire d'interrompre la transmission de ces parasites à l'hôte définitif et l'étape la plus facile est l'élimination du mollusque hôte de ses habitats. D'un autre côté, le déclin, que l'on observe à l'heure actuelle dans les populations d'*O. glabra* sur son aire de répartition géographique (Prié *et al.*, 2011) et même dans le Limousin, nécessite de sauvegarder cette limnée en ne détruisant pas ses habitats naturels. Cette double exigence impose de revoir les méthodes que l'on applique pour contrôler les limnées. Cette opération est d'autant plus difficile que dans le Limousin, *O. glabra* vit souvent dans les mêmes rigoles de drainage que *G. truncatula* (Vareille-Morel *et al.*, 1999).

En raison de la nécessité de sauvegarder *O. glabra* dans ses habitats naturels, le contrôle de cette limnée en utilisant la lutte chimique à l'aide de molluscicides (niclosamide par exemple) ou l'action de prédateurs comme le mollusque *Zonitoides nitidus* (Rondelaud *et al.*, 2009) est à proscrire. Le contrôle de cette espèce ne peut donc se faire qu'avec les seules méthodes agronomiques en évitant d'éliminer la Limnée étroite, mais aussi en interrompant la transmission des parasitoses que ces derniers induisent.

En 1983 et 1991, Mage et Rondelaud ont proposé un contrôle intégré de la fasciolose pour éradiquer cette parasitose sur certaines exploitations et limiter la fréquence de la maladie dans la plupart des autres fermes. Il s'adresse à deux catégories d'hôtes. La première est celle du bétail pour lequel on effectue une prophylaxie par l'emploi d'anthelminthiques et où l'on pratique une politique dans la gestion des pâturages pour les divers troupeaux de la ferme. La seconde est celle du mollusque hôte dont le contrôle repose sur des mesures agronomiques, des molluscicides ou des prédateurs. Il est donc utile d'associer ces diverses techniques dans la même ferme afin de cumuler leurs effets bénéfiques. Ce contrôle a déjà été appliqué avec succès sur un certain nombre de fermes pour éliminer *G. truncatula* (Mage *et al.*, 1989 ; Rondelaud *et al.*, 2009). Devant ces premiers résultats, il était intéressant de vérifier si ce contrôle intégré de la fasciolose permettait d'obtenir les mêmes résultats dans des pâtures colonisées seulement par *O. glabra*. Les habitats du mollusque ont été simplement isolés du reste des pâtures de façon à ce que le bétail n'y ait pas accès. Pour vérifier cette possibilité, le

contrôle intégré a été appliqué pendant quatre années sur deux fermes de la Haute-Vienne, tandis qu'une troisième exploitation a servi de témoin en n'étant pas soumise au contrôle.

Matériel et méthodes

1. Fermes étudiées

Trois fermes ont été retenues dans le cadre de cette expérience. Elles se situent sur les communes de Gajoubert, de Tersannes et de Villefavard, département de la Haute-Vienne. Ces exploitations élèvent des bovins et sont connues pour leurs problèmes de fasciolose et de paramphistomose. Elles se situent sur des terrains cristallophylliens et leur altitude se distribue entre 215 et 415 m. *Omphiscola glabra* est la seule espèce de limnée présente. Les deux fermes de Gajoubert et de Villefavard ont été soumises au contrôle intégré tandis que celle de Tersannes a servi de témoin. Les autres caractéristiques sont présentées sur le tableau I.

Tableau I. Prévalences des infestations naturelles par *Calicophoron daubneyi* et *Fasciola hepatica* chez les ruminants de trois fermes sans le nord de la Haute-Vienne. Le nombre d'habitats colonisés par la Limnée étroite y est également indiqué.

Commune (superficie des pâtures en ha)	Nombre de bovins par ferme en 2011	Prévalence de l'infestation chez les ruminants en 2011		Nombre d'habitats
		<i>Fasciola hepatica</i>	<i>Calicophoron daubneyi</i>	
Gajoubert (23)	38	13,1 %	18,4 %	4
Villefavard (27)	19	15,7 %	21,0 %	3
Tersannes (54)	64	18,7 %	21,8 %	6

2. Protocole expérimental

Les ruminants de trois fermes ont tous été traités en mars 2011 par le triclabendazole (Fasinex® 100) et l'oxyclozanide (Zanil®) pour lutter, respectivement, contre *F. hepatica* et *C. daubneyi*. De 2012 à 2014, des prélèvements de selles ont été effectués en mars chez tous les bovins dans les fermes de Gajoubert et Villefavard, et seulement chez la moitié d'entre eux dans celle de Tersannes pour y rechercher les œufs des parasites. Les traitements ont été répétés chaque année en mars en fonction des résultats fournis par les coproscopies.

Les sept gîtes colonisés par *O. glabra* sur les fermes de Gajoubert et de Villefavard ont été clôturés en 2011 à l'aide de barbelés pour éviter que les animaux n'y aient accès et plusieurs abreuvoirs artificiels, fixes ou mobiles, ont été placés dans les diverses pâtures. Dans la ferme de Tersannes, les six habitats n'ont pas été clôturés. De 2011 à 2014, des échantillons de 50 ou 100 individus hauts de 10 mm et plus (selon l'abondance de chaque population) ont été récoltés en mars par chasse à vue dans les 13 gîtes à limnées présents sur les trois fermes. Les mollusques ont été disséqués sous un stéréomicroscope pour y rechercher des formes larvaires de l'un ou de l'autre Digène et établir la prévalence de chaque infestation.

3. Paramètres étudiés

Le premier est la prévalence de l'infestation naturelle par *F. hepatica* ou par *C. daubneyi* chez les ruminants de ces fermes. Le second paramètre est le taux d'infestation de la limnée par l'un ou l'autre de ces Digènes.

Chaque année, les prévalences notées chez les bovins de Gajoubert et de Villefavard ont été comparées avec celles obtenues chez les ruminants de la ferme témoin, en tenant compte de l'espèce du Digène. Le même protocole a été utilisé pour les prévalences notées chez les limnées. Comme les valeurs sont faibles, toutes les comparaisons ont été réalisées en utilisant le test exact de Fisher. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel Statview 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Résultats

1. Prévalence de l'infestation naturelle chez la Limnée étroite

Les résultats de ces investigations sont fournis sur le tableau II.

Tableau II. Prévalence de l'infestation naturelle par *Calicophoron daubneyi* et *Fasciola hepatica* de 2011 à 2014 chez 13 populations d'*Omphiscola glabra* vivant dans trois fermes de la Haute-Vienne.

Commune	Année	Nombre de limnées récoltées	Prévalence de l'infestation naturelle chez <i>Omphiscola glabra</i>	
			<i>Fasciola hepatica</i>	<i>Calicophoron daubneyi</i>
Gajoubert	2011	400	2,7 %	6,0 %
	2012	400	0,5 %	0,2 %
	2013	400	0	0
	2014	398*	0	0
Villefavard	2011	250	3,6 %	4,4 %
	2012	250	0,4 %	1,6 %
	2013	246*	0	0
	2014	250	0	0
Tersannes (ferme témoin)	2011	450	3,7 %	3,1 %
	2012	450	2,8 %	2,0 %
	2013	444*	2,0 %	1,1 %
	2014	450	2,4 %	1,1 %

* Assèchement partiel de l'un des habitats présents sur la ferme.

Par rapport à la ferme témoin (Tersannes), l'isolement des habitats de la Limnée étroite dans les deux autres exploitations s'est traduit par une chute dans la prévalence des infestations naturelles au cours de la deuxième année et la disparition des formes larvaires des parasites chez les limnées en 2013 et 2014. Par contre, dans la ferme témoin, la prévalence des infestations naturelles par l'un ou l'autre des Digènes a diminué progressivement au cours des années.

Aucune différence significative entre les prévalences relevées chez les limnées n'a été notée en 2011, quel que soit le Digène. Par contre, les valeurs trouvées en 2012 pour *F. hepatica* dans les fermes de Gajoubert et de Villefavard sont significativement plus faibles ($p < 1 \%$) que celle notée dans la ferme témoin. Dans le cas de *C. daubneyi*, la prévalence relevée dans l'exploitation de Gajoubert est significativement plus faible ($p < 5 \%$) que celles notées dans les deux autres fermes.

2. Prévalence de l'infestation naturelle chez les ruminants

Les valeurs obtenues sont fournies sur le tableau III.

Tableau III. Prévalence de l'infestation naturelle par *Calicophoron daubneyi* et *Fasciola hepatica* de 2011 à 2014 chez les bovins de trois fermes situées dans le nord de la Haute-Vienne.

Commune	Année	Nombre de prélèvements réalisés	Prévalence de l'infestation naturelle chez les bovins	
			<i>Fasciola hepatica</i>	<i>Calicophoron daubneyi</i>
Gajoubert	2011	38	13,1 %	18,4 %
	2012	37	5,4 %	8,1 %
	2013	37	2,7 %	2,7 %
	2014	35	0	0
Villevard	2011	19	15,7 %	21,0 %
	2012	20	10,0 %	15,0 %
	2013	18	5,5 %	11,1 %
	2014	18	0	0
Tersannes (ferme témoin)	2011	32	18,7 %	21,8 %
	2012	27	10,8 %	18,5 %
	2013	29	13,7 %	31,0 %
	2014	27	11,1 %	18,5 %

Chez les bovins de Gajoubert et de Villevard, la répétition du traitement a entraîné une diminution progressive de la prévalence pendant les trois premières années jusqu'à sa négativation en 2014. Dans la ferme témoin, des prévalences variant de 11,1 à 18,7 % pour *F. hepatica* et de 18,5 à 31 % pour *C. daubneyi* ont été notées chez les bovins.

Aucune différence significative entre les prévalences relevées en 2011 dans les trois fermes n'a été notée, quelle que soit l'espèce du Digène. Le même type de résultat a été relevé en 2012. Par contre, en 2013, la prévalence enregistrée dans la ferme de Gajoubert pour *C. daubneyi* est significativement plus faible ($p < 1\%$) que celles notées dans les deux autres fermes, alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les prévalences dans le cas de *F. hepatica*.

Discussion

Ces premiers résultats montrent que sur les sols acides du Limousin, il est possible d'interrompre le cycle évolutif des deux parasites et de sauvegarder les populations de limnées en pratiquant une lutte intégrée avec déparasitage de l'hôte définitif et le simple isolement des gîtes où vivent les mollusques. Comme l'aire occupée par un habitat colonisé par *G. truncatula* ou par *O. glabra* dans une pâture ne représente que 0,1 % de la superficie totale (Vareille, 1996 ; Rondelaud *et al.*, 2009), cette zone à risque peut donc être clôturée facilement pour que les ruminants domestiques n'y aient pas accès et évitent ainsi d'être contaminés par l'un ou l'autre des parasites que le mollusque peut transmettre. En plus, le nonaccès des bovins dans ces zones à limnées évite le nivellement des parois lors du piétinement de ces ruminants, permettant ainsi à la population d'*O. glabra* d'avoir des conditions favorables pour qu'elle se développe dans son gîte.

La comparaison des tableaux II et III montre que la disparition des formes larvaires de l'un ou de l'autre Digène demande moins de temps chez les limnées (deux années seulement) que celle des formes adultes chez les bovins (trois années). Cette différence peut s'expliquer facilement par le fait que certains bovins dans les deux fermes se sont contaminés en 2012 à partir des métacercaires que les quelques limnées parasitées ont libérées au cours de cette année-là. Il est donc nécessaire d'appliquer ce contrôle intégré sur plusieurs années successives, ce qui peut constituer une limite pour l'éleveur en raison du coût que représentent les traitements anthelminthiques chez le bétail.

Les résultats rapportés dans la présente étude ne portent que sur deux exploitations si bien qu'ils ne peuvent pas être généralisés à d'autres fermes touchées par ces parasitoses car la conformation des prairies et la gestion des pâturages varient selon les régions d'élevage et le type de ruminants. Des essais sur d'autres exploitations sont donc nécessaires pour vérifier s'il n'existe pas des limites avant que cette méthode ne soit appliquée par les éleveurs.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements aux exploitants des trois fermes pour leur accueil et les facilités qu'ils ont mises à leur disposition lors de cette expérience.

Bibliographie

- Andrews, S.J. (1999) The life cycle of *Fasciola hepatica*, in: Dalton, J.P., ed., Fasciolosis. CABI Publishing, Oxon, 1–29.
- Mage, C., Rondelaud, D. (1983) Réflexions sur la prévention de la fasciolose en France, *Dossiers de l'Elevage*, **5**, 25–28.
- Mage, C., Rondelaud, D. (1991) *Fasciola hepatica* ou la Grande Douve chez les bovins. Inventaire des sources d'infestation des bovins au pâturage. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, **396**, 77–83.
- Mage, C., Reynal, P., Rondelaud, D., Chasteloux, C. (1989) Mise en pratique du contrôle de l'infestation par *Fasciola hepatica* chez des bovins limousins. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, **347**, 5–10.
- Mage, C., Bourgne, H., Toullieu, J.M., Rondelaud, D., Dreyfuss, G. (2002) *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi*: changes in prevalences of natural infections in cattle and in *Lymnaea truncatula* from central France over the past 12 years. *Veterinary Research*, **33**, 439–447.
- Prié, V., Seddon, M.B., Vavrova, L. (2011) *Omphiscola glabra*. The IUCN Red List of threatened species. Version 2015.2. Adresse Internet : <http://www.iucnredlist.org> (consulté le 27 juillet 2015).
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2009) La Limnée tronquée, un mollusque d'intérêt médical et vétérinaire. Presses Universitaires de Limoges, 283 p.
- Szmidt-Adjidé, V., Abrous, M., Adjidé, C.C., Dreyfuss, G., Lecompte, A., Cabaret, J., Rondelaud, D. (2000) Prevalence of *Paramphistomum daubneyi* infection in cattle in central France. *Veterinary Parasitology*, **87**, 133–138.

- Taylor, E.L. (1965) Fascioliasis and the liver-fluke. FAO Agricultural Studies, Roma, n° 64, 235 p.
- Torgerson, P., Claxton, J. (1999) Epidemiology and control, in: Dalton, J.P., ed., Fasciolosis. CABI Publishing, Oxon, 113–149.
- Vareille, L. (1996) Les caractéristiques des gîtes à limnées dans le département de la Haute-Vienne. Infestation expérimentale de *Lymnaea* cf *fuscus* Pfeiffer par *Fasciola hepatica* L. Thèse d'exercice en Pharmacie, Université de Limoges, n° 309, 123 p.
- Vareille-Morel, C., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (1999) The characteristics of habitats colonized by three species of *Lymnaea* in swampy meadows on acid soil: their interest for fasciolosis control. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, **35**, 173–178.
- Vignoles, P., Dreyfuss, G., Rondelaud, D. (2016) Ecologie et parasitisme de la Limnée étroite (*Omphiscola glabra*). Presses Universitaires de Limoges, 195 p.

Les effets d'un mollusque invasif, *Pseudosuccinea columella* sur les limnées locales dans des habitats sur sols acides

P. Vignoles, G. Dreyfuss et D. Rondelaud

Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 87025 Limoges

Résumé – Des échantillons de *Pseudosuccinea columella* adultes ont été introduits expérimentalement dans huit fossés colonisés par *Galba truncatula* ou par *Omphiscola glabra* afin de suivre la distribution et la densité de ces espèces de mai 2014 à mai 2016. Les mêmes paramètres ont été étudiés dans quatre habitats témoins, colonisés seulement par *G. truncatula* ou *O. glabra*. La même expérience a, également, été réalisée dans les conditions du laboratoire. Sur le terrain, la colonisation des fossés par *P. columella* est plus rapide dans les habitats colonisés par *G. truncatula* que dans ceux avec *O. glabra*. De la même façon, la présence de *P. columella* induit une diminution dans le nombre des limnées transhivernantes et celle-ci est également plus rapide pour *G. truncatula* que pour *O. glabra*. Ce dernier résultat a été aussi noté dans les conditions du laboratoire. La colonisation des habitats à *G. truncatula* ou à *O. glabra* par *P. columella* sur les sols acides est donc possible et se traduit par une chute dans les effectifs des deux limnées locales, suivie de leur disparition pour l'une d'entre elles.

Mots clés : colonisation, *Galba truncatula*, *Omphiscola glabra*, *Pseudosuccinea columella*.

Title – The effects of an invasive snail, *Pseudosuccinea columella*, on local lymnaeids in some habitats on acidic soils.

Summary – Samples of adult *Pseudosuccinea columella* were experimentally introduced into eight ditches colonized by *Galba truncatula* and *Omphiscola glabra* to follow the distribution and density of these snail species from May 2014 to May 2016. The same parameters were also studied in four control ditches only colonized by *G. truncatula* or by *O. glabra*. The same experiment was also carried under laboratory conditions. In the field, the colonization of lymnaeid habitats by *P. columella* was quicker for *G. truncatula* than for *O. glabra*. Similarly, the presence of *P. columella* led to a decrease in the number of overwintering lymnaeids and this decrease was also quicker for *G. truncatula* than for the other lymnaeid. This last finding was also noted in laboratory conditions. The colonization of *G. truncatula* or *O. glabra* habitats by *P. columella* on acidic soils was thus feasible and induced a fall in the numbers of local lymnaeids, followed by their disappearance for one of these species.

Key words : colonization, *Galba truncatula*, *Omphiscola glabra*, *Pseudosuccinea columella*.

Introduction

Pseudosuccinea columella est un gastéropode aquatique d'origine nord-américaine dont l'aire de distribution s'étend sur le Canada, les USA et le nord du Mexique. Cette limnée a été

introduite sur d'autres continents : Afrique, Europe, Océanie et Amérique du Sud (Cordeiro et Bogan, 2012). Dans plusieurs pays, *P. columella* a rapidement colonisé le réseau hydrographique si bien qu'on le considère, à l'heure actuelle, comme une espèce invasive (Taraschewski, 2006). Plusieurs éléments peuvent expliquer le succès de cette limnée comme agent colonisateur : son comportement aquatique, sa large tolérance aux conditions climatiques et sa supériorité sur le plan de la reproduction, ce qui peut constituer un avantage dans la colonisation d'un site (De Kock *et al.*, 1989 ; Brown, 1994). L'extension de ce mollusque s'est traduite par des conséquences économiques dans le monde de l'élevage, car *P. columella* est connu pour être l'hôte intermédiaire du parasite *Fasciola hepatica* (De Leon-Dancel, 1970 ; Boray, 1978 ; Cruz-Reyes et Malek, 1987). En Nouvelle-Zélande, par exemple, la fasciologie était réduite à de petites zones en raison de la distribution d'une limnée introduite, *Austropeplea tomentosa*, mais la maladie s'est rapidement étendue lorsque *P. columella* a été introduit à son tour (Pullan et Whitten, 1972 ; Pullan *et al.*, 1972).

Comme une population de *P. columella* a été trouvée dans le département du Lot (Pointier *et al.*, 2007), cette observation a soulevé deux problèmes. Le premier concerne les types d'habitats dans lesquels cette limnée pourrait vivre. Ce point est fondamental afin de prévoir les mesures pour contrôler les populations de *P. columella* et définir les stratégies d'intervention afin de réduire au minimum la maladie chez les animaux. En Afrique du Sud, le mollusque a été trouvé dans les ruisseaux et les rivières présentant un écoulement permanent et lent, comme dans des points d'eau stagnants avec une végétation abondante et un substratum boueux. La limnée colonise aussi de petits habitats créés par l'homme comme les réservoirs d'eau et les abreuvoirs pour les bovins (De Kock *et al.*, 1989 ; Brown, 1994). Cependant, *P. columella* est capable d'estiver pendant plusieurs mois si bien qu'il peut vivre dans des prairies marécageuses en Amérique du Sud (Prepelitchi *et al.*, 2011). Le second problème porte sur les conséquences que peut avoir l'invasion de *P. columella* sur les autres espèces de gastéropodes d'eau douce vivant dans le même écosystème. D'après Dillon (2010), on note une concurrence interspécifique pour l'acquisition de la nourriture entre deux espèces de limnées, par exemple, parce que leurs régimes alimentaires sont assez proches et se chevauchent largement.

Devant les faits présentés ci-dessus, les deux questions suivantes se sont posées : est-ce que *P. columella* peut survivre dans des habitats sur sols acides comme ceux présents dans le Limousin ? Est-ce que cette colonisation du mollusque a des conséquences sur la dynamique des limnées locales qui vivent dans ces sites ? Pour répondre à ces questions, des échantillons de *P. columella* adultes ont été introduits expérimentalement dans des habitats à limnées (*Galba truncatula* ou *Omphiscola glabra*) situés dans des fossés. La même expérience a été répétée dans les conditions du laboratoire. La dynamique de *P. columella* et celle des deux limnées locales ont été étudiées pendant deux années afin de suivre l'évolution de leurs densités dans le temps.

Matériel et méthodes

1. Les milieux étudiés

Deux types de milieux ont été considérés : *i*) des habitats naturels situés dans des fossés de route ou de chemin creux et colonisés par *G. truncatula* ou *O. glabra*, et *ii*) des aquariums placés dans des conditions du laboratoire et peuplés par l'une ou l'autre des limnées précitées. Le tableau I indique le nombre d'habitats ou d'aquariums concernés par ces expériences et le nombre de limnées introduites ou présentes dans ces derniers au début de l'expérience (à la fin avril 2014).

Tableau I : Les différents types d'habitats étudiés sur le terrain ou dans les conditions du laboratoire, avec indication des effectifs des trois espèces de limnées au début de l'expérience. *, limnées de la génération transhivernante.

Expériences	Type et nombre d'habitats	<i>Pseudosuccinea columella</i> introduits		Nombre des autres limnées* par habitat	
		Avec ou sans	Nombre par habitat	<i>G. truncatula</i>	<i>O. glabra</i>
Terrain	Fossés avec <i>Galba truncatula</i> :				
	4	Avec <i>P. columella</i>	20	de 84 à 147	-
	2	Sans (témoins)	0	108 et 133	-
	Fossés avec <i>Omphiscola glabra</i> :				
4	Avec <i>P. columella</i>	20	-	de 146 à 214	
	2	Sans (témoins)	0	-	153 et 185
Laboratoire	Aquariums avec <i>G. truncatula</i> :				
	2	Avec <i>P. columella</i>	5	50	-
	1	Sans (témoin)	0	50	-
	Aquariums avec <i>O. glabra</i> :				
2	Avec <i>P. columella</i>	5	-	50	
	1	Sans (témoin)	0	-	50

Douze fossés ont été sélectionnés sur les communes d'Azat-le-Ris, de Mézières-sur-Issoire et de Tersannes, département de la Haute-Vienne. Ils ont été choisis sur les critères suivants : *i*) l'habitat à limnées situé dans chaque fossé est parcouru de la mi-octobre au début de juillet par de l'eau courante provenant d'une source temporaire, *ii*) une buse complètement obstruée en aval limite la circulation de l'eau courante et permet d'éviter fortement la dissémination de *P. columella* en aval lorsque cette espèce est introduite dans l'habitat, *iii*) la longueur de l'habitat est comprise entre 40 et 60 m, et sa superficie entre 20 et 35 m², et *iv*) le nombre de *G. truncatula* ou d'*O. glabra* appartenant à la génération transhivernante est conséquent, comme le montrent les chiffres listés sur le tableau I. La distance maximale entre ces 12 sites est de 38 km. Ces fossés sont tous situés sur du granite et la concentration en ions calcium dissous dans l'eau courante est habituellement comprise entre 13 et 19 mg/L (Guy *et al.*, 1996). Dans les habitats où *P. columella* a été introduit, 0,4 kg de chaux éteinte a été répandue sur le sol de chaque habitat en avril 2014 (juste avant l'introduction de cette limnée) afin de faciliter l'implantation de cette espèce. La végétation n'a pas été fauchée dans quatre habitats pendant les deux années de l'expérience ou l'a été dans les huit autres au mois de septembre. Aucun site n'a été curé au cours de la période précitée. Tous ces fossés sont soumis à un climat continental fortement modulé par les vents humides qui viennent de l'Océan Atlantique. Selon les années, la pluviométrie moyenne annuelle varie de 800 à 1000 mm, tandis que la température moyenne annuelle est de 10° ou de 10,5° C (Rondelaud *et al.*, 2011).

Six aquariums de 150 L ont été utilisés au laboratoire en se servant d'eau de source originaire de la Haute-Vienne (19 mg/L d'ions calcium dissous) et de limnées (*G. truncatula* ou *O. glabra*) provenant des mêmes communes sur lesquelles sont situés les fossés. Le sédiment de ces aquariums est constitué de graviers et de boue, et de la végétation aquatique (*Callitriche sp.*, *Fontinalis sp.*) a été plantée dans ces milieux avant l'introduction des limnées. De la salade fraîche a, de plus, été proposée chaque semaine aux mollusques de février à la fin novembre. Ces aquariums ont été placés dans des conditions semi-naturelles sous un auvent si bien qu'ils sont soumis aux variations quotidiennes de la température et de la luminosité extérieure, mais ils ne reçoivent pas les rayons directs du soleil. De mars à novembre, l'eau de chaque récipient a été changée chaque mois pour être remplacée par une eau de même origine.

2. Protocole des investigations

Les *P. columella* utilisés dans cette étude proviennent d'un élevage de laboratoire constitué à l'origine à partir de limnées adultes récoltées en septembre et octobre 2013 sur les berges de la rivière Lot près de Castelmoron (44°23'27" N, 0°32'2" E et 44°23'31" N, 0°29'59" E). Vingt adultes (hauteur de coquille, > 12 mm) par habitat ont été introduits en mai 2014 dans les 12 fossés (Tableau I) et ont été placés dans la partie la plus déclive de chaque fossé, généralement à proximité de la buse en aval. Dans chaque aquarium, le nombre de limnées introduites n'est que de cinq (Tableau I).

Les comptages de mollusques transhivernants ont été réalisés pendant deux années (2015-2016) à la mi-mai dans les 12 fossés et les six aquariums aux heures les plus chaudes de la journée (de 13 à 16 heures). Dans chaque site, les limnées ont été récoltées à l'aide d'une passoire (diamètre, 20 cm ; grandeur de mailles, 3 mm) si la profondeur de l'eau dépasse 10 cm, ou par chasse à vue dans les autres cas. L'habitat ou l'aquarium est contrôlé une heure plus tard pour récolter les mollusques qui auraient échappé à la première collecte. Les limnées sont ensuite classées en fonction de leur espèce avant d'être replacées dans leur milieu.

3. Précautions prises sur le terrain

Au cours des deux années de l'expérience, une surveillance hebdomadaire a été réalisée de la mi-mars à la fin novembre dans les huit habitats situés dans les fossés pour rechercher si des *P. columella* n'avaient pas été entraînés par l'eau en aval de la buse. Dans chaque site, ces investigations ont porté sur une zone longue de 50 m. Si nécessaire, un molluscicide (0,1 mg/L de CuCl_2/m^2) a été pulvérisé selon la méthode que Rondelaud (1986, 1988) a utilisée pour éliminer les limnées locales de plusieurs cressonnières sauvages sur sols acides. A la fin de l'expérience, les fossés dans lesquels *P. columella* avait été introduit ont été curés à l'aide d'une pelleteuse.

4. Paramètre étudié

Il s'agit du nombre de limnées appartenant à la génération transhivernante. Les valeurs individuelles notées pour ce paramètre ont été ramenées à une moyenne, encadrée d'un écart type, en tenant compte du milieu étudié (terrain ou laboratoire), des conditions de l'expérience et de l'espèce de la limnée. Les différences entre les effectifs de limnées ont été confrontées entre elles en utilisant le test χ^2 de Pearson. Ces analyses ont été pratiquées à l'aide du logiciel R, version 3.3.0 (R Core Team, 2016).

Résultats

1. Sur le terrain

Sur les huit fossés dans lesquels *P. columella* a été introduit, le mollusque ne s'est maintenu que dans trois habitats avec *G. truncatula* et deux autres avec *O. glabra*.

Par rapport aux fossés témoins (Tableau II), le nombre des *G. truncatula* transhivernants présente une diminution significative de 2014 à 2016 ($\chi^2 = 185,68, p < 0,1 \%$) dans les fossés où *P. columella* a été introduit. La même remarque peut être formulée pour *O. glabra* dans les fossés avec *P. columella* mais la baisse des *O. glabra* est significativement plus lente ($\chi^2 = 141,05, p < 0,1 \%$). Les *P. columella* présentent un accroissement significatif de leur nombre en 2015, suivie d'une diminution l'année suivante (fossés avec *G. truncatula* : $\chi^2 = 143,30, p < 0,1 \%$; fossés avec *O. glabra* : $\chi^2 = 79,47, p < 0,1 \%$).

Tableau II : Evolution numérique des individus transhivernants pour trois espèces de limnées dans les fossés dans lesquels *Pseudosuccinea columella* a été introduit ou non.

Mollusque	Type de fossé (nombre)	Nombre total de limnées : moyenne ± écart type		
		Mai 2014	Mai 2015	Mai 2016
<i>Galba truncatula</i>	Fossés avec <i>P. columella</i> (3)	116,0 ± 26,7	33,3 ± 8,7	7,0 ± 4,8
	Fossés témoins (2)	120,5 ± 12,5	102,5 ± 11,5	106,0 ± 19,0
<i>Omphiscola glabra</i>	Fossés avec <i>P. columella</i> (2)	171,5 ± 25,5	65,0 ± 9,0	21,0 ± 6,0
	Fossés témoins (2)	168,5 ± 16,5	140,5 ± 6,5	144,5 ± 16,5
<i>Pseudosuccinea columella</i>	Fossés avec <i>G. truncatula</i> (3)	20	28,3 ± 4,1	20,3 ± 4,6
	Fossés avec <i>O. glabra</i> (2)	20	26,0 ± 9,0	22,0 ± 3,0

En 2015, *P. columella* a envahi les fossés colonisés par *G. truncatula* sur 74 à 82 % de leur longueur. Dans les habitats d'*O. glabra*, l'invasion de *P. columella* en 2015 est moins importante car les fossés ne sont occupés par cette dernière limnée que sur 44 à 62 % de leur longueur. En 2016, les trois fossés avec *G. truncatula* sont complètement envahis ; par contre, les deux sites avec *O. glabra* ne sont colonisés par *P. columella* que sur 74 à 86 % de leur longueur (données non représentées).

2. Au laboratoire

Tableau III : Evolution numérique des individus transhivernants pour trois espèces de limnées dans les aquariums où *Pseudosuccinea columella* a été introduit ou non.

Mollusque	Type d'aquarium (nombre)	Nombre total de limnées : moyenne ± écart type		
		Mai 2014	Mai 2015	Mai 2016
<i>Galba truncatula</i>	Aquariums avec <i>P. columella</i> (2)	50	5,5 ± 1,5	0
	Aquarium témoin (1)	50	45	41
<i>Omphiscola glabra</i>	Aquariums avec <i>P. columella</i> (2)	50	64,5 ± 6,5	26,5 ± 4,5
	Aquarium témoin (1)	50	98	108
<i>Pseudosuccinea columella</i>	Aquariums avec <i>G. truncatula</i> (2)	5	15,0 ± 2,0	28,0 ± 4,0
	Aquariums avec <i>O. glabra</i> (2)	5	12,5 ± 1,5	13,5 ± 5,5

Dans les aquariums peuplés par *G. truncatula* (Tableau III), l'introduction de *P. columella* a entraîné une chute rapide ($\chi^2 = 76,56$, $p < 0,1$ %) dans le nombre des Limnées tronquées transhivernantes en 2015 et celles-ci n'ont pas été retrouvées en 2016. Dans le cas d'*O. glabra*, la diminution numérique de cette limnée dans les aquariums avec *P. columella* est significativement plus lente dans le temps ($\chi^2 = 37,20$, $p < 0,1$ %). Les résultats diffèrent dans le cas de *P. columella* : si l'évolution numérique des effectifs transhivernants est franche ($\chi^2 = 144,43$, $p < 0,1$ %) dans le cas des aquariums avec *G. truncatula*, elle est plus lente lorsqu'il s'agit de ceux peuplés par *O. glabra* ($\chi^2 = 19,66$, $p < 0,1$ %).

Discussion

A l'heure actuelle, *P. columella* est considéré comme une espèce invasive (Taraschewski, 2006) car elle a colonisé de nombreux pays au cours des dernières décennies (Pointier *et al.*, 2007). En Europe, par exemple, la présence de ce mollusque a été signalée en Autriche, en Espagne, en France, en Grèce, en Hongrie, en Italie, en Lettonie, en République tchèque et en

Roumanie (Cordeiro et Bogan, 2012). La voie d'introduction la plus fréquente est celle des jardinerie car la limnée est souvent observée au contact des plantes tropicales destinées à l'aquariophilie (Horsák *et al.*, 2004). D'après ces auteurs, l'espèce serait introduite dans le milieu naturel lors de la vidange des eaux usées d'aquariums. mais elle ne pourrait pas survivre en raison des hivers froids de l'Europe centrale. La présente étude démontre que *P. columella* est capable de supporter les conditions hivernales dans le centre de la France et de survivre dans des fossés sur sols acides, à condition qu'il y ait une source temporaire. De plus, cette espèce peut s'adapter à des eaux pauvres en ions calcium, puisque l'eau courante dans ces fossés est inférieure à 20 mg/L (Guy *et al.*, 1996). Il en résulte que cette limnée possède de réelles capacités pour s'adapter dans des milieux qui lui sont en principe défavorables pour une limnée en raison de sa taille (la coquille de l'adulte a une hauteur variant de 15 à 20 mm pour une largeur de 8 à 13 mm : Welter-Schultes, 2012).

Dans les habitats de *G. truncatula*, *P. columella* a mis deux années pour les coloniser complètement alors qu'il y avait une source temporaire et que l'espèce est capable, comme toutes les limnées, de remonter vers la source à contre-courant (Dillon, 2010). Dans le cas des gîtes peuplés par *O. glabra*, l'avancée du front de colonisation est encore plus lente. Ces résultats peuvent être dus aux caractéristiques propres des fossés dans lesquels *P. columella* a été introduit. Cependant, comme les deux limnées locales sont, elles aussi, capables de remonter à contre-courant des rigoles, par exemple, sur plus de 60 m de longueur au printemps (Rondelaud *et al.*, 2005), on peut s'interroger sur le temps que mettrait *P. columella* pour coloniser un réseau de drainage superficiel dans des prairies marécageuses. D'après Rondelaud *et al.* (2009), il faut de trois à six années pour que *G. truncatula* recolonise un réseau de drainage superficiel dans lequel le mollusque avait été éliminé par un procédé de lutte biologique. Des investigations sont encore nécessaires pour suivre la colonisation de *P. columella* dans les zones où cette espèce a été découverte par Pointier *et al.* (2007) dans le département du Lot.

Sur le terrain comme dans les conditions du laboratoire, l'introduction de *P. columella* a un effet négatif sur les deux limnées locales, car leurs effectifs diminuent au cours des deux années de l'expérience et ce processus est plus rapide pour *G. truncatula* que pour *O. glabra*. La chute observée dans les effectifs de *G. truncatula* peut facilement s'expliquer à partir des observations d'Økland (1990) ou de Moens (1991) car ce mollusque ne supporte pas la compétition exercée par une autre espèce de limnée et finit par disparaître si l'autre limnée persiste. La même interprétation peut être formulée dans le cas d'*O. glabra* mais la sensibilité à la compétition semble être plus faible dans le cas de cette espèce, car la chute de ses effectifs dans les habitats, où *P. columella* a été introduit, est plus lente sur le terrain comme au laboratoire.

En conclusion, la colonisation des habitats à *G. truncatula* ou à *O. glabra* par *P. columella* sur les sols acides du Limousin est possible et se traduit par une chute dans les effectifs des deux limnées locales, suivie de leur disparition pour l'une d'entre elles.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à MM. C. Mexmain et P. Trouvas pour leur aide dans le dénombrement des limnées sur le terrain en mai 2015.

Bibliographie

Boray, J.C. (1978) The potential impact of exotic *Lymnaea* spp. on fascioliasis in Australasia. *Veterinary Parasitology*, 4, 127–141.

- Brown, D.S. (1994) Freshwater snails of Africa and their medical importance. Taylor and Francis Ltd., London, 609 p.
- Cordeiro, J., Bogan, A. (2012) *Pseudosuccinea columella*. In : IUCN Red list of threatened species, version 2013.1. Adresse Internet : www.iucnredlist.org (consulté le 21 décembre 2014).
- Cruz-Reyes, A., Malek, E.A. (1987) Suitability of six lymnaeid snails for infection with *Fasciola hepatica*. *Veterinary Parasitology*, 24, 203–210.
- De Kock, K.N., Joubert, P.H., Petrorius, S.J. (1989) Geographical distribution and habitat preferences of the invader freshwater snail species *Lymnaea columella* (Mollusca: Gastropoda) in South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 56, 271–275.
- De Léon-Dancel, D. (1970) Life history of *Lymnaea columella* (Say) and its experimental infection with *Fasciola hepatica* (L.). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 54, 297–305.
- Dillon, R.T. Jr. (2010) The ecology of freshwater molluscs (Cambridge studies on ecology). Cambridge University Press, Cambridge, 523 p.
- Guy, F., Rondelaud, D., Botineau, M., Dreyfuss, G., Ghestem, A. (1996) Etude de relations entre les plantes les plus fréquentes et l'abondance de *Lymnaea truncatula* Müller, vecteur de *Fasciola hepatica* Linné dans les prairies marécageuses sur sol acide. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 147, 465-470.
- Horsák, M., Dvořák, L., Juříčková, L. (2004) Greenhouse gastropods of the Czech Republic: current stage of research. *Malakológiai Tájékoztató*, 22, 141–147.
- Moens, R. (1991) Factors affecting *Lymnaea truncatula* populations and related control measures. *Journal of Medical and Applied Malacology*, 3, 73–84.
- Økland, J. (1990) Lakes and snails. Environment and gastropods in 1,500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest, The Netherlands, 516 p.
- Pointier, J.P., Coustau, C., Rondelaud, D., Théron, A. (2007) *Pseudosuccinea columella* (Say 1817) (Gastropoda, Lymnaeidae), snail vector of *Fasciola hepatica*: first record for France in the wild. *Parasitology Research*, 101, 1389–1392.
- Prepelitchi, L., Pietrokovsky, S., Kleiman, F., Rubel, D., Issia, L., Moriena, R., Racioppi, O., Álvarez, J., Wisnivesky-Colli, C. (2011) Population structure and dynamics of *Lymnaea columella* (Say, 1817) (Gastropoda: Lymnaeidae) in wetlands of northeastern Argentina. *Zoological Studies*, 50, 164–176.
- Pullan, N.B., Whitten, L.K. (1972) Liver fluke *Fasciola hepatica* in New Zealand. Part 1. A spreading parasite in sheep and cattle. *New Zealand Veterinary Journal*, 20, 69–72.

- Pullan, N.B., Climo, F.M., Mansfield, C.B. (1972) Studies on the distribution and ecology of the family Lymnaeidae (Mollusca: Gastropoda) in New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 2, 394–405.
- R Core Team (2016) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Adresse Internet : <https://www.R-project.org> (consulté le 27 mai 2016).
- Rondelaud, D. (1986) Le contrôle mixte et alterné de *Lymnaea truncatula* Müller par voie chimique et biologique. Premiers essais expérimentaux sur le terrain. *Annales de Recherche Vétérinaire*, 17, 15–20.
- Rondelaud, D. (1988) Le contrôle mixte et alterné de *Lymnaea truncatula* Müller. Etude comparative de trois techniques pour l'épandage du molluscicide, *Annales de Recherche Vétérinaire*, 19, 279–282.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2005) Les capacités migratoires de *Galba truncatula* et d'*Omphiscola glabra* (Lymnaeidae) dans des ruisseaux sur sols acides et leurs conséquences sur la transmission de la fasciolose. *Annales Scientifiques du Limousin*, 15, 30–39. Publié en ligne dans les *Annales Scientifiques du Naturaliste* (2012).
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. (2009) La Limnée tronquée, un mollusque d'intérêt médical et vétérinaire. PULIM, Limoges, 283 p.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Vignoles, P., Dreyfuss, G., Cabaret, J. (2011) The detection of snail host habitats in liver fluke infected farms by use of plant indicators. *Veterinary Parasitology*, 181, 166–173.
- Taraschewski, H. (2006) Hosts and parasites as aliens. *Journal of Helminthology*, 80, 99–128.
- Welter-Schultes, F.W. (2012) European non-marine molluscs, a guide for species identification. Planet Poster Editions, Göttingen, 760 p.