

## *Omphiscola glabra* O.F. Müller, 1774 (Gastropoda, Lymnaeidae) : la distribution des populations et les caractéristiques de leurs habitats par rapport à l'altitude et aux conditions climatiques de la Haute-Vienne

*Omphiscola glabra* O.F. Müller, 1774 (Gastropoda, Lymnaeidae): the distribution of populations and the characteristics of their habitats according to altitude and climatic conditions in Haute Vienne

Gilles Dreyfuss, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 2, rue du Docteur-Raymond-Marcland, 87025 Limoges Cedex, Tél/Fax : 05.55.43.58.63, [gilles.dreyfuss@unilim.fr](mailto:gilles.dreyfuss@unilim.fr)

Philippe Vignoles, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 2, rue du Docteur-Raymond-Marcland, 87025 Limoges Cedex

Daniel Rondelaud, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, 2, rue du Docteur-Raymond-Marcland, 87025 Limoges Cedex

Reçu le 25 janvier 2018, accepté le 23 mai 2018

**Résumé :** Une étude rétrospective sur 2 150 populations d'*Omphiscola glabra* identifiées dans le département de la Haute-Vienne pendant 37 années (1970-2006) a été réalisée pour déterminer si l'altitude et le climat des sols acides influent sur la répartition des populations et les caractéristiques de leurs habitats. Ces paramètres ont été examinés par rapport à l'altitude des communes et à leurs conditions climatiques (pluviométrie annuelle moyenne, température annuelle moyenne). La fréquence des populations diminue de manière significative lorsque l'altitude des communes ou leur pluviométrie annuelle augmentent. À l'inverse, cette fréquence s'accroît significativement avec l'augmentation de la température annuelle. La superficie des habitats ne présente pas de variation significative en fonction de l'altitude. Par contre, les limnées de l'année précédente, qui ont subi les rigueurs de l'hiver (mollusques transhivernants), présentent une diminution significative de leur nombre par mètre carré d'habitat à partir de 300 m d'altitude. La plus grande acidité du sol ou de l'eau courante, lorsque l'altitude augmente sur les sols acides, pourrait être responsable de cette baisse dans le nombre des populations et des limnées transhivernantes dans chaque population.

Mots clés : altitude, climat, distribution, habitat, Haute-Vienne, *Omphiscola glabra*.

**Abstract:** A retrospective study on 2 150 populations of *Omphiscola glabra* identified in the department of Haute Vienne for 37 years (1970-2006) was carried out to determine whether or not altitude and climate on acidic soils have an effect on the distribution of populations and the characteristics of their habitats. These parameters were examined in relation to the altitude of municipalities and their climatic conditions (mean annual rainfall, mean annual temperature). The frequency of snail populations significantly decreased when the altitude of municipalities or their annual rainfall increased. Conversely, this frequency significantly increased with increasing annual temperature. The area of snail habitats did not significantly vary with altitude. On the other hand, the snails from the previous year, which underwent winter conditions (overwintering snails), showed a significant decrease in their number per m<sup>2</sup> of habitat from 300 m altitude. The greater acidity of the soil or running water, when altitude increases on acidic soils, might be responsible for this decrease in the number of populations and that of overwintering snails in each population.

Key words: altitude, climate, distribution, habitat, Haute Vienne, *Omphiscola glabra*.

### Introduction

La limnée étroite *Omphiscola glabra* O.F. Müller, 1774, connue également sous le nom de *Lymnaea glabra* O.F. Müller, 1774, intervient comme hôte intermédiaire potentiel dans le cycle évolutif d'un parasite, *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758. Les jeunes individus de cette limnée (< 2 mm de hauteur) sont capables d'assurer le développement complet des formes larvaires du Digène (Boray 1978, Busson *et al.* 1982). Cependant, si des jeunes provenant de parents déjà infestés par le parasite sont soumis pendant plusieurs générations successives aux miracidiums de *F. hepatica*, des individus hauts de 3 ou de 4 mm peuvent être aussi des hôtes intermédiaires potentiels (Rondelaud *et al.* 2015). De plus, des individus mesurant jusqu'à 10 mm de hauteur peuvent également assurer le développement complet du parasite s'ils sont co-infestés par *F. hepatica* et un autre parasite, *Calicophoron daubneyi* Dinnik, 1962 (Abrous *et al.* 1998, 1999, 2000). Comme *F. hepatica*, ce dernier Digène infeste aussi le bétail domestique. La mise en place d'un contrôle intégré de la fasciolose (Mage *et al.* 1989) nécessite donc de connaître les caractéristiques locales de la maladie chez l'hôte définitif afin de mieux cibler les mesures à prendre pour la contrôler. Il faut également connaître la répartition de la limnée dans la région où la fasciolose sévit.

À l'inverse des autres espèces de limnées paléarctiques qui vivent dans l'Europe de l'ouest, *O. glabra* a une distribution géographique limitée (Hubendick 1951). Cette espèce se rencontre dans tous les pays qui bordent l'Océan Atlantique : depuis le sud de la Scandinavie jusqu'au sud de l'Espagne, à l'exception de la Pologne où cette limnée a disparu (Prié *et al.* 2011). C'est une espèce de plaine car l'habitat le plus haut en Norvège se situe à 338 m d'altitude (Økland 1990). À l'heure actuelle, le nombre et la taille des populations ont diminué dans la plupart des pays. Cette limnée est considérée comme une espèce en danger critique d'extinction en Irlande, en danger en Allemagne, et vulnérable en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Suède (Prié *et al.* 2011, Welter-Schultes 2013). Elle a, d'ailleurs, été inscrite comme une espèce quasi menacée (« near threatened species ») sur la Liste Rouge

mondiale et européenne des mollusques depuis 2011 (Cuttelod *et al.* 2011) et la Liste Rouge régionale de la région Centre depuis 2012 (Thomas 2012). D'après Kerney (1999) et Glöer & Diercking (2010), ce déclin serait dû à la destruction des habitats de la limnée en raison du drainage des terrains et de l'intensification générale de l'agriculture. Des mesures ont d'ailleurs été prises en Ecosse pour sauvegarder cette espèce (Baker 2013).

Sur le territoire français, l'espèce est localisée mais sa distribution est encore peu connue (Boulord *et al.* 2007). L'espèce a été notée dans 13 départements situés principalement dans le centre, le nord et l'ouest de la France (Muséum national d'Histoire naturelle de Paris 2003-2017), auxquels il faut ajouter le nord de la Corrèze (Vareille-Morel *et al.* 2007, Vignoles *et al.* 2017b). Sur les sols acides du Limousin (Corrèze, Creuse, Haute-Vienne), l'espèce est assez fréquente comme le montrent les rapports de Vareille-Morel *et al.* (1999, 2007). Les caractéristiques des habitats occupés par *O. glabra* par rapport à des plantes indicatrices (deux espèces de joncs) et au type d'habitat ont déjà été rapportées dans deux articles antérieurs (Rondelaud *et al.* 2017, Vignoles *et al.* 2017a). Par contre, la distribution des populations par rapport au relief et aux conditions climatiques du département n'a jamais été prise en compte.

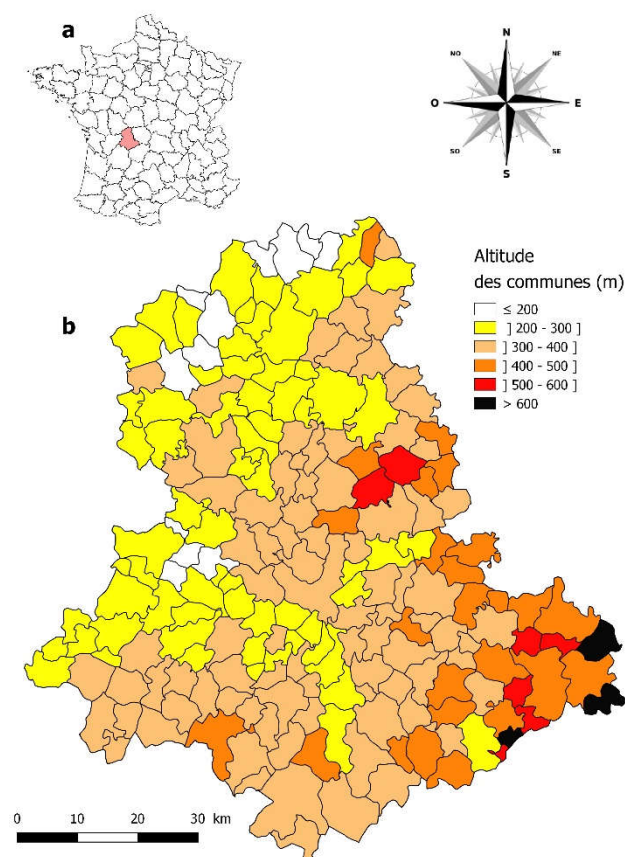
Comme la fréquence des populations d'une autre limnée, *Galba truncatula* O.F. Müller, 1774 diminue sur les sols acides du centre de la France lorsque l'altitude moyenne des communes ou leur pluviométrie moyenne annuelle augmentent (Dreyfuss *et al.* 2018), il nous a paru intéressant de vérifier si la distribution des populations d'*O. glabra* et les caractéristiques de ses habitats présentent des variations en fonction des caractéristiques géographiques et des conditions climatiques dans un département sur sol acide. Pour répondre à ces deux questions, une étude rétrospective a été réalisée sur les populations d'*O. glabra* que notre équipe a identifiées entre 1970 et 2006 dans le département de la Haute-Vienne. Ce dernier a été choisi pour cette étude en raison des nombreux prélèvements de mollusques effectués par l'un ou l'autre d'entre nous depuis 1970.

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude

Le département de la Haute-Vienne est situé dans la partie nord-ouest du Massif Central (Figure 1a) et sa superficie est d'environ 5 520 km<sup>2</sup>. Il comprend trois districts : la Basse-Marche (altitude : 150-300 m) dans le tiers nord, les vallées de la Vienne et de ses affluents (altitude : 150-400 m) largement situés dans la partie centrale, et les plateaux et les Monts du Limousin avec une altitude comprise entre 300 et 777 m (Chèvremont 2008).

La figure 1b illustre cette répartition en montrant que les communes concernées par les Monts du Limousin se situent le long des bordures est, sud-est et sud-ouest du département. Le sous-sol est composé de granite ou de gneiss, avec quelques affleurements de micaschiste ou de serpentinite. Le résultat est la présence de nombreuses rivières (> 7 000 km). Le pH de l'eau courante varie de 5,6 à 7 dans la plupart des cas et la teneur en calcium dissous est généralement inférieure à 20 mg.L<sup>-1</sup> (Guy *et al.* 1996). Le climat de type continental est atténué par les vents humides provenant de l'Océan Atlantique. Cependant, dans sa partie orientale, le climat subit une influence montagnarde due à la proximité du Massif Central (Chèvremont 2008). La Haute-Vienne est essentiellement rurale et comprend 168 000 ha de prairies naturelles, ce qui correspond à 33,1% de sa superficie.



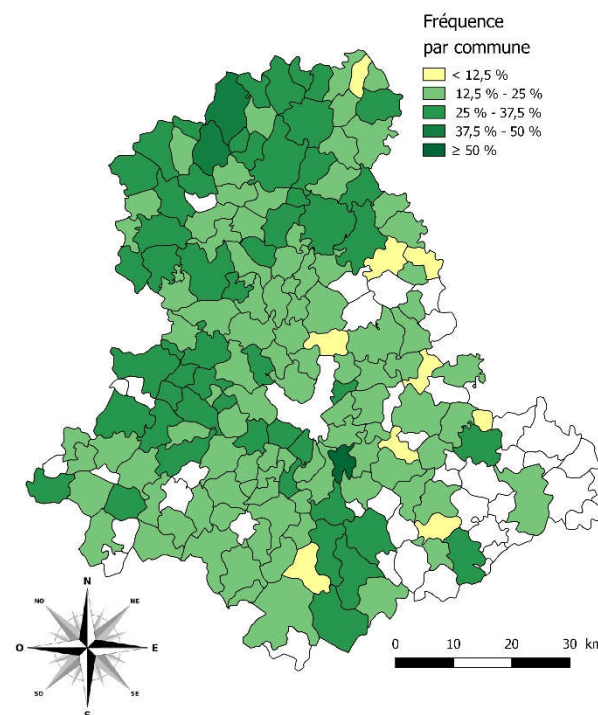
**Figure 1 :** Localisation de la Haute-Vienne sur le territoire français (a) et altitude moyenne des 200 municipalités constituant ce département (b). L'altitude moyenne est celle du chef-lieu de chaque commune. Les zones les plus élevées (au-dessus de 400m) se situent le long des bordures est, sud-est et sud-ouest du département.

### Populations étudiées

La figure 2 montre les 158 communes sur lesquelles se trouvent les populations d'*O. glabra* impliquées dans cette étude. De nombreuses populations ont été identifiées entre 1970 et 2006 lors de prospections dans 234 fermes élevant des bovins ou des ovins (Rondelaud *et al.* 2017). D'autres populations ont été trouvées entre 1998 et 2000 lors d'une étude pour cartographier la répartition de cette limnée dans le nord du département (Rondelaud *et al.* 2000b). Les populations restantes ont été découvertes lors d'études plus ciblées dans des cressonnières sauvages, sur des étangs ou des ruisseaux (Rondelaud *et al.* 2000a, Rondelaud 2004).

Les 42 autres municipalités de la Haute-Vienne (en blanc sur la figure 2) ont été exclues de cette étude pour les raisons suivantes : i) le nombre de collections d'eau prospectées sur chaque commune pour y trouver le mollusque (voir le protocole ci-dessous) par rapport à sa superficie était trop

faible (32 municipalités) ; ii) aucune population d'*O. glabra* n'a été trouvée sur les 10 communes dont l'altitude moyenne est supérieure à 500 m, alors que le nombre de points d'eau examinés était suffisant dans chaque municipalité par rapport à sa superficie.



**Figure 2 :** Fréquence des habitats occupés par *O. glabra* en fonction des 158 communes concernées par cette étude. Le nombre de collections d'eau prospectées est d'au moins 45 pour chacune des 94 municipalités les plus petites (< 30 km<sup>2</sup>), de 65 à 75 pour chacune des 48 municipalités de taille intermédiaire (31-50 km<sup>2</sup>) et de 95 ou plus pour chacune des 16 plus grandes (> 50 km<sup>2</sup>).

**Tableau 1 :** Collections d'eau étudiées entre 1970 et 2006 dans le département de la Haute-Vienne avec indication du nombre d'habitats colonisés par *Omphiscola glabra*.

Type de collection d'eau	Nombre de collections d'eau prospectées	Nombre d'habitats avec des limnées	Fréquence (%)
Rigoles de drainage	3 694	1 463	39,6
Sources (prairies)	917	105	11,4
Fossés de drainage	846	82	9,6
Zones piétinées	154	3	1,9
Fossés de route	1 452	297	20,4
Étangs	1 024	61	5,9
Ruisseaux	963	139	14,4
Totaux	9 050	2 150	23,7

Le tableau 1 indique le nombre de collections d'eau prospectées pour y trouver des limnées et celui des habitats avec des mollusques en vie. La plupart des populations ont été trouvées dans des prairies marécageuses avec un système de drainage superficiel : sur les rigoles de drainage elles-mêmes (1 463), le long du fossé principal (82), dans des sources temporaires ou permanentes (105) ou dans des zones piétinées (3). Les autres populations ont été identifiées dans des fossés de route (297), dans des ruisseaux de moins d'un mètre de largeur (139) ou sur des berges d'étangs (61).

L'identification de l'espèce a été réalisée sur la seule morphologie de la coquille (Dreyfuss 2017). Aucune étude de biologie moléculaire n'a été effectuée pour confirmer cette identification. Dans le cadre de cette étude, les individus présents dans chaque habitat ont été considérés comme une population.

### Protocole des investigations

Le protocole utilisé pour détecter les habitats de la limnée a déjà été détaillé dans deux publications antérieures (Rondelaud *et al.* 2017, Vignoles *et al.* 2017a). Les habitats d'*O. glabra* ont été recherchés en mars ou en avril pour les trois raisons suivantes : i) toutes les collections d'eau sont alors à leur maximum, ii) les populations d'*O. glabra* ne comprennent que des adultes provenant de l'année précédente et iii) il n'y a pas de prédation des limnées par le mollusque terrestre *Zonitoides nitidus* O.F. Müller, 1774 en mars-avril

(celle-ci ne se produit qu'en juin-juillet dans les prairies de la Haute-Vienne : Rondelaud *et al.* 2006).

La détection de ces habitats a été effectuée en utilisant la méthode des plantes indicatrices (Over 1962) parce que la présence de ces plantes indique des conditions favorables dans lesquelles la limnée peut vivre (Taylor 1965). Deux espèces : *Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm., 1791 et *J. effusus* L., 1753 ont été principalement utilisées comme plantes indicatrices. En effet, elles recouvrent plus de 75 % de la surface dans les prairies marécageuses que Ghestem *et al.* (1974) ou Guy *et al.* (1996) ont étudiées dans le nord de la Haute-Vienne.

Lorsqu'une plante indicatrice est notée à côté d'une collection d'eau, la zone correspondante a été étudiée pour y détecter la présence d'*O. glabra*. Si la limnée est présente, l'abondance de la population est déterminée par le décompte des individus transhivernants (les mollusques qui subissent les conditions hivernales) car cette génération est composée d'adultes (hauteur de coquille > 4 mm). Selon le niveau de l'eau, ces individus sont comptés à vue ou après leur prélèvement à l'aide d'une passoire (mailles de 3 mm). La détection de l'habitat et le dénombrement des limnées dans chaque prairie ont été effectués par deux personnes pendant 30 à 40 minutes. Dans les fossés de route et le long des berges, ces opérations ont été réalisées par une seule personne pendant 15 à 20 minutes par habitat. La superficie de chaque habitat est ensuite calculée. Les habitats situés dans les sources et les zones piétinées ont été cartographiés et leur superficie a été déterminée en fonction de leur forme géométrique et de leur taille.

Le nombre de collections d'eau prospectées, lorsque les conditions sont favorables pour la vie de la limnée, dépend de la superficie de la commune sur laquelle elles sont situées. Ce nombre est d'au moins 45 collections d'eau pour chacune des 94 municipalités les plus petites (< 30 km<sup>2</sup>), de 65 à 75 pour chacune des 48 municipalités de taille intermédiaire (31-50 km<sup>2</sup>) et de 95 ou plus pour chacune des 16 plus grandes (> 50 km<sup>2</sup>).

#### Données géographiques et climatiques

L'altitude moyenne de chaque municipalité a été obtenue en considérant celle de sa ville principale et a été déterminée en utilisant le website Carte-france (<http://www.carte-france.fr>). Des tranches de 100 m chacune (< 200 m, 200-300 m, 301-400 m, et > 400 m) ont été utilisées en tenant compte du fait que l'habitat d'*O. glabra* le plus élevé en Haute-Vienne se situe à 415 m d'altitude. Les deux autres facteurs sont la pluviométrie annuelle moyenne et la température annuelle moyenne enregistrées dans les 200 communes de la Haute-Vienne entre 1971 et 2000. Ces données proviennent des cartes publiées par Météo France (Météo France 2016). Cinq catégories ont été définies pour la pluviométrie (< 900 mm, 900-1 000 mm, 1 001-1 100 mm, 1 101-1 200 mm, et > 1 200 mm), tandis que trois autres catégories (10,1-10,5°C, 10,6-11°C, et > 11°C) ont été employées pour la température.

Les valeurs individuelles notées pour la fréquence des habitats colonisés par la limnée (voir ci-dessous) ont été analysées en fonction des différentes catégories d'altitude, de pluviométrie ou de température. Par contre, celles des deux autres paramètres n'ont été confrontées qu'aux seules tranches d'altitude.

#### Paramètres étudiés

Le premier est la fréquence des habitats occupés par *O. glabra* dans chaque municipalité. Ce paramètre a été calculé en utilisant le rapport entre le nombre de sites avec des limnées en vie et le nombre de collections d'eau identifiées par la présence d'une plante indicatrice. Les valeurs se rapportant à l'altitude, la pluviométrie annuelle moyenne et la température annuelle moyenne ont d'abord été soumises au test de corrélation de Pearson pour évaluer le degré de relation entre ces trois paramètres. Comme ces dernières sont fortement corrélées entre elles (Vignoles *et al.* 2017b), les fréquences individuelles placées dans les différentes catégories d'altitude, de pluviométrie ou de température ont été soumises à une régression linéaire simple au lieu d'être traitées par une régression linéaire multiple. Toutes les fréquences sont données avec leurs intervalles de confiance à 95 %.

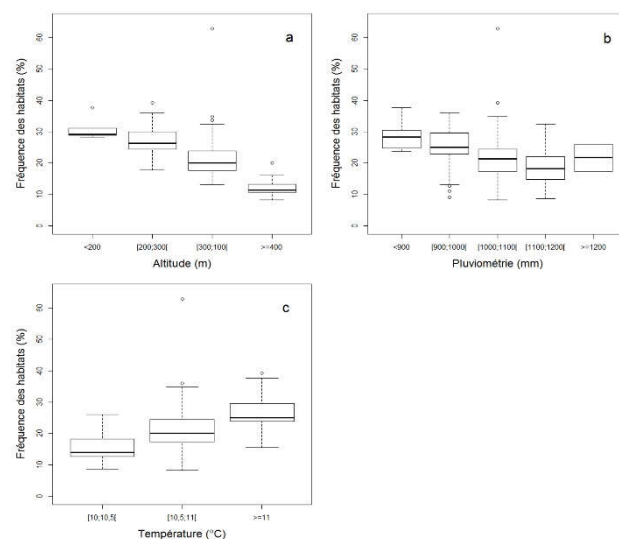
Les deux autres paramètres sont la superficie de chaque habitat et la densité des limnées transhivernantes par m<sup>2</sup> d'habitat. Ces derniers n'ont été calculés que pour les populations vivant dans les rigoles de drainage, les sources et les fossés de route, car ces habitats sont les plus nombreux en Haute-Vienne (1 865 au total, Tableau 1). Cinq habitats occupés par une communauté mixte avec *O. glabra* et une autre espèce (*G. truncatula*), ont été exclus de cette étude car la superficie de la zone occupée par *O. glabra* dans ces communautés et la densité des limnées transhivernantes sont plus faibles que celles relevées dans des habitats colonisés par la seule limnée étroite (Dreyfuss *et al.* 2014). Les caractéristiques des habitats n'ont donc été

calculées que pour 1 860 populations d'*O. glabra*. Les valeurs individuelles de chaque paramètre ont été classées dans les quatre catégories d'altitude et ramenées à une moyenne dans chaque catégorie avec calcul de son écart-type. La normalité de ces valeurs a d'abord été analysée en utilisant le test de normalité de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk 1965). Comme leurs distributions n'étaient pas normales, le test de Kruskal-Wallis a été utilisé ensuite pour établir les niveaux de signification statistique. Nous avons également utilisé le package R *pgirmess* (Siegel & Castellan 1988) comme test *post-hoc* pour effectuer des comparaisons par paires. Les différentes analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R 3.3.0 (R Core Team 2016).

## Résultats

### Fréquence des habitats

La figure 2 montre la fréquence des habitats occupés par *O. glabra* sur le territoire des 158 communes. Une seule municipalité (Boisseuil) a montré une fréquence de 62 %. Les autres pourcentages sont nettement plus faibles. La fréquence des habitats est comprise entre 12,6 et 25 % dans 96 communes, alors qu'elle se distribue entre 25,1 et 37,5 % dans 50 municipalités et qu'elle est inférieure à 12,5 % dans neuf autres communes (en jaune pâle) situées le long des bordures est et sud-est du département. La figure 3a montre cette diminution des fréquences avec l'augmentation de l'altitude : de 29,2 % dans les municipalités situées au-dessous de 200 m à 11,4 % dans celles au-dessus de 400 m. Cette diminution des fréquences est significativement corrélée ( $p < 0,1$  %) avec l'augmentation de l'altitude moyenne comme le montre le tableau 2. Ce modèle peut expliquer 43 % de la variance totale pour la fréquence des populations d'*O. glabra*.



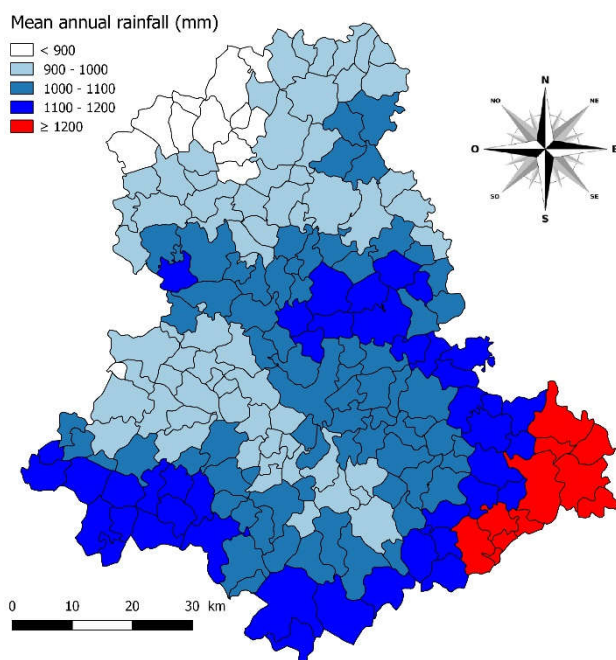
**Figure 3 :** Fréquence des habitats occupés par *O. glabra* dans le département de la Haute-Vienne entre 1970 et 2006 par rapport aux différentes catégories d'altitude (a), de pluviométrie annuelle moyenne (b) et de température annuelle moyenne des communes (c). Ces résultats sont présentés sous forme de diagrammes en boîte à moustaches.

La figure 4 montre les variations de la pluviométrie annuelle moyenne dans les 200 communes de la Haute-Vienne. Les précipitations les plus faibles sont notées dans les communes à la limite nord du département et celles-ci augmentent en intensité en allant vers le sud de celui-ci. Les précipitations les plus abondantes (> 1 200 mm par an) ont été constatées dans les communes situées à l'est, au sud-est et au sud-ouest du département où sont situés les Monts du Limousin. Sur la figure 3b, l'augmentation de la pluviométrie jusqu'à 1 200 mm par an s'accompagne d'une diminution graduelle dans la fréquence des habitats (de 28,2 à 18,1 %). Par contre, on note une légère augmentation de cette fréquence (à 21,7 %) dans les communes recevant plus de 1 200 mm de pluies par an. La régression linéaire effectuée sur l'ensemble des données montre que cette diminution est significativement corrélée ( $p < 0,1$  %) avec l'augmentation de la pluviométrie (Tableau 2). Cependant, ce modèle ne peut expliquer que 17 % de la variance totale des fréquences (Tableau 2).

A l'inverse de la pluviométrie, les valeurs les plus élevées de la température annuelle moyenne (Figure 5) sont notées dans les municipalités situées au nord et à l'ouest du département, alors que les plus basses se situent le long des bordures est et sud-est. La figure 3c montre que la fréquence des habitats colonisés par la limnée augmente graduellement (de 13,9 à 25 %) avec l'accroissement de la température annuelle moyenne. Il y a aussi une corrélation significative ( $p < 0,1$  %) entre l'augmentation de ce paramètre et celle de la température (Tableau 2). Ce dernier modèle explique 28 % de la variance totale des fréquences (Tableau 2).

**Tableau 2 :** Valeurs fournies par une régression linéaire simple lorsqu'elle est utilisée pour calculer la relation entre la fréquence des habitats avec *O. glabra* et l'altitude moyenne, la pluviométrie annuelle moyenne ou la température annuelle moyenne des municipalités de la Haute-Vienne. Abréviation : dl, degrés de liberté.

Équation et coefficients	Estimation	Erreur standard (E.S.)	Intervalle de confiance à 95 %	Valeur de <i>t</i>	Significativité
Fréquence = <i>a</i> .altitude + <i>b</i>					
<i>a</i>	-7,08·10 <sup>-4</sup>	6,47·10 <sup>-5</sup>	[0,41 ; 0,49]	-10,93	<i>p</i> < 0,001
<i>b</i>	4,51·10 <sup>-1</sup>	2,05·10 <sup>-2</sup>	[0,02 ; 0,97]	22,02	<i>p</i> < 0,001
E.S. résiduelle : 0,054 ; dl : 156 R <sup>2</sup> multiple : 0,433 ; R <sup>2</sup> après ajustement : 0,430					
Fréquence = <i>a</i> .pluviométrie + <i>b</i>					
<i>a</i>	-0,00034	0,000060	[0,46 ; 0,70]	-5,767	<i>p</i> < 0,001
<i>b</i>	0,58	0,061	[0,025 ; 0,97]	9,527	<i>p</i> < 0,001
E.S. résiduelle : 0,065 ; dl : 156 R <sup>2</sup> multiple : 0,175 ; R <sup>2</sup> après ajustement : 0,170					
Fréquence = <i>a</i> .température + <i>b</i>					
<i>a</i>	0,12	0,018	[-1,51 ; -0,81]	7,885	<i>p</i> < 0,001
<i>b</i>	-1,16	0,17	[0,025 ; 0,97]	-6,57	<i>p</i> < 0,001
E.S. résiduelle : 0,060 ; dl : 156 R <sup>2</sup> multiple : 0,285 ; R <sup>2</sup> après ajustement : 0,280					

**Figure 4 :** Pluviométrie annuelle moyenne dans les 200 municipalités de la Haute-Vienne. Les données à l'origine de cette carte proviennent des relevés enregistrés entre 1971 et 2000 (Météo France 2016).

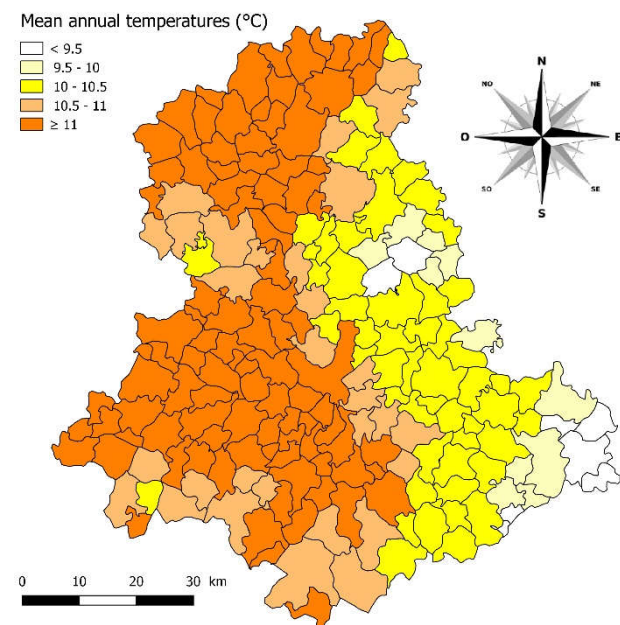
### Caractéristiques des habitats

Comme l'altitude est le meilleur facteur pour expliquer la variance totale dans la fréquence des populations, elle a été choisie pour analyser les changements qui peuvent exister dans la superficie des habitats ou la densité des limnées transhivernantes par rapport au relief de la Haute-Vienne. La figure 6 montre les valeurs de ces deux paramètres par rapport aux quatre catégories d'altitude. La superficie des habitats d'*O. glabra* ne présente pas de variation significative par rapport à l'altitude des communes, avec des valeurs comprises entre 5,6 et 5,9 m<sup>2</sup> (Figure 6a). Par contre, la densité des limnées transhivernantes par m<sup>2</sup> d'habitat diminue significativement ( $H_3 = 128,99$ ,  $p < 0,1\%$ ) avec l'augmentation de l'altitude, en allant de 7,7 adultes.m<sup>2</sup> dans les communes de moins de 200 m d'altitude à 4,2.m<sup>2</sup> dans celles à plus de 400 m (Figure 6b). Si l'on fait exception de la différence entre les valeurs moyennes dans les classes < 200 m et 201-300 m, celles existant entre les autres tranches d'altitude sont toutes significatives.

### Discussion

L'altitude d'un site et les conditions climatiques, qui lui sont associées, interviennent à des degrés divers sur la distribution et la biologie des invertébrés. À titre d'exemple, l'augmentation de l'altitude dans une région

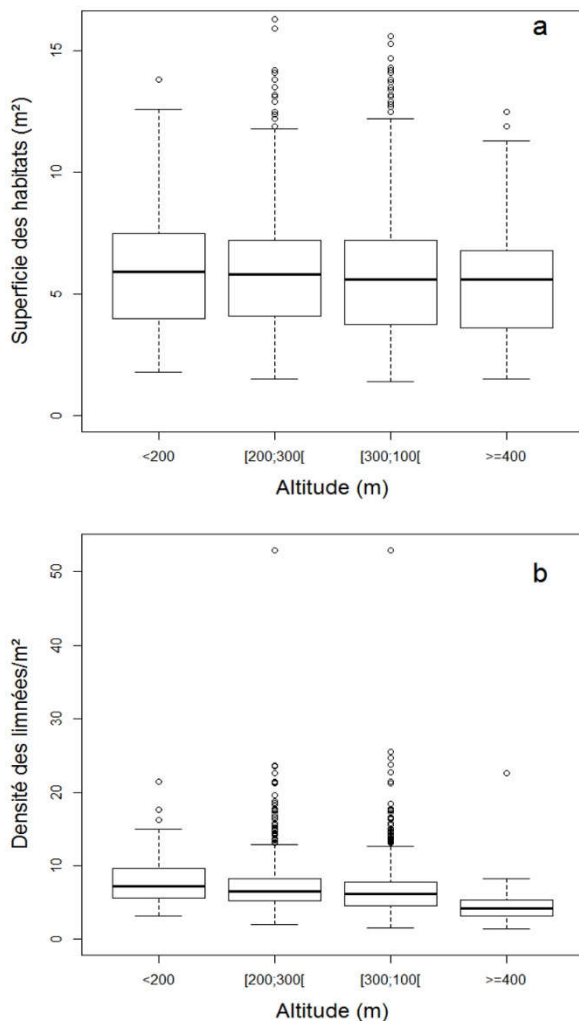
tempérée se traduit par une diminution dans la richesse et l'abondance des espèces, aussi bien pour les communautés d'abeilles dans les Alpes bavaises (Hoiss *et al.* 2012) que pour les vers de terre et d'autres invertébrés dans les Beskides silésiennes (Rozen *et al.* 2013). Sur les pentes du mont Kenya en Afrique, Tattersfield *et al.* (2001) ont noté une diminution dans la richesse spécifique et l'abondance des mollusques terrestres lorsque l'altitude des habitats forestiers augmente. En Afrique du Sud, les populations de *G. truncatula* présentent une augmentation progressive de leur densité jusqu'à 2 000 m d'altitude et une diminution graduelle au-delà (de Kock *et al.* 2003).

**Figure 5 :** Température annuelle moyenne dans les 200 municipalités de la Haute-Vienne. Les données à l'origine de cette carte proviennent des relevés enregistrés entre 1971 et 2000 (Météo France 2016).

D'après ces auteurs, la température a un rôle important dans la présence et l'abondance de ces populations, tandis que l'altitude et la pluviométrie ont un rôle plus limité (de Kock *et al.* 2003). Cette relation entre la distribution des mollusques continentaux, l'altitude et les facteurs climatiques varie, cependant, selon les stations étudiées car Jokinen (1987) note une relation positive entre les paramètres précités dans un site que cet auteur a étudié dans le nord-est des USA, alors que cette relation était négative dans un autre site.

Sur les sols acides de la Haute-Vienne, les populations d'*O. glabra* diminuent en nombre lorsque l'altitude moyenne des municipalités ou leur pluviométrie annuelle augmente. À l'inverse, leur nombre augmente avec l'accroissement de la température annuelle moyenne. Des résultats identiques ont également été notés pour les populations de *G. truncatula* étudiées par Dreyfuss *et al.* (2018) dans le même département. Ces résultats sont en accord avec ceux d'Økland (1990) qui rapporte, lui aussi, une

diminution dans l'abondance de ces deux limnées sur les sols acides de la Norvège lorsque l'altitude augmente. Les conditions climatiques locales de la Haute-Vienne ne peuvent expliquer, à elles seules, cette diminution car celle-ci se produit surtout à partir de 400 m d'altitude sur des terrains dont l'altitude moyenne est comprise entre 150 et 570 m. Il faut donc rechercher une autre cause pour interpréter cette chute dans le nombre des populations.



**Figure 6 :** Superficie des habitats (a) et densité des limnées transhivernantes par m<sup>2</sup> d'habitat (b) chez 1.860 populations d'*O. glabra* par rapport à l'altitude moyenne de 158 municipalités. Ces populations ont été identifiées entre 1970 et 2006 dans le département de la Haute-Vienne. Ces résultats sont présentés sous forme de diagrammes en boîte à moustaches.

À notre avis, l'hypothèse la plus solide est d'admettre que les terrains cristallophylliens ou métamorphiques de la Haute-Vienne, sur lesquels se situent les habitats d'*O. glabra*, seraient plus acides au-dessus de 400 m d'altitude. Cette supposition s'appuie sur les deux observations suivantes : i) les valeurs du pH dans l'eau qui circule dans 24 jonchaies prairiales de la Basse-Marche se distribuent de 5,9 à 7,8, avec une moyenne de  $6,5 \pm 0,8$  alors qu'elles varient de 5,6 à 6,8 dans 29 jonchaies situées dans les Monts d'Ambazac, avec une moyenne de  $6,1 \pm 0,3$  (Guy 1996, Guy *et al.* 1996) ; ii) la présence de nombreuses tourbières acides (2 582) dans les trois départements du Limousin lorsque l'altitude s'élève, avec une superficie variable pouvant aller de quelques centaines de mètres carrés à plus de 40 ha, ce qui représente une surface totale de 11 442 ha (Blondel *et al.* 2011). Si l'on admet l'hypothèse proposée ci-dessus, celle-ci permettrait d'expliquer i) la préférence de cette espèce pour les substrats légèrement acides (Macadam 2006, Vareille-Morel & Hourdin 2017), et ii) la limite supérieure de son aire de répartition altitudinale : 338 m en Norvège d'après Økland (1990), entre 400 et 500 m sur le territoire français d'après Germain (1930-1931).

Par rapport aux populations de *G. truncatula* que Dreyfuss *et al.* (2018) ont étudiées dans la Haute-Vienne, la superficie des habitats colonisés par *O. glabra* ne présente pas de variation significative lorsque l'altitude augmente. Notre étude ne permet pas, à l'heure actuelle, de fournir une explication pour commenter ce résultat. Par contre, la densité des limnées transhivernantes par m<sup>2</sup> d'habitat, quelle que soit l'espèce, diminue de manière significative

lorsque l'altitude moyenne des communes augmente. Il s'agit donc d'un phénomène général qui affecte les deux espèces de limnées.

À notre avis, les conditions climatiques locales existant dans les communes de la Haute-Vienne au-dessus de 400 m d'altitude auraient un effet négatif sur la couverture algale, dont se nourrissent les limnées, en limitant son développement dans le temps et affecteraient, par la suite, le nombre des mollusques dans chaque population.

En conclusion, la limnée étroite présente, comme *G. truncatula*, une baisse dans le nombre de ses populations et celui des individus transhivernants dans chaque population lorsque l'altitude des communes augmente sur les sols acides de la Haute-Vienne. D'autres investigations sont encore nécessaires pour déterminer si cette diminution des populations, puis leur disparition en fonction de l'altitude se retrouve sur des terrains sédimentaires placés dans les mêmes conditions d'altitude.

**Remerciements** - Les auteurs remercient M. Abrous, D. Bouix-Busson, B. Didier et C. Vareille-Morel pour les données de terrain qu'elles ont recueillies au cours de leurs études. Ils sont également reconnaissants envers plusieurs étudiants en pharmacie : C. Apostoloff, S. Nauche, L. Vareille et F. Xuereb, pour leur aide sur le terrain.

## Bibliographie

- Abrous, M., Rondelaud, D., Dreyfuss, G. & Cabaret, J. 1998. Unusual transmission of the liver fluke, *Fasciola hepatica*, by *Lymnaea glabra* or *Planorbis leucostoma* in France. *Journal of Parasitology*, 84 : 1257–1259.
- 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*. <http://www.freshwaterhabitats.org.uk/wordpress/wp-content/uploads/2013/09/Mud-Snail-Species-Dossier.pdf>. Consulté le 11 décembre 2017.
- Blondel, L., Bonhomme, M., Cruveilhier, M., Guerbaa, K. & Hennequin, E. 2011. Tourbières en Limousin. Conservatoire des Espaces Naturels du Limousin, Saint-Gence, 7 p. [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Environnement/Milieus/Zones\\_humides/Tourbières/Limousin/Limousin.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Environnement/Milieus/Zones_humides/Tourbières/Limousin/Limousin.pdf). Consulté le 30 décembre 2017.
- Boray, J.C. 1978. The potential impact of exotic *Lymnaea* spp. on fascioliasis in Australasia. *Veterinary Parasitology*, 4 : 127–141.
- Boulard, A., Douillard, E., Durand, O., Gabory, O. & Leheurteux, E. 2007. Atlas provisoire de la répartition des mollusques des Mauges (France, Maine-et-Loire). *MalaCo*, 4 : 184–221
- Busson, P., Busson, D., Rondelaud, D. & Pestre-Alexandre, M. 1982. Données expérimentales sur l'infestation des jeunes de cinq espèces de limnées par *Fasciola hepatica* L. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 17 : 555–563.
- Chèvremont, P. 2008. Carte géologique harmonisée du département de la Haute-Vienne (87). Notice technique. BRGM/RP-57447-FR, Orléans, 236 p.
- Cuttelod, A., Seddon, M. and Neubert, E. 2011. European Red List of Non-marine Molluscs. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 97 pp.
- De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. & Bornman, M. 2003. Distribution and habitats of the snail *Lymnaea truncatula*, intermediate host of the liver fluke *Fasciola hepatica*, in South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 74 : 117–122.
- 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. 2017. La Limnée étroite et sa biologie. Chapitre 1. In : Vignoles, P., Dreyfuss, G. & Rondelaud, D., Écologie et parasitisme de la Limnée étroite (*Omphiscola glabra*). PULIM, Limoges, 17-43.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P. & Rondelaud, D. 2018. Relationships between the distribution of *Galba truncatula* (Gastropoda : Lymnaeidae), climatic conditions and the altitude of municipalities in Haute Vienne (France). *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 54 : 19.
- Germain, L. 1930-1931. Mollusques terrestres et fluviatiles. Faune de France, n° 21 et n° 22. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris, 893 p.
- 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.
- Glöer, P. & Diercking, R. 2010. Atlas der Süßwassermollusken Hamburg. Rote Liste, Verbreitung, Ökologie. Umweltbehörde, Hamburg, Deutschland, 182 p. Website : <http://www.malaco.de/Sonderdrucke/atlas-suesswassermollusken.pdf>. Consulté le 27 juillet 2015.
- Guy, F. 1996. Étude de relations entre la végétation et le mollusque *Lymnaea truncatula* Müller dans les jonchaies prairiales de la Haute-Vienne. Thèse d'exercice en Pharmacie, Université de Limoges, n° 307, 103 p.
- Guy, F., Rondelaud, D., Botineau, M., Dreyfuss, G. & Ghestem, A. 1996. Étude 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.
- Hoiss, B., Krauss, J., Potts, S.G., Roberts, S. & Steffan-Dewenter, I. 2012. Altitude acts as an environmental filter on phylogenetic composition, traits and diversity in bee communities. *Proceedings, Biological Sciences*, 279 : 4447–4456.
- Hubendick, B. 1951. Recent Lymnaeidae. Their variation, morphology, taxonomy, nomenclature, and distribution. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, 3 : 1–223.
- Jokinen, E.H. 1987. Structure of freshwater snail communities : species-area relationships and incidence categories. *American Malacological Bulletin* 5 : 9–19.
- Kerney, M. 1999. Atlas of the land and freshwater molluscs of Britain and Ireland. Harley Books, Colchester, 272 p.
- Macadam, C. 2006. Mud snails (*Omphiscola glabra*) in Scotland. *BRISC Recorder News*, 62 : 6–8.
- 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.
- Météo France (2016) Météo France : actualités sur la météo et le climat, dossiers, infographies, vidéos. <http://www.meteofrance.fr>. Consulté le 16 décembre 2016.
- Muséum National d'Histoire Naturelle. 2003-2017. Inventaire national du patrimoine naturel. Cas de *Galba truncatula*. [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/64043](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/64043). Consulté le 11 décembre 2017.
- 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.
- Prié, V., Seddon, M.B. & Vavrova, L. 2011. *Omphiscola glabra*. The IUCN Red List of threatened species. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org>. Consulté le 11 décembre 2017.
- R Core Team. 2016. R : a language and environment for statistical computing. Vienna : R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>. Consulté le 27 mai 2016.
- Rondelaud, D. 2004. Cressonnières naturelles du Limousin et risques de distomatose humaine à *Fasciola hepatica*. *Annales Scientifiques du Limousin*, 15 : 1–14.
- Rondelaud, D., Dreyfuss, G., Bouteille, B. & Dardé, M.L. 2000a. Changes in human fasciolosis in a temperate area. About some observations over a 28-year period in central France. *Parasitology Research*, 86 : 753–757.
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G., Vaireille-Morel, C., Xuereb, F. & Apostoloff, C. 2000b. Cartographie de la répartition des Mollusques Lymnaeidae et d'espèces voisines dans la Basse-Marne (secteur nord de la Haute-Vienne). *Annales Scientifiques du Limousin*, 11 : 1–18.
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. & Mage, C. 2006. The control of *Galba truncatula* (Gastropoda : Lymnaeidae) by the terrestrial snail *Zonitoides nitidus* on acid soils. *Biological Control*, 39 : 290–299.
- Rondelaud, D., Djuikwo Teukeng, F.F., Vignoles, P. & Dreyfuss, G. 2015. *Lymnaea glabra*: progressive increase in susceptibility to *Fasciola hepatica* through successive generations of experimentally infected snails. *Journal of Helminthology*, 89 : 398–403.
- Rondelaud, D., Vignoles, G. & Dreyfuss, G. 2017. La Limnée étroite (*Omphiscola glabra* O.F. Müller, 1774) : les caractéristiques des habitats sur sols acides en fonction du type de biotope. *MalaCo*, 13 : 1–4.
- Rožen, A., Myslajek, R.W. & Sobczyk. 2013. Altitude versus vegetation as the factors influencing the diversity and abundance of earthworms and other soil macrofauna in montane habitat (Silesian Beskid Mts, Western Carpatians). *Polish Journal of Ecology*, 61 : 145–156.
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52 : 591–611.
- Siegel, S. & Castellan, N.J. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. MacGraw Hill Int., New York, 399 p.
- Tattersfield, P., Warui, C.M., Seddon, M. & Kiringe, J.W. 2001. Land-snail faunas of afro-montane forests of Mount Kenya, Kenya : ecology, diversity and distribution patterns. *Journal of Biogeography*, 10 : 1809–1829.
- Thomas, A. 2012. Liste rouge des mollusques de la région Centre. [http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/mollusques\\_2012.pdf](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/mollusques_2012.pdf)
- Taylor, E.L. 1965. Fascioliasis and the liver-fluke. FAO Agricultural Studies, Roma, n° 64, 235 p.
- Vaireille-Morel, C. & Hourdin, P. 2017. Les habitats de la Limnée étroite. Chapitre 2. In : Vignoles, P., Dreyfuss, G. & Rondelaud, D., Écologie et parasitisme de la Limnée étroite (*Omphiscola glabra*). PULIM, Limoges, 45–76.
- Vaireille-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.
- Vaireille-Morel, C., Dreyfuss, G. & Rondelaud, D. 2007. Les habitats des Lymnaeidae sur sol acide. À propos de quelques observations dans la région Limousin sur une trentaine d'années. *MalaCo*, 4 : 143–147.
- Vignoles, G., Dreyfuss, G. & Rondelaud, D. 2017a. Detection of habitats colonized by *Omphiscola glabra* (Gastropoda : Lymnaeidae) on acid soils using indicator plants. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 53 : 261–269.
- Vignoles, P., Rondelaud, D. & Dreyfuss, G. 2017b. Determination of zones at risk for fasciolosis in the department of Haute Vienne (France) : a retrospective study on natural infections detected in 108 481 *Galba truncatula* for 37 years. *Parasite*, 24 : 55.
- Welter-Schultes, F. 2013. Species summary for *Omphiscola glabra*. <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1872> Consulté le 11 décembre 2017.

#### Les auteurs :

G. Dreyfuss, D. Rondelaud et P. Vignoles font partie du Laboratoire de Parasitologie, situé à la Faculté de Pharmacie, Université de Limoges. Le but de leurs recherches est centré sur les gastéropodes pulmonés d'eau douce qui interviennent comme hôtes intermédiaires dans le cycle de plusieurs parasitoses humaines ou animales. Les travaux réalisés se situent donc à la fois sur la malacologie et la parasitologie.