

***Galba truncatula* (O.F. Müller, 1774) (Gastropoda : Lymnaeidae) : changements dans la distribution et les caractéristiques des populations vivant sur les berges de rivière au cours des 45 dernières années**

Galba truncatula (O.F. Müller, 1774) (Gastropoda: Lymnaeidae): changes in the distribution and characteristics of populations living on river banks over the past 45 years

Daniel Rondelaud, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, Université de Limoges, 87025 Limoges Cedex

Philippe Vignoles, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, Université de Limoges, 87025 Limoges Cedex

Gilles Dreyfuss, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie, Université de Limoges, 87025 Limoges Cedex, Tél/Fax : 05.55.43.58.63,

gilles.dreyfuss@unilim.fr

Reçu le 25 mai 2018, accepté le 21 novembre 2018

Résumé : Des investigations malacologiques sur deux secteurs de rivière : la Creuse et la Vienne, ont été réalisées en 2016 et 2017 pour dénombrer les habitats de *Galba truncatula* et déterminer leurs caractéristiques. Les résultats ont été comparés avec ceux provenant de deux autres séries de prospections effectuées en 1974-1980 et en 1992-1997 dans les mêmes stations. Par rapport aux valeurs enregistrées avant 1998, on note une diminution actuelle dans le nombre des populations le long des deux segments de rivière et le taux global du déclin est de 28 % pour le segment Creuse et de 37 % pour le segment Vienne. La longueur de plusieurs habitats sur le segment Creuse et le nombre moyen des individus ont significativement diminué entre 1998 et 2016-2017. La longueur moyenne des habitats sur le segment Vienne n'a pas montré de différence significative, alors que le nombre moyen des limnées dans plusieurs habitats a significativement diminué entre les deux périodes d'investigation. Parmi les causes possibles, la nature géologique du sous-sol et, par suite, les conditions climatiques locales peuvent être retenues pour expliquer ces changements.

Mots clés : *Galba truncatula*, habitat, Lymnaeidae, population, rivière.

Abstract: Malacological investigations on two river sectors : Creuse and Vienne, were carried out in 2016 and 2017 to count the habitats of *Galba truncatula* and determine their characteristics. The results were compared with those from two other series of investigations carried out in 1974-1980 and in 1992-1997 at the same stations. Compared to values recorded before 1998, there was a current decrease in the number of snail populations along the two river segments and the overall decline rate was 28% for the Creuse segment and 37% for the Vienne segment. The length of several habitats in the Creuse segment and the mean number of snails have significantly decreased between 1998 and 2016-2017. The mean length of habitats in the Vienne segment did not show a significant difference, while the mean number of snails in several habitats significantly decreased between the two periods of investigation. Among the possible causes, the geological nature of the subsoil and, as a result, local climatic conditions can be retained to explain these changes.

Key words: *Galba truncatula*, habitat, Lymnaeidae, population, river.

Introduction

La Limnée épaulée, connue aussi sous le nom de *Galba truncatula* (O.F. Müller, 1774), est l'hôte intermédiaire préférentiel d'un parasite, *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 dans l'Europe de l'Ouest (Torgerson & Claxton 1999, Mas-Coma *et al.* 2009). Sur le territoire français, ce mollusque se rencontre surtout dans les prairies marécageuses, au niveau des points d'eau comme les sources ou les rigoles et les fossés de drainage superficiel (Vareille-Morel *et al.* 1999, 2007). Mais on peut l'observer aussi le long des collections d'eau comme les rivières. D'après Mouthon (1981, 1994), *G. truncatula* est une espèce euryèce et se rencontre à tous les niveaux typologiques d'une rivière. La présence de cette limnée sur les berges des rivières a aussi été notée dans d'autres pays (voir les synthèses de Welter-Schultes en 2013 et de Seddon *et al.* en 2015).

Sur les berges des rivières, les caractéristiques des populations dépendent des contraintes imposées par le milieu. Dans le centre de la France, la longue période d'immersion des habitats (de la mi-septembre ou du début d'octobre jusqu'à la fin juin), l'épaisseur de la nappe d'eau et la vitesse du courant sont probablement les facteurs qui peuvent expliquer le faible nombre de populations dans les rivières prospectées, la superficie souvent réduite des habitats et le faible nombre de leurs individus (Dreyfuss *et al.* 1997). Par contre, si une population vit en amont d'un barrage effectuant des lâchers d'eau réguliers en aval, les caractéristiques de cette colonie sont meilleures en raison des variations périodiques dans le niveau de l'eau

courante (Hourdin *et al.* 2006, Rondelaud *et al.*, 2006). La sensibilité de ces limnées à une infestation expérimentale avec *F. hepatica* est variable et dépend de l'origine de la population. Lorsque le développement larvaire du parasite s'effectue, la production de cercaires est en général faible (Rondelaud *et al.* 1997, Vignoles *et al.* 2011). Des infestations abortives ont même été régulièrement constatées chez deux populations de rivière, malgré plusieurs essais successifs sans que l'on puisse parler d'une véritable résistance de ces mollusques à *F. hepatica* (Rondelaud *et al.* 2009). Par rapport à leurs congénères vivant dans les prairies marécageuses sur sols acides, le cours moyen des rivières ne constitue pas un milieu favorable pour le développement d'une population de *G. truncatula*, comme l'a démontré Rondelaud (1993) dans les habitats sur sols acides.

A l'inverse de la Limnée étroite, *Omphiscola glabra* (O.F. Müller, 1774), qui présente un déclin actuel dans le nombre de ses populations (Prié *et al.* 2011), celles de *G. truncatula* ne posent pas encore de problème au sujet de leur conservation (Seddon *et al.* 2015). En effet, l'espèce est capable de coloniser de nouveaux habitats en remontant, par exemple, un réseau hydrographique à contre-courant (Rondelaud 1983, Rondelaud *et al.* 2006b). Pourtant, une étude récente réalisée sur les sols acides du Limousin montre que le nombre et la taille des populations de *G. truncatula* ont diminué au cours des vingt dernières années. D'après Dreyfuss *et al.* (2016), cette diminution numérique est de 34 % (sur 3 015 habitats dénombrés avant 1993), mais avec des variations dans ce taux en fonction du type d'habitat et

des méthodes agronomiques utilisées par les éleveurs dans leurs fermes. Dans le cas des habitats situés sur les berges de rivière, cette chute est de 48,9 % (sur 92 habitats décomptés avant 1993 : Dreyfuss *et al.* 2016) mais ce pourcentage provient d'habitats situés sur plusieurs rivières proches des fermes que les auteurs précités ont inventoriés au cours de leurs prospections. Devant cet état de fait, il nous a paru utile de vérifier si cette diminution actuelle dans le nombre d'habitats colonisés par *G. truncatula* se retrouve tout au long d'une rivière. Pour répondre à cette question, nous avons effectué une étude comparative sur des habitats situés sur le cours moyen de deux rivières, l'une d'entre elles étant située sur sols acides et l'autre sur terrains sédimentaires. Trois séries d'investigations ont été effectuées dans ces zones : de 1974 à 1980, de 1992 à 1997 et, enfin, en 2016 et 2017.

Matériel et méthodes

Rivières prospectées

Deux secteurs de rivières (Figure 1) ont été sélectionnés pour leurs facilités d'accès. Le premier concerne la Creuse. La limite Est se situe au niveau d'un pont (46°35'11" N, 1°31'4" E) à Argenton-sur-Creuse (département de l'Indre) tandis que la limite Ouest est représentée par le pont (46°47'37" N, 1°14'10" E) au niveau de la route D44 sur la commune de Ciron. La distance linéaire (google.maps) entre ces deux ponts est de 25,6 km si bien que les prospections se sont déroulées sur une longueur de rive atteignant 53 km environ, si l'on y inclut le pourtour des 18 îles et îlots présents dans ce secteur. Le fond de la rivière est constitué par des limons, des sables siliceux et des galets ou des blocs de roches cristallophylliennes ou métamorphiques, le tout reposant sur un sous-sol calcaire (Dreyfuss *et al.* 1997). Le second secteur se situe sur la Vienne. Le pont (45°52'32" N, 1°0'44" E) sous la route D3 à Saint-Victurien (département de la Haute-Vienne) constitue la limite Est tandis que la limite Ouest se situe au niveau du pont (45°52'30" N, 0°43'11" E) sous la route D29 à Chabanais (département de la Charente). La distance linéaire entre ces deux ponts est de 25,4 km et la longueur de rive prospectée est de 52 km environ si l'on tient compte des neuf îles et îlots présents dans ce secteur. Le sol est constitué en grande partie par du granite ou des gneiss. A l'inverse du premier secteur, les limons sont nettement moins nombreux et parfois absents (Dreyfuss *et al.* 1997). Les deux secteurs appartiennent à la zone cyprinicole.

La Creuse connaît des fluctuations saisonnières, avec des hautes eaux en hiver et au printemps qui portent le débit mensuel moyen de 105 à 150 m³.s⁻¹ de décembre à avril (maximum en février) et des basses eaux de juillet à septembre avec un débit mensuel qui diminue jusqu'à 21,1 m³.s⁻¹ en août (Météo-Centre 2017). Ces fluctuations saisonnières se retrouvent également sur la Vienne mais le débit mensuel moyen atteint 362 m³.s⁻¹ en janvier et 62 m³.s⁻¹ en août (Pinard 1966). Les deux segments de rivière sont soumis aux mêmes conditions avec un climat continental modulé par les vents humides de l'Océan Atlantique. Les précipitations annuelles moyennes calculées sur les trente années précédant ces investigations ont varié de 700 à 800 mm à Saint-Gaultier le long du tronçon de la Creuse et de 900 à 1000 mm à Saint-Junien le long du tronçon de la Vienne. En revanche, la température annuelle moyenne variait de 11,5 ° à 12,5 ° C (Dreyfuss *et al.* 2010, Rondelaud *et al.* 2011).

Les prospections malacologiques

Les habitats de *G. truncatula* sont inondés pendant plus de huit mois de l'année et ne s'exondent qu'au cours de l'été. Les investigations ont donc été réalisées lors de l'étiage des deux rivières (en juillet ou en août). La première série de prospections a été réalisée entre 1974 et 1980. Des observations minutieuses ont été effectuées sur les deux rives de chaque cours d'eau afin de déterminer la localisation exacte des habitats colonisés par *G. truncatula* par rapport au lit de la rivière et aux ouvrages (ponts, digues, ...) qui la jalonnent. Les limites amont et aval de chaque habitat sont ensuite déterminées dans un deuxième temps. Enfin, l'effectif global de chaque

colonie a été déterminé en juillet ou en août sans tenir compte des générations annuelles de la limnée.

Comme les effectifs de *G. truncatula* sont à leur maximum en juillet après les pontes des limnées transhivernantes et que le nombre des descendants chute rapidement dans les semaines qui suivent, la première série d'investigations n'a pas permis de préciser la taille réelle de chaque colonie car les relevés avaient été effectués en juillet ou en août. Une seconde série de prospections a donc été réalisée entre 1992 et 1997 pour vérifier si les colonies de la Limnée épaulée n'avaient pas changé de place au cours des années écoulées. Les adultes transhivernants et leurs descendants ont été ensuite décomptés par chasse à vue à la fin du mois de juillet lorsque la taille des descendants atteignait 2 mm. Une partie de ces résultats a déjà été publiée (Dreyfuss *et al.* 1997).

Une troisième série d'investigations a, enfin, été effectuée en 2016 ou 2017 afin de vérifier si le nombre de ces colonies n'avait pas diminué en raison de l'activité humaine, de perturbations dans les conditions écologiques ou du changement climatique. La longueur de la rive occupée par les limnées et la taille de la colonie ont été précisées dans chaque habitat en utilisant le même protocole que celui appliqué lors de la seconde série de prospections.

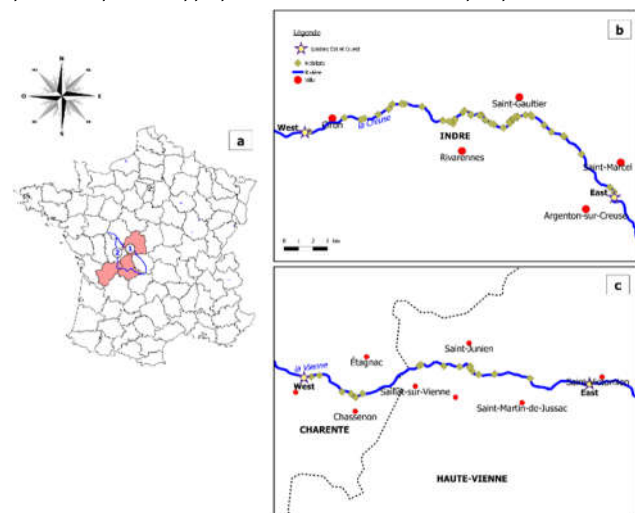


Figure 1: Les deux secteurs concernés par les prospections malacologiques : le secteur de la Creuse, entre Argenton-sur-Creuse et Ciron, département de l'Indre (1a) et celui de la Vienne entre Saint-Victurien, Haute-Vienne et Chabanais, Charente (1b).

Paramètres étudiés

Le premier est le nombre de populations qui vivent le long de ces deux secteurs. Ce paramètre a été calculé en comparant les résultats fournis par les trois séries d'investigations. Le second paramètre intéresse la longueur de berge colonisée par chaque colonie de limnées. Cette longueur de rive a été considérée comme l'habitat de chaque population dans le cadre de cette étude. Par contre, le groupement végétal, qui recouvrait cette portion de berge, n'a pas été pris en compte. Les valeurs individuelles recueillies pour ce paramètre ont été classées dans les catégories suivantes : 0,1 à 5 m, de 5,1 à 10 m, de 10,1 à 15 m, 15,1 à 20 m et > 20 m. Cette longueur de rive a été préférée au calcul de la superficie car la plupart des habitats sont linéaires. Le dernier paramètre se rapporte au nombre de limnées par mètre linéaire de rive. Les catégories suivantes : 0,1 à 5 m, de 5,1 à 10 m, de 10,1 à 15 m, 15,1 à 20 m et > 20 m, ont été utilisées pour classer les valeurs individuelles de ce paramètre. La distribution des habitats dans les catégories précitées a été ici préférée au calcul des longueurs moyennes de rive et des effectifs moyens car ces catégories permettent de limiter l'influence des dispersions extrêmes et de détecter plus facilement les changements entre les investigations de 1992-1997 et de 2016-2017.

Les nombres de populations ont été comparés entre eux en utilisant le test unilatéral de Wilcoxon sur des séries appariées (les mêmes segments de rivière). La distribution des habitats en fonction de la longueur de rive a été

réalisée en utilisant le test exact de Fisher. Un protocole identique a été appliqué pour le nombre de mollusques par mètre de rive. Toutes les analyses ont été faites en utilisant le logiciel R, version 3.3.0 (R Core Team 2016).

Résultats

Nombre de populations

Les populations de *G. truncatula* observées en 2016-2017 avaient déjà toutes été reconnues dans l'enquête réalisée avant 1998 et aucune nouvelle colonie n'a été trouvée sur les deux segments de rivière. Le tableau 1 montre le nombre de ces populations au cours des deux séries de relevés. Dans l'enquête avant 1998, 61 populations ont été notées le long de la Creuse (sur calcaire), tandis que 27 autres ont été trouvées le long de la Vienne (sur granite ou gneiss). La distribution de ces populations sur les rives des deux rivières ou sur les îlots était la même et aucune différence significative entre ces distributions n'a été notée. À l'inverse, les populations de *G. truncatula* le long de la Creuse étaient moins nombreuses en 2016-2017 (44 au total : Figure 1), de sorte que la diminution est de 28 %. Cette diminution est plus importante pour les îlots (46 %) que pour les berges de la rivière (23 %), mais la différence entre ces pourcentages n'est pas significative. Dans le cas de la Vienne, un nombre plus faible de populations a également été trouvé en 2016-2017 (Figure 1) et le déclin global est de 37 %. Aucune différence significative entre les fréquences relevées sur les berges et les îlots n'a été notée.

Tableau 1 : Nombre d'habitats colonisés par *G. truncatula* sur les deux segments de rivière avant 1998 et en 2016-2017.

Segment de rivière et type de berge	Nombre d'habitats		Déclin (%)
	Avant 1998	2016-2017	
Creuse			
Berges de la rivière	48	37	22,9
Îlots	13	7	46,2
Total	61	44	27,8
Vienne			
Berges de la rivière	23	14	39,1
Îlots	4	3	25,0
Total	27	17	37,0

Les populations retrouvées en 2016-2017 vivaient dans des habitats situés en bordure des voies d'accès (29 populations pour le segment Creuse, 13 pour l'autre segment), dans des herbiers submergés en hiver (8 et 4 populations respectivement) ou en amont des infrastructures (7 et 6).

Longueur des habitats

La figure 2 montre la répartition des populations par rapport à la longueur de leurs habitats au cours des deux périodes d'étude. Dans l'enquête réalisée sur le segment de la Creuse avant 1998 (Figure 2a), le nombre des populations a culminé dans la classe des 5,1-10 m avec 24 habitats (sur 61), puis a diminué rapidement lorsque la longueur de l'habitat a augmenté. En 2016-2017, le pic a été noté dans la classe des 0,1-5 m avec 19 habitats (sur 44) et a été suivi d'une diminution progressive dans le nombre des populations. La distribution des longueurs notées avant 1998 le long de la Creuse était significativement différente ($p=0,00013$) de celle notée en 2016-2017 en allant dans le sens d'une diminution. Des différences significatives ont également été observées entre plusieurs classes de longueur : 0,1-5 m : 15,1-20 m ($p=0,0302$), 5,1 m-10 m : 10,1-15 m ($p=0,0045$) et 10,1-15 m : 15,1-20 m ($p=0,0006$). Ces résultats indiquent que la longueur de plusieurs habitats a diminué entre les deux périodes d'étude, bien que la longueur moyenne ne montre pas de différence significative (avant 1998 : $7,3 \text{ m} \pm 4,9 \text{ m}$; 2016-2017 : $5,8 \pm 5,3 \text{ m}$). Dans le cas de la Vienne (Figure 2b), la répartition des populations selon la longueur de leurs habitats est pratiquement la même entre les deux relevés et aucune différence significative n'a été relevée, quelle que soit la classe considérée pour la longueur de l'habitat. Ce résultat est confirmé par la longueur moyenne de tous les habitats : $5,4 \pm 7,1 \text{ m}$ avant 1998 ; $5,2 \pm 5,9 \text{ m}$ en 2016-2017.

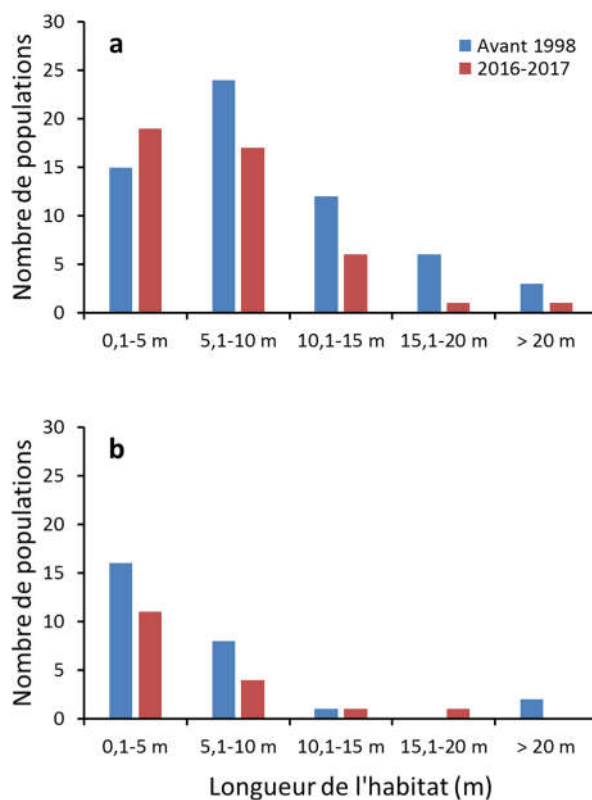


Figure 2 : Distribution des populations de *G. truncatula* au cours des deux enquêtes malacologiques (avant 1998 et en 2016-2017) par rapport à la longueur de leurs habitats à la fin juillet : le segment de la Creuse (2a) et celui de la Vienne (2b).

En 2016-2017, cette diminution dans la longueur a été constatée au niveau des habitats situés en bordure des voies d'accès (13 le long du segment de la Creuse et trois le long de la Vienne). À l'inverse, cinq habitats situés dans des herbiers (trois le long de la Creuse et deux le long de l'autre rivière) ont montré une augmentation de leur longueur : de 3-4 m à 5,5-7 m dans quatre cas et de 7,5 à 11,1 m dans ces derniers (résultats non présentés).

Nombre de limnées par mètre de rive

La figure 3 montre la distribution des populations le long des deux segments de rivière par rapport au nombre de limnées décomptées à la fin juillet par mètre de rive. Dans le segment de la Creuse (Figure 3a), le nombre de populations avant 1998 présentait un pic dans la classe des 10,1-15 individus/m et a diminué par la suite lorsque le nombre des *G. truncatula* par mètre de berge a augmenté. En revanche, le pic observé en 2016-2017 a été noté dans la classe des 0,1-5 individus/m et a été suivi d'une diminution progressive dans le nombre des populations en allant jusqu'à la classe des 15,1-20 individus/m. La distribution des nombres de mollusques le long de la Creuse avant 1998 est significativement différente ($p=2,96e-06$) de celle observée en 2016-2017 en allant dans le sens d'une diminution. Des différences significatives ont également été notées entre plusieurs classes : 0,1-5 individus/m : 10,1-15/m ($p=0,0102$), 5,1-10/m : 10,1-15/m ($p=9,652e^{-05}$), 10,-15/m : 15,1-20/m ($p=0,0002$), et 10,1-15/m : > 20/m ($p=0,0082$). Ce résultat est confirmé par l'effectif moyen des limnées (avant 1998 : $11,2 \pm 5,4$; 2016-2017 : $6,4 \pm 4,6$) qui est significativement plus faible ($H=4,75$, $p < 5\%$) en 2016-2017. Dans les habitats le long de la Vienne, la distribution des effectifs constatée avant 1998 (Figure 3b) est également significativement différente ($p=0,0003$) de celle constatée en 2016-2017. Une différence significative ($p=0,01069$) entre la classe des 0,1-5 individus/m et celle des 10,1-15/m a été notée, tandis que les différences entre les autres classes ne sont pas significatives. Cependant, l'effectif moyen de toutes les populations (avant 1998 : $5,9 \pm 4,3$ individus/m ; 2016-2017 : $4,1 \pm 2,8$ /m) n'a pas montré de différence significative entre les deux périodes d'enquête.

Aucune différence significative entre les densités n'a été notée pour chaque relevé lorsque la localisation de l'habitat est prise en compte.

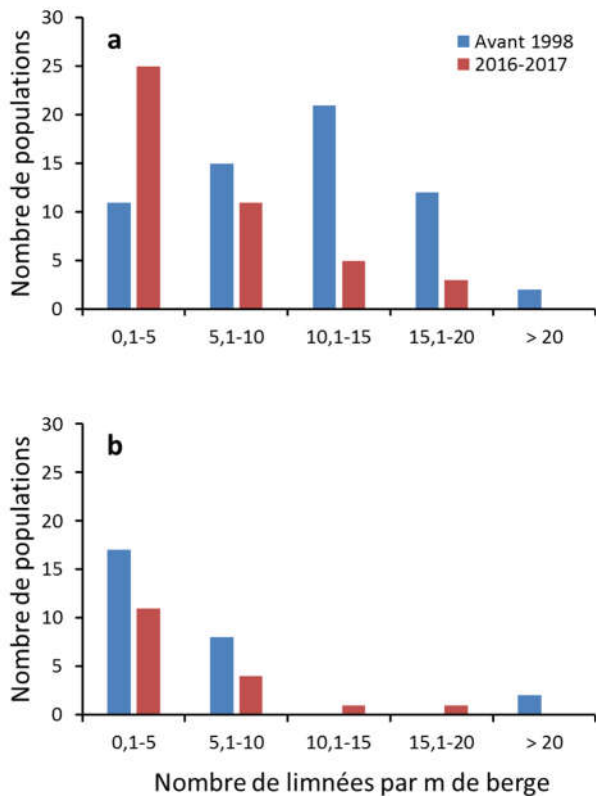


Figure 3 : Distribution des populations de *G. truncatula* populations au cours des deux enquêtes malacologiques (avant 1998 et en 2016-2017) par rapport au nombre total de mollusques à la fin juillet : le segment de la Creuse (3a) et celui de la Vienne (3b).

Discussion

À l'inverse des populations françaises de *G. truncatula* qui vivent dans les prairies marécageuses ou leurs environs immédiats (Vareille-Morel *et al.* 1999, 2007), le mollusque est moins fréquent le long des berges de rivière. Sur les 40,6 km du Mosson près de Montpellier, la présence de la Limnée épaulée a été notée dans quatre habitats sur les 12 étudiés (Vala, 1974). Sur les 1.040 km de l'Aube et du Doubs étudiés par Mouthon (1980, 1981), le mollusque a été observé dans 30 habitats sur 52 stations. D'après Mouthon (1994), cette espèce a été recensée dans 25 % des 447 stations que cet auteur a prospectées sur les rivières françaises. Ce nombre plus faible de populations sur les berges des cours d'eau a également été observé par Goumghar *et al.* (2001) au Maroc et Mekroud *et al.* (2002) dans le nord-est de l'Algérie. Les résultats rapportés dans la présente étude confirment les rapports des auteurs précités en montrant un petit nombre de populations sur les deux segments de la Creuse et de la Vienne. D'après Dreyfuss *et al.* (1997), les berges sur le cours moyen des rivières ne constitueraient pas un environnement favorable pour le développement des populations et l'extension de cette espèce. Cette hypothèse est basée sur le fait que *G. truncatula* se rencontre le plus souvent aux extrémités périphériques d'un réseau hydrographique sous climat tempéré (Taylor 1965, Moens 1991). Sur les rives de la Creuse, le nombre de populations était supérieur à celui du segment Vienne (61 populations au lieu de 27, par exemple, dans les enquêtes menées avant 1998). Parmi les éléments qui peuvent expliquer cette constatation, le taux de calcium dissous dans l'eau courante pourrait être le principal facteur responsable de cette différence car il est plus faible sur des sols cristallophylliens (généralement moins de 20 mg/L au lieu de 26 à 35 mg/L : Dreyfuss *et al.* 2010). En effet, le calcium est déjà connu pour son effet sur la distribution des mollusques dans une région donnée (Boycott 1934, 1936), la richesse en espèces (Horsák & Hájek 2003, Juříčková *et al.* 2008) et l'abondance de chaque espèce en individus (Hotopp 2002, Vadeboncoeur *et al.* 2007).

Dans cette étude, le nombre des populations de *G. truncatula* a diminué entre les deux enquêtes malacologiques, quel que soit le segment de rivière étudié. Ce taux est de 28% pour le segment Creuse et de 37% pour le segment Vienne. Ces résultats sont en accord avec les rapports de Dreyfuss *et al.* (2016, 2018) sur les prairies marécageuses du centre de la France et montrent que le déclin de *G. truncatula* est un processus général qui affecte tous les types d'habitats, quelle que soit la nature du sous-sol. Les résultats rapportés par Dreyfuss *et al.* (2016, 2018) et dans la présente étude nécessitent de prendre des mesures éventuelles pour assurer la conservation de cette limnée en dépit de son rôle comme hôte intermédiaire dans le cycle de vie de *F. hepatica*. Les causes de la disparition de ces populations sont plutôt difficiles à définir. Parmi les causes possibles proposées par Mouthon & Daufresne (2010), Mouthon (2011) pour expliquer les changements de la malacofaune dans les rivières françaises, la localisation des habitats par rapport au lit de la rivière et le type de végétation qui les recouvrent ont probablement joué un rôle dans la disparition des populations. En effet, les habitats de *G. truncatula* situés en aval des voies d'accès ou à proximité des infrastructures sont les premiers à s'exonder lors de l'étiage des deux segments de rivière étudiés. Comme la végétation est généralement faible ou peu développée dans ces zones, ces habitats ont été particulièrement exposés pendant quatre mois de suite (juillet-octobre) aux étés chauds de ce début de siècle. À l'inverse, les habitats dans les herbiers ne s'exondent que plus tardivement et ont généralement une végétation plus importante, ce qui protège relativement les populations du dessèchement estival.

La longueur de plusieurs habitats le long du segment Creuse et le nombre moyen des individus par mètre de rive pour toutes les populations ont significativement diminué entre 1998 et 2016-2017, tandis que le nombre moyen des *G. truncatula* le long de la Vienne n'a montré une diminution significative entre les deux périodes d'investigation que dans plusieurs habitats. Ces résultats sont en accord avec le rapport de Dreyfuss *et al.* (2016) car ces auteurs n'ont pas noté, sur les sols acides, de changement significatif dans la superficie des zones colonisées par *G. truncatula* alors que les individus étaient significativement moins nombreux dans cinq types d'habitats. Sur les sols sédimentaires, Dreyfuss *et al.* (2018) ont noté des superficies moins étendues et des densités en limnées significativement plus faibles en 2016-2017 dans deux types d'habitats. La première explication pour commenter ces différences entre les sols acides et sédimentaires serait de rapporter ces changements à la nature géologique du sous-sol et, par conséquent, aux conditions climatiques locales. Cependant, d'autres facteurs comme la croissance de la végétation (voir ci-dessus) peuvent également être la cause de ces changements. Cette dernière interprétation s'appuie notamment sur les plus grandes longueurs constatées en 2016 ou 2017 dans les habitats situés dans les herbiers des deux segments de rivière.

En conclusion, les populations de *G. truncatula* vivant le long des deux segments de rivière étaient significativement moins nombreuses en 2016-2017 qu'avant 1998. La longueur de plusieurs habitats dans le segment Creuse (sur calcaire) et le nombre moyen d'individus par mètre de berge pour toutes les populations ont significativement diminué en 2016-2017, tandis que le nombre moyen de limnées n'a montré une diminution significative que dans plusieurs habitats le long du segment Vienne (sur granite ou gneiss). Parmi les causes possibles, la nature géologique du sous-sol et, par suite, les conditions climatiques locales peuvent être retenues pour expliquer ces changements.

Bibliographie

- 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.

- 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. & 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.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P. & Rondelaud, D. 2016. Present decline in the number and size of *Galba truncatula* and *Omphiscola glabra* populations, intermediate hosts of *Fasciola hepatica*, on the acidic soils of Central France. *Parasite*, 23 : 46.
- Dreyfuss, G., Vignoles, P. & Rondelaud, D. 2018. *Galba truncatula* and *Omphiscola glabra* (Gastropoda, Lymnaeidae): present decline in populations living on sedimentary soils in central France. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 54 : 11.
- Goumghar, M.D., Vignoles, P., Rondelaud, D., Dreyfuss, G. & Benlemlih, M. 2001. Relations entre les générations annuelles de *Galba truncatula*, l'altitude et la nature de ses habitats dans le centre du Maroc. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 152 : 457-462.
- 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.
- 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.
- 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.
- Mas-Coma, S., Valero, M.A. & Bargues, M.D. 2009. *Fasciola*, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Advances in Parasitology*, 69 : 41-146.
- Mekroud, A., Benakhla, A., Benlatreche, C., Rondelaud, D. & Dreyfuss, G. 2002. First studies on the habitats of *Galba truncatula*, the snail host of *Fasciola hepatica*, and the dynamics of snail populations in northeastern Algeria. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 153 : 181-188.
- Météo-Centre. 2017. Suivi du niveau et des crues de la Creuse. In: La météo des régions du Centre en 2 clics. Website: <http://www.meteo-centre.fr/suivi-vigicrue-creuse.php>. Consulté le 21 juillet 2017.
- Moens, R. 1991. Factors affecting *Lymnaea truncatula* populations and related control measures ». *Journal of Medical and Applied Malacology*, 3 : 73-84.
- Mouthon, J. 1980. Contribution à l'écologie des mollusques des eaux courantes. Esquisse biotypologique et données écologiques. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Paris VI, n° 412 : 169 p.
- Mouthon, J. 1981. Typologie des mollusques des eaux courantes. Organisation biotypologique et groupements socio-écologiques. *Annales de Limnologie*, 17 : 143-162.
- Mouthon, J. 1994. Fréquences et densités des espèces de mollusques dans les cours d'eau français. *Vertigo*, 4 : 19-28.
- Mouthon, J. 2011. Inventaire des mollusques d'une rivière franc-comtoise, l'Ognon, déclin des populations de bivalves autochtones (Unionidae et Sphaeriidae) entre 1977 et 2007. *MalaCo*, 7 : 391-397.
- Mouthon, J. & Daufresne, M. 2010. Long-term changes in mollusc communities of the Ognon River (France) over a 30-year period. *Fundamental and Applied Limnology*, 178 : 67-79.
- Pinard, J. 1966. Le bassin de la Vienne : ses débits et ses crues. *Noroi*, 51 : 371-381.
- Prié, V., Seddon, M.B. & Vavrova, L. 2011. *Omphiscola glabra*. The IUCN Red List of threatened species. Version 2015.2. Website : <http://www.iucnredlist.org>. Consulté le 27 juillet 2015.
- R Core Team. 2016. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Website : <https://www.R-project.org>. Consulté le 27 mai 2016.
- Rondelaud, D. 1983. Les réseaux de drainage superficiel et leur colonisation par *Lymnaea truncatula* Müller. À propos de quatre années d'observations en Haute-Vienne, France. *Annales de Recherche Vétérinaire*, 14 : 57-63.
- Rondelaud, D. 1993. Variabilité interpopulationnelle de l'infestation fasciolienne chez le mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. Influence du contact préalable de la population avec le parasite. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 118 : 185-193.
- Rondelaud, D., Dreyfuss, G., Vareille-Morel, C. & Moukrim, A. 1997. Les populations de *Lymnaea truncatula* Müller vivant sur les berges des rivières. Étude expérimentale de leur aptitude à l'infestation par *Fasciola hepatica* Linné. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 148 : 329-332.
- Rondelaud, D., Hourdin, P., Abrous, M., Vignoles, P. & Dreyfuss, G. 2006a. *Galba truncatula* (Lymnaeidae) : la colonisation de l'habitat au cours de l'année et la dynamique des générations annuelles chez deux populations vivant sur des berges de rivière en amont d'un barrage. *Annales Scientifiques du Limousin*, 16 : 34-45.
- Rondelaud, D., Vignoles, P., Dreyfuss, G. & Mage, C. 2006b. The control of *Galba truncatula* (Gastropoda : Lymnaeidae) by the terrestrial snail *Zonitoides nitidus* on acid soils. *Biological Control*, 39 : 290-299.
- Rondelaud, D., Vignoles, P. & Dreyfuss, G. 2009. La Limnée tronquée, un mollusque d'intérêt médical et vétérinaire. Presses Universitaires du Limousin, Limoges : 293 pp.
- 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. Website : <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015.RLTS.T155730A85693575.en>. Consulté le 24 septembre 2016.
- 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.
- 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.
- Vala, J.C. 1974. Étude écologique du parasitisme des mollusques de la Mosson, hôtes intermédiaires de Trématodes. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Montpellier, n° 1455 : 174 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. À propos de quelques observations dans la région Limousin sur une trentaine d'années. *MalaCo*, 4 : 143-147.

Vignoles, P., Rondelaud, D. & Dreyfuss, G. 2011. Characteristics of *Fasciola hepatica* infections in *Galba truncatula* originating from riverbank populations. *Journal of Helminthology*, 85: 28-32.

Welter-Schultes, F. 2013. Species summary for *Galba truncatula*. Website: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1879>. Consulté le 24 septembre 2016.

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.