

Peut-on détecter les habitats d'un mollusque : *Galba truncatula* (Gastéropodes, Lymnaeidae) à l'aide de plantes indicatrices sur les sols acides du Limousin ?

D. RONDELAUD¹, P. HOURDIN², P. VIGNOLES¹ et G. DREYFUSS¹

¹. UPRES EA n° 3174, Facultés de Médecine et de Pharmacie, 2 rue du Dr Marcland- 87025 Limoges Cedex

². Laboratoire de Botanique et de Cryptogamie vasculaire, Faculté de Pharmacie, 2 rue du Dr Marcland- 87025 Limoges Cedex

RESUME : Des investigations de terrain ont été réalisées pendant 30 années en mars ou avril dans 361 fermes élevant des bovins ou des ovins afin de recenser les plantes indicatrices pour chaque type d'habitat colonisé par le mollusque *Galba truncatula* et établir des corrélations avec deux paramètres caractérisant ces sites (superficie du gîte, densité des mollusques). Sept types d'habitat et six espèces de plantes indicatrices ont été reconnus dans les 7.709 sites étudiés. Les habitats les plus fréquents se situent à l'extrémité périphérique des rigoles de drainage superficiel (84,1 % des sites sont colonisés) et autour des sources (81,4 %). Les gîtes dont la superficie inférieure à 3 m² sont principalement localisés à l'extrémité des rigoles de drainage, le long des fossés correspondants et autour des sources lorsque *Juncus acutiflorus*, *Juncus effusus* et *Lotus uliginosus* sont les plantes indicatrices. Dans les fossés de route et le long des berges de rivière ou d'étang, des superficies plus élevées ont été notées dans la plupart des cas. Les plus fortes densités en mollusques (> 25/m²) ont été observées dans le cas de *J. acutiflorus* (52,5 % des habitats) et de *L. uliginosus* (56,7 %). Des densités plus faibles (< 25 mollusques/m²) ont été notées dans le cas de *J. effusus* (88,8 % des habitats) alors que celles trouvées dans le cas de *Glyceria fluitans*, d'*Agrostis stolonifera* et de *Dactylis glomerata* sont souvent inférieures à 10 mollusques/m². Le Jonc acutiflore est une bonne espèce indicatrice pour les habitats de *G. truncatula* situés dans les prairies et les fossés de route qui les bordent. Même s'il est moins représentatif dans les autres types de gîtes, sa large distribution en Europe permet de l'utiliser pour identifier la plupart des habitats de la limnée sur l'ensemble des sols acides présents dans les pays européens.

MOTS CLES : *Galba truncatula*, habitat, mollusque, plante indicatrice, sols acides.

TITLE: May the habitats of the snail *Galba truncatula* (Gastropoda, Lymnaeidae) be found using plant indicators on the acid soils of Limousin?

ABSTRACT: Field investigations in 361 cattle- or sheep-breeding farms on acid soil were carried out during thirty years in March-April to record indicator plants in relation to the category of habitat colonized by the snail *Galba truncatula* and to establish correlations with two parameters characterizing these sites (habitat area, snail density). Seven types of snail habitats and six species of indicator plants were listed in the 7,709 sites studied. The most frequent habitats were located at the peripheral extremities of open drainage furrows (84.1% of places colonized) and around spring heads (81.4%). Lower than 3-m² sites were essentially found at the extremities of drainage furrows, along drainage ditches or around spring heads when *Juncus acutiflorus*, *Juncus effusus*, or *Lotus uliginosus* are indicator plants. In road ditches and along pond or river banks, greater values were found in most cases. The highest

snail densities (>25 snails/m²) were observed in the case of *J. acutiflorus* (52.5% of habitats) and *L. uliginosus* (56.7%). Lower snail densities (<25 snails/m²) were noted in the case of *J. effusus* (88.8% of habitats), while those found in the case of *Glyceria fluitans*, *Agrostis stolonifera* and *Dactylis glomerata* were often less than 10 snails/m². *Juncus acutiflorus* is a good indicator species for snail habitats present in meadows and in road ditches which border them. Even if it is less representative in the other types of snail habitats, its wide distribution in Europe allows to use it for searching most snail habitats on the whole acid soils of European countries.

KEY WORDS: *Galba truncatula*, acid soil, habitat, indicator plant, snail.

INTRODUCTION

Le mollusque *Galba truncatula* O.F. Müller, 1774 est connu depuis longtemps pour être l'hôte intermédiaire de plusieurs Digènes (à ce titre, il assure le développement larvaire de ces parasites) et en particulier de *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 (connu aussi sous le nom vernaculaire de Grande douve du Foie). Dans les pays sous climat tempéré, l'affection provoquée par ce dernier parasite (distomatose hépatique ou fasciolose) touche de nombreux troupeaux de ruminants domestiques et peut provoquer des pertes considérables. Parmi les nombreuses mesures qui ont été proposées par les auteurs pour interrompre le cycle du parasite (voir la revue de Torgerson et Claxton, 1999), figure un contrôle intégré de la fasciolose (Mage *et al.*, 1989) qui a été utilisé sur plusieurs fermes françaises. Cette technique associe un déparasitage de l'hôte définitif (les ruminants dans ce cas) par l'emploi de traitements anthelminthiques sélectifs tels que le triclabendazole et l'éradication simultanée du mollusque hôte par des mesures agronomiques (drainage superficiel le plus souvent), des molluscicides ou encore l'utilisation de mollusques terrestres prédateurs tels que *Zonitoides nitidus* (Mage *et al.*, 1989).

Quelle que soit la méthode utilisée pour éliminer *G. truncatula*, il est d'abord nécessaire a) d'étudier la topographie des prairies dans lesquelles les ruminants de chaque ferme pâturent, b) de déterminer le sens de l'écoulement naturel des eaux de ruissellement et c) de localiser les habitats du mollusque sur ces prairies. Cette dernière étape est loin d'être facile et nécessite une certaine expérience pour recenser ces habitats. En effet, d'après Moens (1991), la limnée peut coloniser tous les sites humides qui sont instables sur le plan écologique sous réserve qu'ils soient colonisés par des algues unicellulaires (le mollusque se nourrit de celles-ci) et qu'il n'y ait pas d'organismes antagonistes (prédateurs, compétiteurs, parasites). En recensant ces gîtes à limnées dans les prairies du Limousin, Varelle-Morel *et al.* (1999, 2007) ont montré que la plupart des habitats à limnées sont localisés à la périphérie d'un réseau hydrographique comme l'extrémité périphérique des rigoles de drainage superficiel ou encore le point d'émergence d'une source. A un niveau inférieur, ces gîtes sont généralement limités en étendue sur les berges des canaux d'évacuation. Enfin, d'après les auteurs précités, *G. truncatula* colonise souvent les fossés de route ou de chemin qui entourent les prairies permanentes.

Comme la recherche de tels habitats dans les prairies de l'Europe de l'ouest a toujours été un travail difficile (revue de Taylor, 1965), les auteurs se sont d'abord orientés vers l'utilisation de plantes indicatrices pour détecter les sites colonisés par la limnée et cette technique a été recommandée par Over (1962) comme l'un des moyens les plus pratiques

pour conduire une enquête malacologique dans une ferme. Sans entrer dans le détail, des listes de plantes indicatrices ont été établies dans plusieurs pays de l'Europe de l'ouest comme en Allemagne (Patzner, 1927 ; Mehl, 1932), aux Pays-Bas (de Vries, 1945) ou en Grande-Bretagne (Roberts, 1950). Cette méthode est cependant limitée dans son utilisation car, comme le souligne Taylor (1965), la présence de telles plantes dans un site donné indique seulement l'existence de conditions favorables permettant au mollusque d'y vivre et n'est surtout pas l'indication d'un habitat réel pour *G. truncatula*. Comme la plupart de ces plantes indicatrices appartiennent souvent à la même association végétale, les auteurs ultérieurs comme Over (1967), Ghestem *et al.* (1974) ou Moens (1981) ont utilisé la technique phytosociologique pour analyser l'ensemble de la végétation présente dans une formation de ce type et dresser la liste des espèces indicatrices pour la limnée.

Malgré cette avancée certaine, le problème des plantes indicatrices pour l'identification des gîtes à limnées est loin d'être résolu car une espèce reconnue comme telle peut être présente dans différentes formations végétales situées dans la même région. C'est le cas, par exemple, de *Juncus acutiflorus* Ehrhart ex-Hoffmann, 1791 sur les sols acides du Limousin (Botineau, 1985). On peut donc se demander si l'emploi de l'une de ces plantes indicatrices permet réellement de trouver un habitat de *G. truncatula* sur sol acide. Comme notre équipe a pratiqué des relevés malacologiques au cours des trente dernières années sur les prairies de 361 fermes pratiquant l'élevage des bovins ou des ovins, une étude rétrospective sur ces relevés a donc été entreprise pour les deux raisons suivantes : a) dresser la liste des plantes indicatrices en relation avec le type d'habitat colonisé par la limnée, et b) établir des corrélations entre ces plantes et divers paramètres comme la présence ou l'absence du mollusque, la densité de celui-ci et la superficie de son habitat.

MATERIEL ET METHODES

1. Les fermes prospectées.

Entre 1976 et 2006, des animaux infestés par *F. hepatica* ont été détectés dans divers troupeaux de bovins ou de moutons par les vétérinaires de la région sur l'une ou l'autre de 361 fermes dispersées sur la région du Limousin, à savoir 71 dans le nord de la Corrèze, 56 dans la Creuse et 234 dans la Haute-Vienne. Tous ces établissements sont localisés sur des terrains cristallophylliens ou métamorphiques et leur altitude, pour 97,5 % d'entre eux, est comprise entre 190 et 500 m. Toutes les prairies permanentes sont hygro-mésophiles et sont soumises à un régime alterné de pâture et de fauche. Un réseau de drainage superficiel est généralement présent sur ces prairies.

Dans chaque ferme, les investigations malacologiques ont été réalisées sur la totalité des pâtures pour localiser les plantes indicatrices dans les prairies permanentes, les fossés qui les bordent et les zones piétinées par le bétail. La même opération a également été réalisée sur les berges des réseaux d'évacuation pour l'eau de ruissellement, à savoir les étangs, les ruisseaux et les rivières. La superficie totale de ces prairies prospectées dans les 361 fermes est de 385,7 km² (Vareille-Morel *et al.*, 2007).

Toutes ces études ont été réalisées en mars ou en avril. En effet, le choix de ces deux mois repose sur le fait que tous les habitats des limnées sont en eau à cette époque et que la pousse de la végétation est assez avancée pour déterminer les espèces de Poaceae.

2. Les plantes indicatrices.

Plusieurs études phytosociologiques (Ghestem *et al.*, 1974 ; Gaultier *et al.*, 1994 ; Guy *et al.*, 1996) ont déjà été réalisées dans ces prairies du Limousin si bien que les espèces indicatrices ont été sélectionnées en raison de leur fréquence dans les pâtures (plus de 75 %, Guy *et al.*, 1996). Ces plantes sont au nombre de trois : *J. acutiflorus*, *Juncus effusus* Linnaeus, 1753 et *Lotus uliginosus* Schkuhr, 1796. Dans les fossés de route et ceux de chemin, les deux espèces de joncs précitées, *Agrostis stolonifera* Linnaeus, 1753 et *Glyceria fluitans* R. Brown, 1810 ont également été retenues comme plantes indicatrices.

Le long des berges de rivières ou d'étangs, le travail de Dreyfuss *et al.* (1997) ou bien celui de Hourdin *et al.* (2005) ont montré la dominance de *Dactylis glomerata* Linnaeus, 1753 et celle de *G. fluitans* autour des habitats des limnées. *Juncus effusus* et parfois *J. acutiflorus* (dans le cas des étangs) ont été utilisés aussi comme indicateurs.

3. Protocole des investigations.

Dès qu'une plante indicatrice, isolée ou dominant les autres espèces par son recouvrement, est trouvée à côté d'un point d'eau (dans les prairies et les fossés) ou le long d'une berge, on recherche la présence du mollusque. Le tableau I précise, pour chaque type d'habitat, le nombre de sites prospectés et celui des gîtes colonisés par *G. truncatula*. Les habitats de *G. truncatula* les plus fréquents sont localisés à l'extrémité périphérique des rigoles de drainage superficiel (84,1 % des sites sont colonisés) ou sont constitués par des sources (81,4 %) dans les mêmes prairies.

Type d'habitat	Nombre de sites prospectés	Nombre de gîtes à limnées (et %)
Extrémité périphérique des rigoles de drainage superficiel	5.546	4.667 (84,1 %)
Sources (prairies)	1.454	1.184 (81,4 %)
Fossés de drainage	1.287	412 (32,0 %)
Zones piétinées	233	35 (14,8 %)
Fossés de route ou de chemin	1.934	984 (50,8 %)
Berges d'étang	811	264 (32,5 %)
Berges de ruisseau ou de rivière	727	163 (22,4 %)
Totaux	11.992	7.709 (64,2 %)

Tableau I. Le nombre de sites prospectés dans les 361 fermes et celui des gîtes à limnées par rapport au type d'habitat colonisé par *G. truncatula*.

Dans chaque habitat, l'abondance de *G. truncatula* est établie en comptant les adultes (plus de 4 mm de hauteur) car tous appartiennent à la génération transhivernante. Chaque dénombrement est réalisé par deux personnes pendant 30 à 40 minutes. La superficie du gîte est ensuite déterminée. La mesure des surfaces occupées par *G. truncatula* est facile dans le cas des rigoles, des fossés et des berges d'étang ou de rivière. Par contre, les gîtes situés autour des sources et dans les zones piétinées sont transcrits sur cartes et leur superficie est déterminée en fonction de leur forme géométrique et de leurs dimensions.

Type d'habitat (nombre total de gîtes)	Plante indicatrice	Nombre d'habitats (et pourcentage)
Extrémité périphérique des rigoles de drainage superficiel (4.667)	<i>Juncus acutiflorus</i>	4.578 (98,0 %)
	<i>J. effusus</i> *	89 (1,9 %)
Sources (prairies) (1.184)	<i>J. acutiflorus</i>	1.169 (98,7 %)
	<i>J. effusus</i> *	13 (1,1 %)
	<i>Lotus uliginosus</i> *	2 (0,1 %)
Fossés de drainage superficiel (412)	<i>J. acutiflorus</i>	73 (17,7 %)
	<i>J. effusus</i> *	290 (70,3 %)
	<i>L. uliginosus</i> *	49 (11,8 %)
Zones piétinées (35)	<i>J. acutiflorus</i>	28 (80,0 %)
	<i>J. effusus</i> *	7 (20,0 %)
Fossés de route ou de chemin (984)	<i>J. acutiflorus</i>	632 (64,2 %)
	<i>J. effusus</i> *	89 (9,0 %)
	<i>Agrostis stolonifera</i> *	189 (19,2 %)
	<i>Glyceria fluitans</i> *	74 (7,5 %)
Berges d'étang (264)	<i>J. acutiflorus</i>	61 (23,1 %)
	<i>J. effusus</i> *	39 (14,7 %)
	<i>G. fluitans</i>	164 (62,1 %)
Berges de ruisseau ou de rivière (163)	<i>J. effusus</i> *	11 (6,8 %)
	<i>Dactylis glomerata</i> *	33 (20,2 %)
	<i>G. fluitans</i>	119 (73,0 %)

Tableau II. Distribution des habitats de *G. truncatula* par rapport à l'espèce de la plante indicatrice. * (l'espèce considérée est isolée ou domine les autres plantes indicatrices par son recouvrement).

4. Paramètres étudiés.

Le premier est le pourcentage d'habitats à *G. truncatula* pour chaque espèce de plante indicatrice et pour chaque catégorie de gîte colonisé par cette espèce. Les paramètres caractérisant chaque site (superficie, densité en mollusques) ont été déterminés pour chaque type d'habitat et chaque espèce de plante indicatrice. Pour établir la distribution des habitats par rapport à leur superficie, les valeurs ont été exprimées pour des classes de 1 m² chacune. Dans le cas de la densité, les habitats ont été classés dans l'une des cinq catégories suivantes : ≤ 10 limnées/m², de 10,1 à 25 mollusques, de 25,1 à 40, de 40,1 à 55 et plus de 55 limnées par m². Une analyse de variance à un ou deux facteurs (Stat-Itcf, 1988) a été utilisée pour établir les niveaux de signification statistique pour ces deux derniers paramètres.

RESULTATS

1. Habitats de *G. truncatula* et plantes indicatrices.

La plante la plus fréquente est *J. acutiflorus* (Tableau II) car elle a été trouvée dans 98,1 % des habitats localisés à l'extrémité périphérique des rigoles de drainage superficiel, 98,7 % des sources, 80 % des zones piétinées et 64,2 % des fossés de route. Dans les autres

Plante indicatrice (nombre total d'habitats)	Type d'habitat (nombre d'habitats)	Superficie de l'habitat (m ²)					
		≤1	1,1-2	2,1-3	3,1-4	4,1-5	>5
<i>Juncus acutiflorus</i> (6.541)	Extrémité périphérique des rigoles de drainage (4.578)	800	1.985	1.551	238	3	1
	Sources (1.169)	396	749	24	0	0	0
	Fossés de route (632)	0	6	41	87	131	367
	Fossés de drainage (73)	4	29	29	7	2	2
	Berges d'étang (61)	3	16	25	14	2	1
	Zones piétinées (28)	0	0	3	7	3	15
	Pourcentage	18,4	42,6	25,6	5,4	2,1	5,9
<i>J. effusus</i> (538)	Fossés de drainage (290)	36	213	38	2	1	0
	Extrémité des rigoles de drainage (89)	7	40	42	0	0	0
	Fossés de route (89)	0	0	1	11	21	56
	Berges d'étang (39)	5	12	10	11	1	0
	Sources (13)	6	6	1	0	0	0
	Berges de ruisseau ou de rivière (11)	0	0	0	0	2	9
	Zones piétinées (7)	0	0	0	0	2	5
Pourcentage	10,0	50,4	17,1	4,5	5,0	13,0	
<i>Glyceria fluitans</i> (357)	Berges d'étang (164)	2	14	57	49	25	17
	Berges de ruisseau ou de rivière (119)	0	0	24	27	37	31
	Fossés de route (74)	0	0	0	5	17	52
	Pourcentage	5,6	3,9	22,6	22,6	22,1	28,0
<i>Lotus uliginosus</i> (51)	Fossés de drainage (49)	13	36	0	0	0	0
	Sources (2)	1	0	1	0	0	0
	Pourcentage	27,4	70,6	1,9	0	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i>	Fossés de route (189)	0	0	0	0	0	189
<i>Dactylis glomerata</i>	Berges de rivière (33)	0	0	0	1	10	22
Totaux (%)	7.709	1.273 (16,6)	3.106 (40,3)	1.847 (24,0)	459 (5,9)	257 (3,3)	767 (9,9)

Tableau III. Distribution des habitats de *G. truncatula* par rapport à leur superficie en mars-avril.

types de gîtes, cette espèce de jonc est moins représentative ou manque. *Juncus effusus* est l'espèce indicatrice dans les habitats situés le long des fossés de drainage (70 %) alors que de faibles fréquences ont été notées dans les autres types de gîtes. *Glyceria fluitans* est l'espèce la plus représentative pour les habitats situés sur les berges d'étang (62,1 %) et celles de rivière (73 %). Les trois autres espèces ne caractérisent qu'un faible nombre de sites.

2. Les caractéristiques des habitats.

Sur les 7.709 sites étudiés (Tableau III), 6.226 habitats font moins de 3 m² en superficie, quelle que soit la plante indicatrice. On les trouve à l'extrémité des rigoles de drainage superficiel, le long des fossés de drainage et autour des sources.

Plante indicatrice (nombre total d'habitats)	Type d'habitat (nombre d'habitats)	Densité du mollusque par m ² d'habitat				
		≤10	10-25	25,1-40	40,1-55	>55
<i>Juncus acutiflorus</i> (6.541)	Extrémité périphérique des rigoles de drainage (4.578)	570	959	2.120	897	32
	Sources (1.169)	292	586	272	19	0
	Fossés de route (632)	290	342	0	0	0
	Fossés de drainage (73)	2	41	29	1	0
	Berges d'étang (61)	0	7	30	23	1
	Zones piétinées (28)	28	0	0	0	0
	Pourcentage	18,0	29,5	37,4	14,2	0,9
<i>J. effusus</i> (538)	Fossés de drainage (290)	43	216	31	0	0
	Extrémité des rigoles de drainage (89)	56	32	1	0	0
	Fossés de route (89)	85	4	0	0	0
	Berges d'étang (39)	4	7	8	19	1
	Sources (13)	11	2	0	0	0
	Berges de ruisseau ou de rivière (11)	11	0	0	0	0
	Zones piétinées (7)	7	0	0	0	0
Pourcentage	40,3	48,5	7,4	3,6	0,2	
<i>Glyceria fluitans</i> (357)	Berges d'étang (164)	74	90	0	0	0
	Berges de ruisseau ou de rivière (119)	112	7	0	0	0
	Fossés de route (74)	70	4	0	0	0
	Pourcentage	71,7	28,2	0	0	0
<i>Lotus uliginosus</i> (51)	Fossés de drainage (49)	0	20	12	9	8
	Sources (2)	2	0	0	0	0
	Pourcentage	3,9	39,2	23,5	17,6	15,6
<i>Agrostis stolonifera</i>	Fossés de route (189)	168	21	0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i>	Berges de rivière (33)	33	0	0	0	0
Totaux (%)	7.709	1.858 (24,1)	2.339 (30,3)	2.502 (32,5)	968 (12,6)	42 (0,5)

Tableau IV. Distribution des habitats de *G. truncatula* par rapport à la densité des mollusques en mars-avril.

Par contre, des valeurs plus élevées ont été notées pour les 1.483 autres habitats qui se situent essentiellement dans les fossés de route, les zones piétinées et le long des berges de rivière ou d'étang. Les superficies les plus élevées sont de 7,5 m² pour les berges d'étang, 9,6 m² pour les zones piétinées et 10,3 m² pour les fossés de route. Si l'on considère l'espèce de la plante indicatrice, plusieurs remarques peuvent être formulées. Dans le cas de *J. acuti-*

florus, *J. effusus* et *L. uliginosus*, les fréquences les plus élevées pour les habitats se situent dans la classe des 1-2 m². Des gîtes mesurant plus de 5 m² ont été observés dans de nombreux fossés de route, quelle que soit la plante indicatrice et aussi dans la plupart des zones avec *A. stolonifera* ou *D. glomerata*. Le type d'habitat ($F = 2943,50$; $P < 0,1$ %) et l'espèce de la plante indicatrice ($F = 1099,09$; $P < 0,1$ %) ont des effets significatifs sur la superficie des habitats à limnées.

Lorsqu'on ne considère pas l'espèce de la plante (Tableau IV), la plupart des habitats ont une densité en limnées se situant dans les classes 10,1-25 et 25,1-40. Par contre, si l'espèce de la plante est prise en compte, on peut noter plusieurs différences. En effet, les plus hautes densités (plus de 25 limnées/m²) ont été observées dans le cas de *J. acutiflorus* (52,5 % des habitats) et de *L. uliginosus* (56,7 %). Des densités plus faibles (< 25 mollusques/m²) ont été notées dans le cas de *J. effusus* (88,8 % des habitats) tandis que celles trouvées dans le cas de *G. fluitans*, *A. stolonifera* et *D. glomerata* sont souvent inférieures à 10 limnées par m² d'habitat. Dans le cas de *J. acutiflorus* et *J. effusus*, la distribution des densités pour les fossés de drainage et les berges d'étang est plus large que celle notée pour les autres types de sites colonisés par *G. truncatula*. Si l'on fait exception de *L. uliginosus* dans le cas des habitats situés dans les fossés de drainage, la distribution des densités est limitée pour les autres espèces de plantes indicatrices, quel que soit le type de gîte. La nature de celui-ci ($F = 344,09$; $P < 0,1$ %) et l'espèce de la plante ($F = 79,12$; $P < 0,1$ %) ont un effet significatif sur ces densités. L'interaction entre les deux facteurs précités est aussi significative ($F = 103,50$; $P < 0,1$ %).

Les relations entre la superficie des habitats et la densité des mollusques sont fournies sur les figures 1 et 2 pour chaque type de gîte et chaque plante indicatrice par ordre respectif.

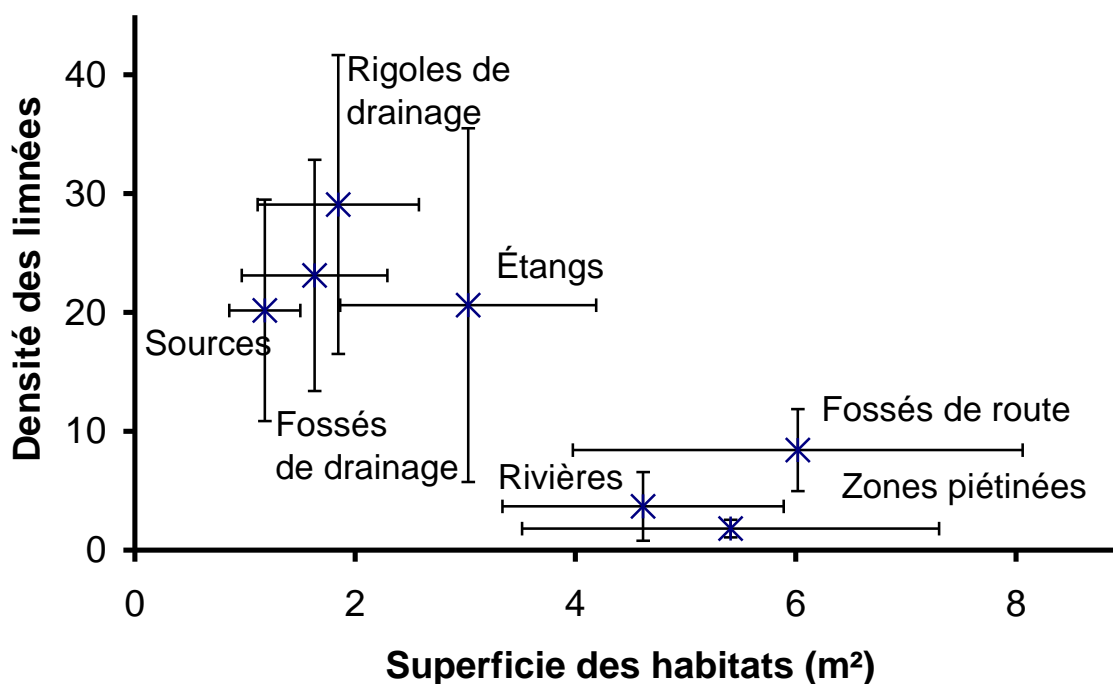


Figure 1. Relations entre la superficie des habitats et la densité de *G. truncatula* (par m² d'habitat) pour chaque catégorie de gîte.

Les superficies les plus élevées et les densités les plus faibles (Fig. 1) ont été notées pour les zones piétinées, les berges de rivière et les fossés de route alors que c'est l'inverse pour les autres types d'habitats.

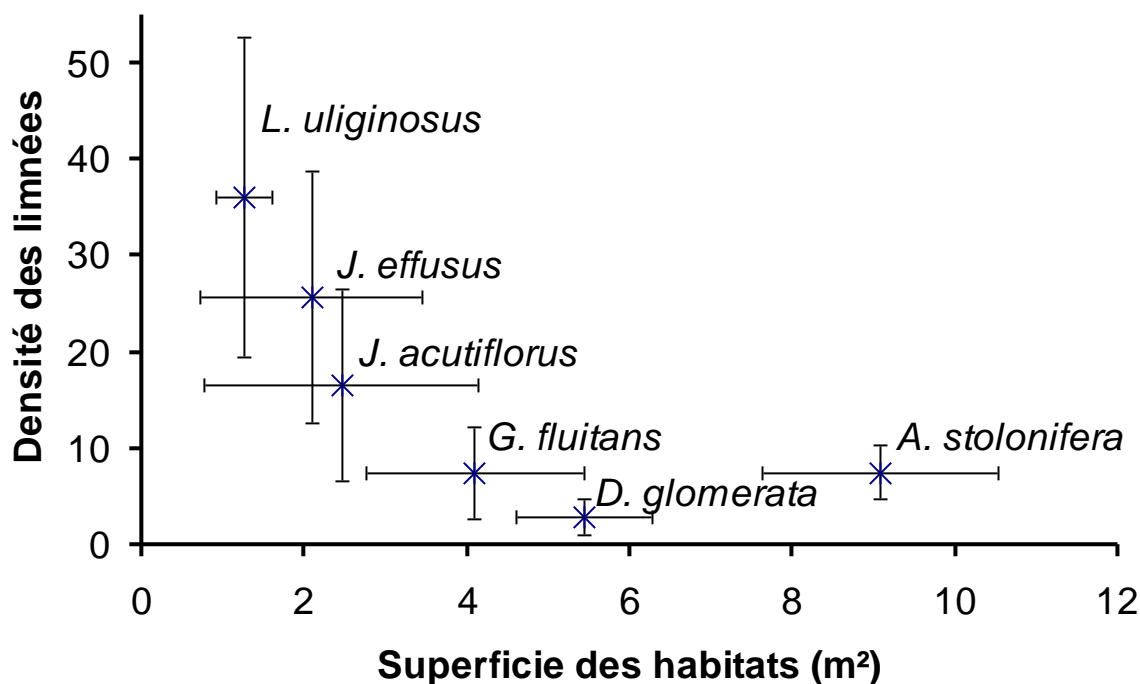


Figure 2. Relations entre la superficie des habitats et la densité de *G. truncatula* (par m² d'habitat) pour chaque espèce de plante indicatrice.

Dans le cas des plantes indicatrices (Fig. 2), les densités les plus importantes et les superficies les plus faibles concernent les sites avec *J. acutiflorus* ou *L. uliginosus*.

DISCUSSION

Les fréquences élevées (de 64,2 % à 98,1 %, tableau II) notées pour quatre types d'habitats avec *J. acutiflorus* démontrent que cette espèce est un bon indicateur pour les habitats à limnées situés dans les prairies et à leur pourtour sur les sols acides du Limousin. Comme ce jonc a fréquemment été observé en touffes sans qu'il y ait une autre plante indicatrice à ses côtés, sa présence près d'un point d'eau permet d'y rechercher *G. truncatula*. Cependant, comme *J. acutiflorus* est moins présent ou bien manque dans les autres types d'habitats, il ne peut pas être proposé comme la « plante standard » pour rechercher la limnée sur les autres sols acides de l'Europe de l'ouest. Parmi les cinq autres espèces de plantes, seuls *J. effusus* (fossés de drainage) et *G. fluitans* (berges d'étang ou de rivière) sont

représentatifs mais leur rôle comme plante indicatrice est limité à un seul et à deux types d'habitats par ordre respectif.

Les habitats les plus fréquents colonisés par *G. truncatula* se situent à la périphérie des rigoles de drainage superficiel et autour des sources. Cette localisation particulière n'est pas spécifique des seuls sols acides car de tels sites ont déjà été rapportés sur les terrains sédimentaires par Mehl (1932), Taylor (1965), Smith (1981) ou Moens (1991) pour l'Europe de l'ouest. Dans ces habitats, la dominance de *J. acutiflorus* sur les deux autres espèces de plantes indicatrices (*J. effusus* et *L. uliginosus*) peut s'expliquer facilement en raison des plus grandes exigences qu'ont ces deux dernières espèces vis-à-vis de l'humidité du sol (Botineau, 1985 ; Crowley *et al.*, 2003). Comme les habitats de la limnée sont généralement situés à la périphérie de la zone hygrophile dans les prairies et parfois dans la zone mésophile, l'humidité du sol dans de tels sites est nettement plus faible si bien qu'elle favorise le développement des touffes de *J. acutiflorus*. Par contre, le fait que les densités les plus élevées (plus de 25 limnées/m²) soient trouvées dans ces sites avec *J. acutiflorus* est plus difficile à expliquer. En effet, comme 60,8 % des habitats à l'extrémité des rigoles de drainage et 74,8 % de ceux localisés autour des sources sont de faible superficie ($\leq 2 \text{ m}^2$, tableau IV), des conditions favorables pour le développement des populations de *G. truncatula* doivent donc exister dans ces gîtes, malgré leur faible superficie et l'acidité du sol (de 5,6 à 6,8 : Guy *et al.*, 1996). A notre avis, l'hypothèse la plus valide est de relier ce résultat à la présence d'une autre limnée : *Omphiscola glabra*, sur la partie médiane des rigoles de drainage superficiel (Vareille-Morel *et al.*, 1999). La forte concurrence qui existe entre cette espèce et *G. truncatula* pour la nourriture comme pour la colonisation des rigoles au cours des mois d'hiver (Rondelaud *et al.*, 2005) serait plus faible dans le cas d'*O. glabra*, probablement en raison d'un nombre trop faible de mollusques si bien que des densités élevées de *G. truncatula* seraient observées en mars ou avril. Un argument supportant cette interprétation concerne les valeurs élevées (plus de 40 *G. truncatula*/m²) que notre équipe a notées dans 179 rigoles lorsque *O. glabra* est absente.

A l'exception des berges d'étang pour lesquelles les distributions des densités sont identiques dans le cas de *J. acutiflorus* et de *J. effusus*, une différence a été notée pour les autres types d'habitats en raison d'une répartition plus large des densités dans le cas du premier jonc. Un autre point dans le cas de *J. effusus* se rapporte aux faibles densités (< 10 limnées/m²) notées à l'extrémité des rigoles de drainage superficiel et dans quatre autres types d'habitats. Ces résultats suggèrent des conditions moins favorables pour la vie du mollusque dans les habitats caractérisés par *J. effusus* et ce point ne peut pas être rapporté aux superficies des gîtes car celles-ci se situent dans le même ordre de valeurs, quelle que soit l'espèce du jonc. La nécessité d'importantes variations annuelles du niveau de l'eau (Crowley *et al.*, 2003) comme celle de sols compactés (Brugel *et al.*, 2001) pour le développement de *J. effusus* conduirait au maintien de la population de limnées à une faible densité si bien que ces habitats, quel que soit leur type, pourraient être classés dans les « habitats réservoirs » définis par Taylor (1965). Dans le cas des trois autres espèces de plantes, la grande superficie de la plupart des gîtes ($> 5 \text{ m}^2$, tableau IV) se traduit par des densités inférieures à 10 limnées/m², probablement en raison de la dispersion des mollusques pour la quête de leur nourriture au cours de l'hiver.

Sur les sols acides, *J. acutiflorus* est une bonne espèce indicatrice pour les habitats à limnées situés dans les prairies et les fossés de route qui les bordent. Même si ce jonc est moins représentatif dans les autres types de gîtes pour la région du Limousin, sa large

distribution en Europe et son caractère euatlantique (Tutin *et al.*, 1980) permettent de l'utiliser pour rechercher la plupart des habitats de *G. truncatula* sur l'ensemble des sols acides présents dans les pays de l'Europe de l'ouest. Cependant, aucune information n'est disponible à l'heure actuelle sur le rôle exact de cette plante comme espèce indicatrice dans les régions sédimentaires comme dans celles d'altitude. Des études supplémentaires dans ces zones sont donc encore nécessaires pour déterminer si ce jonc ou d'autres plantes peuvent être utilisés comme indicateurs pour détecter la présence des habitats de la limnée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Mme le Dr C. Descubes-Gouilly, M. le Prof. A. Ghestem et M. le Prof. M. Botineau, Laboratoire de Botanique et de Cryptogamie Vasculaire, Faculté de Pharmacie de Limoges pour l'aide qu'ils leur ont apportée au cours de ces trente années.

BIBLIOGRAPHIE

- BOTINEAU M., 1985.- Contribution à l'étude botanique de la haute vallée de la Vienne (phytogéographie, phytosociologie). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **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, 863 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. *Biol. Environ. Proc. R. Irish Acad.*, **103B**, 69-82.
- DREYFUSS G., VAREILLE-MOREL C. & RONDELAUD D., 1997.- Les habitats de *Lymnaea truncatula* Müller (Mollusque) le long de deux rivières. *Ann. Limnol.-Int. J. Limnol.*, **33**, 67-72.
- 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. *Bull. Soc. Hist. Nat. 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. *Bull. Soc. Hist. Nat. 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. *Rev. Méd. Vét. (Toulouse)*, **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. *Ann. Limnol.-Int. J. Limnol.*, **42**, 173-180.

- MAGE C., REYNAL P., RONDELAUD D. & CHASTELOUX C., 1989.- Mise en pratique du contrôle de l'infestation par *Fasciola hepatica* chez des bovins limousins. *Bull. Group. Tech. Vét.*, **347**, 5-10.
- MEHL S., 1932.- Die Lebensbedingungen der Leberegelschnecke (*Galba truncatula* Müller). Untersuchungen über Schale, Verbreitung, Lebensgeschichte, natürliche Feinde und Bekämpfungsmöglichkeiten. *Arb. Bayer. Landesanst. Pflanzenbau Pflanzenschutz*, **2**, 1-177.
- MOENS R., 1981.- Les habitats de *Lymnaea truncatula*, hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica*. *Rev. Agricult.*, **34**, 1563-1580.
- MOENS R., 1991.- Factors affecting *Lymnaea truncatula* populations and related control measures. *J. Med. Appl. Malacol.*, **3**, 73-84.
- OVER H.J., 1962.- A method of determining the liver fluke environment by means of the vegetation type. *Bull. Off. Int. Epiz.*, **58**, 297-304.
- PATZER H.E., 1927.- Beiträge zur Biologie der Leberegelschnecke *Galba (Limnaea) truncatula* Müller. *Zool. Jahrb. Abt Allg. Zool. Physiol. 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. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **44**, 187-206.
- RONDELAUD D., HOURDIN P., VIGNOLES G. & DREYFUSS G., 2005.- 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. *Parasitol. Res.*, **95**, 305-309.
- STAT-ITCF, 1988.- Manuel d'utilisation. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Service des Etudes Statistiques, Boigneville, 210 p.
- SMITH G., 1981.- A three-year study of *Lymnaea truncatula* habitats, disease foci of fascioliasis. *Br. Vet. J.*, **17**, 329-342.
- 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: Fasciolosis*, par DALTON J.P., éd. CABI Publishing, Oxon, 113-149.
- TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M. & WEBB D.A., 1980.- Flora Europaea. Vol. 5: Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones). Cambridge University Press, Cambridge, 452 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. *Ann. Limnol.-Int. J. Limnol.*, **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.

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