

Le campagnol amphibie *Arvicola sapidus* dans le bassin versant de la Sioule (Allier, Puy-de-Dôme et Creuse)

Etat de la population, influence de facteurs naturels et anthropiques, et apport général à l'étude des populations



Merci à Christian Bouchardy et Jean-François Noblet pour leur soutien au projet de cette étude, à Jean-Pierre Quéré pour ses conseils concernant le piégeage, aux propriétaires et aux exploitants agricoles pour leur disponibilité. Merci à tous les participants bénévoles pour leur travail sur le terrain, en particulier Sophie Hermeline pour sa participation à temps plein de deux mois.

*Enfin cette étude n'aurait pu être réalisée sans l'excellent travail effectué dans le cadre d'un stage de 5 mois par **Pauline Charruau**, alors étudiante en Diplôme d'Etudes Supérieures. Un grand merci à elle pour son investissement et la qualité de son travail.*

Couverture :

Campagnol amphibie, photo Pauline CHARRUAU

Site favorable au Campagnol amphibie, photo Pierre RIGAUX

Introduction	4
1 Présentation de l'espèce, des connaissances régionales et de la zone d'étude	5
1.1. Le campagnol amphibie <i>Arvicola sapidus</i>.....	5
1.1.1. <i>Systématique</i>	5
1.1.2. <i>Répartition</i>	5
1.1.3. <i>Description</i>	6
1.1.4. <i>Biologie</i>	7
1.1.5. <i>Etat des populations et menaces</i>	8
1.1.6. <i>Statut</i>	10
1.2. Connaissances régionales	10
1.3. Zone d'étude.....	12
2. Répartition	14
2.1. Méthode de prospection.....	14
2.2. Prospections	16
2.2.1. <i>Prospections initiales</i>	16
2.2.1.1. <i>Méthode</i>	16
2.2.1.2. <i>Résultats</i>	16
2.2.2. <i>Prospections complémentaires</i>	17
2.2.2.1. <i>Méthode</i>	17
2.2.2.2. <i>Résultats</i>	17
2.3. Analyse et discussion	18
2.3.1. <i>Concernant la méthode</i>	18
2.3.2. <i>Concernant les résultats</i>	19
3. Effectifs.....	20
3.1. Méthode.....	20
3.2. Résultats	23
3.2.1. <i>Abondances</i>	23
3.2.2. <i>Biométrie</i>	23
3.2.3. <i>Espèces supposées concurrentes</i>	24
3.3. Analyse et discussion	24
3.3.1. <i>Concernant la méthode</i>	24
3.3.2. <i>Concernant les résultats</i>	25
3.3.2.1. <i>Biométrie</i>	25
3.3.2.2. <i>Abondances</i>	26
4. Influence de facteurs du milieu.....	28
4.1. Méthode.....	28
4.1. Résultats et analyses	29
4.1.2. <i>Berges immédiates</i>	29
4.1.2.1. <i>A l'échelle de l'ensemble des tronçons prospectés</i>	29

4.1.2.2. Comparaison zone de présence/hors zone de présence	32
4.1.2.3. A l'échelle de la zone de présence.....	33
4.1.3. <i>Environnement</i>	35
4.1.3.1. Résultats.....	35
4.1.3.2. Analyse et discussion.....	36
4.1.4. <i>Espèces concurrentes</i>	36
4.1.4.1. Résultats.....	36
4.1.4.2. Analyse et discussion.....	37
5. Influence de perturbations	39
5.1. <i>Méthode</i>	39
5.2. <i>Résultats</i>	41
5.3. <i>Analyse et discussion</i>	44
6. Discussion générale et conclusion	48
7. Références bibliographiques	51
Annexes	53
Résumé	54
Summary	54

Introduction

Le campagnol amphibie *Arvicola sapidus* est un petit rongeur inféodé aux milieux aquatiques, habitant les zones humides, les berges des cours d'eau, des lacs et des étangs. Il semble être en régression dans une grande partie de son aire de répartition limitée à une partie de la France métropolitaine et à la péninsule ibérique. Les facteurs expliquant ce déclin seraient principalement la concurrence et la prédation avec les rongeurs aquatiques introduits, les campagnes de destruction de ces espèces et la destruction de son habitat. L'état de la population, son évolution et l'impact de ces facteurs sont cependant très peu connus.

Les objectifs de cette étude sont les suivants : il s'agit de connaître avec précision la répartition et l'état de la population d'*Arvicola sapidus* à l'échelle de l'ensemble d'un bassin versant présentant sur 2250 km² une large gamme de situations paysagères, écologiques et agricoles. Il s'agit ensuite d'apporter des éléments de méthode concernant la mise en évidence de la répartition et de l'abondance d'*A. sapidus* sur une courte période à l'échelle d'un territoire donné. Enfin il s'agit d'apporter des éléments de connaissance concernant l'influence possible de certains facteurs anthropiques et naturels sur la présence et l'abondance d'*A. sapidus*.

Pour ce faire, l'étude s'appuie sur deux phases de relevés de terrain. Une campagne de prospection a d'abord été menée dans l'ensemble du bassin versant de la Sioule afin de mettre en évidence la répartition et la densité d'occupation du réseau hydrographique par *A. sapidus*. Lors de cette prospection, des éléments de description du milieu ont été relevés afin de permettre une comparaison entre eux des sites occupés ou non. Ces informations ont été complétées par une enquête sur les pratiques d'entretien ou d'exploitation du cours d'eau et des berges auprès des exploitants de parcelles jouxtant un échantillon de sites occupés ou non par *A. sapidus*. Enfin une campagne de piégeage non létal par capture-marquage-recapture a été réalisée sur un échantillon de tronçons occupés par *A. sapidus*, d'une part afin d'estimer quantitativement l'état de la population, et d'autre part afin de comparer les abondances relatives d'un site à l'autre en lien avec certains facteurs de perturbation du milieu.

Dans une première partie, l'état des connaissances sur *A. sapidus* est exposé, et la zone d'étude est présentée. Dans chacune des quatre parties suivantes, la méthode et les résultats obtenus sont présentés, analysés et discutés ; ces quatre parties concernent respectivement la répartition, les effectifs, l'influence de facteurs du milieu, et l'influence de facteurs de perturbation sur *A. sapidus*. Enfin l'ensemble des résultats est discuté dans une sixième partie.

1 Présentation de l'espèce, des connaissances régionales et de la zone d'étude

1.1. Le campagnol amphibie *Arvicola sapidus*

1.1.1. Systématique

Le campagnol amphibie *Arvicola sapidus*, parfois appelé campagnol aquatique ou rat d'eau, est un mammifère de l'ordre des Rongeurs, de la famille des Muridés et de la sous-famille des Arvicolinés qui regroupe en France les 12 espèces de campagnols et le rat musqué.

Arvicola sapidus n'a été clairement distingué du campagnol terrestre *Arvicola terrestris* qu'au cours du 20^{ème} siècle par son nombre de chromosomes $2n = 40$ ($2n = 36$ chez *A. terrestris*). La confusion fut longtemps entretenue par le fait qu'*A. terrestris* présente deux écotypes dont un (*A. terrestris terrestris*) morphologiquement très proche de *sapidus* et adoptant comme lui un mode de vie aquatique. Le second écotpe du campagnol terrestre, *A. terrestris scherman*, présente une grande variabilité morphologique et diffère écologiquement d'*A. sapidus* par son mode de vie fouisseur¹⁵.

Deux sous-espèces de *A. sapidus* sont reconnues : une forme sombre (*A. sapidus tenebricus* Miller, 1908) et une forme claire (*A. sapidus sapidus*)¹⁵.

1.1.2. Répartition

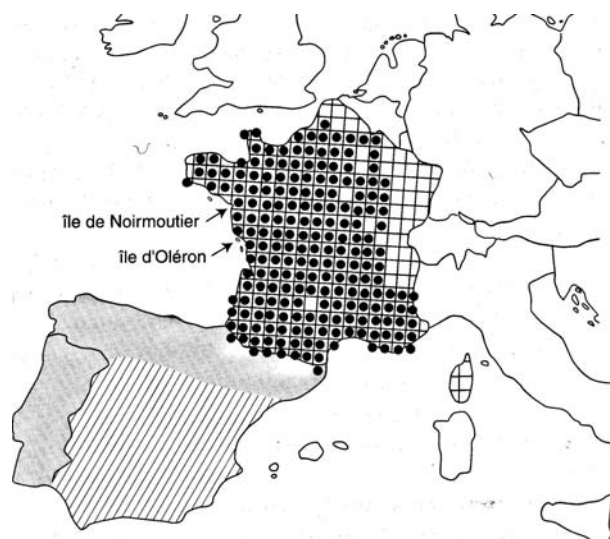
Arvicola sapidus est uniquement présent en France, Espagne et Portugal. La confusion dans les identifications avec la forme aquatique d'*A. terrestris* est possible dans le nord de la France où celle-ci est présente dans des limites géographiques encore mal connues. La confusion avec la forme fouisseuse d'*A. terrestris* est possible dans le Massif Central notamment. Cependant les données morphologiques permettent désormais de bien séparer les deux espèces *A. sapidus* et *A. terrestris*.¹⁵



Carte n° 1 : Répartition du genre *Arvicola*

campagnol amphibie *A. sapidus* en rose, campagnol terrestre forme aquatique *A. terrestris terrestris* en blanc, campagnol terrestre forme fouisseuse *A. terrestris scherman* en hachuré (Noblet d'après Le Louarn et Quéré 2003¹⁹)

On ne trouve la forme claire d'*A. sapidus* que dans le sud de la péninsule ibérique, et la forme sombre au nord de l'Espagne et en France où elle est présente au sud-ouest d'une ligne reliant la Somme à l'Isère puis aux Alpes-Maritimes¹⁵. On s'intéressera donc à la forme sombre d'*A. sapidus*, en prenant soin d'éviter toute confusion avec la forme fouisseuse de *A. terrestris* d'une part, présente en Auvergne mais ne fréquentant à priori pas le même type de milieu, et d'autre part avec la forme aquatique d'*A. terrestris* fréquentant les mêmes milieux mais *a priori* absente d'Auvergne¹⁵.



Carte n° 2 : Répartition du campagnol amphibie
en noir : répartition française, en gris : répartition continue, en hachuré : répartition discontinue, d'après Le Louarn & Quéré 2003¹⁵

1.1.3. Description



Campagnol amphibie Arvicola sapidus

Arvicola sapidus est le plus gros des campagnols présents en France ; il y reste néanmoins le plus petit des rongeurs indigènes inféodés aux milieux aquatiques²⁸. Il a des yeux relativement petits, des oreilles assez petites, très velues surtout sur les bords et presque entièrement cachées dans la fourrure⁸ de teinte foncée sur le dos, plus claire sur les flancs et le ventre et moins rase que celle des autres campagnols de France¹⁵. Il se distingue généralement d'*Arvicola terrestris* par une queue relativement plus longue (environ 2/3 de la longueur tête + corps²³) et un museau un peu plus pointu¹⁶ ; outre la forme des molaires, des mandibules et du crâne¹⁹, le seul critère morphologique fiable le distinguant d'*A. terrestris* reste cependant la longueur du pied postérieur, supérieure chez *A. sapidus*¹⁵.

Tableau n° 1 : Mensurations d'*Arvicola sapidus*, d'après Le Louarn et Quéré 2003¹⁵ :

Longueur tête + corps	165-230 mm
Longueur queue	105-140 mm
Longueur pied postérieur	32-38 mm
Hauteur pavillon de l'oreille	14-20 mm
Poids	165-275 g

1.1.4. Biologie

Le campagnol amphibie est inféodé au milieu aquatique. Il habite les rives des cours d'eau lents, des marais, des mares, étangs et lacs²³. On le trouve de la plaine à 2000 m d'altitude dans les Pyrénées et 2600 m dans la Sierra Nevada¹⁵.

Il aurait besoin d'eau ou de zones humides à faible variation de niveau¹⁹. La forme claire en Espagne a cependant été trouvée dans des lacs asséchés¹³. Il peut habiter le long des cours d'eau traversant les agglomérations et dans les canaux d'irrigation²³. Bien que ne présentant pas d'adaptations particulières à la vie aquatique, le campagnol amphibie plonge et nage aisément en se servant de ses quatre pattes¹⁵ ; il peut rester sous l'eau plusieurs minutes¹⁹, se déplace à terre suivant des tracés bien déterminés et peut creuser des coulées dans la végétation haute ou le long des racines et des irrégularités des berges¹⁶.

Il creuse ses terriers dans les berges, un peu au dessus de la surface de l'eau ; en terrain marécageux, il peut établir son nid dans une touffe de végétation. Le terrier est constitué de galeries avec chambres à provisions et parfois cheminée de ventilation. Une entrée d'environ 6 cm de diamètre¹⁹ est submergée, qu'il peut regagner en marchant sur le fond¹⁶. A l'orifice de la galerie principale se trouve un espace dégagé (dit « réfectoire »¹⁹) où le campagnol consomme sa nourriture et où il est fréquent de trouver des restes de plantes. Cette « salle à manger » est parfois établie dans la végétation aquatique¹⁵. *Arvicola sapidus* se nourrit en grande partie de plantes aquatiques et de celles poussant au voisinage des berges. Il consomme les racines et les parties aériennes ou submergées. Dans certaines régions, il peut compléter son alimentation par la consommation d'insectes (notamment des larves de phryganes (obs. pers.)), d'écrevisses, de poissons, d'amphibiens,¹⁶ et même de charognes¹⁹.

Ses prédateurs sont principalement les carnivores liés aux milieux aquatiques comme le putois, la loutre d'Europe et désormais le vison d'Amérique, ainsi que certains rapaces tels que la chouette effraie et le busard des roseaux¹⁵. Le campagnol amphibie aurait quotidiennement trois périodes assez nettes d'activité : l'une en fin de matinée, l'autre dans la première moitié de l'après-midi ; puis il ressort la nuit¹⁵. Il peut déposer ses crottes de manière groupée, ce qui semble jouer un rôle de marquage territorial²⁸.

La saison de reproduction se déroulerait d'avril à septembre en France¹⁵, période à laquelle on trouve des femelles gestantes ; les mâles peuvent cependant garder une activité sexuelle toute l'année, bien qu'elle soit maximale d'avril à octobre ; faible en décembre et janvier, elle reprend en février²³. Mâles et femelles se poursuivent dans l'eau en poussant de petits cris. L'accouplement a lieu dans l'eau ou à proximité immédiate. La gestation dure trois semaines. La femelle a huit mamelles. Il y a trois ou quatre portées par an¹⁹ de 2 à 8 jeunes¹⁶ (3,5 en moyenne¹⁹). Le sex-ratio est globalement équilibré. Les adultes subissent deux mues annuelles, alternant pelage d'été et pelage d'hiver¹⁵.

Le campagnol amphibie vit en petits groupes familiaux¹⁹. La densité varie selon la quantité de nourriture disponible et l'abondance de biotopes favorables. Dans de bonnes conditions on peut trouver 5 individus pour 100 m de rive¹⁶. Enfin notons que son impact sur le milieu et l'agriculture est négligeable ; *A. sapidus* n'a jamais été mentionné comme étant susceptible de porter atteinte aux activités humaines¹⁹.

1.1.5. Etat des populations et menaces

Le campagnol amphibie semble être en régression, semble-t-il en liaison avec l'expansion des gros rongeurs aquatiques introduits (rat musqué *Ondatra zibethicus*, ragondin *Myocastor coypus*)¹⁵. Le Ministère de l'environnement mentionne en 1993 la disparition des populations denses d'*A. sapidus* dans les années 1970-1980, remplacées par le rat musqué¹⁸. De nombreux mammalogistes en France font état d'un déclin du campagnol amphibie dans la Nièvre, les Deux-Sèvres, la Sarthe, la Mayenne, l'Ille et Vilaine, la Seine-et-Marne, en Loire-Atlantique, Charente-Maritime, Bretagne et en Sologne. Sa disparition est probable en Isère¹⁹.

L'évolution des populations semblerait cependant très variable d'une région à une autre²⁵. *A. sapidus* résisterait sur l'île de Noirmoutier et certains secteurs du Massif Central¹⁹ : l'espèce semble par exemple encore commune dans le Limousin¹¹ et bien présente dans l'avancée nord-est du Massif Central que constitue le Morvan²⁴. Plus globalement, les mêmes phénomènes de régression généralisée qu'en France seraient constatés en Espagne et au Portugal¹⁹.

Les causes de ce probable déclin ne sont pas nettement identifiées. On cite les campagnes d'empoisonnement des rats, ragondins, rats musqués avec raticides et anticoagulants (Bromadiolone, Chlorophacinone), la concurrence avec le rat musqué et le ragondin, la prédation par le rat gris *Rattus norvegicus* et dans certaines régions le vison d'Amérique *Mustela vison*, le piégeage et le tir destiné aux nuisibles, la modification du milieu naturel (drainage, remblaiement des zones humides, rectification des cours d'eau, busage, entretien drastique des végétaux des berges, bétonnage et enrochement des berges), la variation trop forte des niveaux d'eau (barrages, assèchement estival).¹⁹

Le campagnol amphibie n'exigerait probablement pas une qualité d'eau excellente en permanence. Les cours d'eau pollués peuvent cependant attirer les rats gris, concurrents voire prédateurs supposés importants du campagnol¹⁹. Le rat gris *Rattus norvegicus*, originaire de Sibérie et de Chine, a progressivement gagné

l'Europe à la faveur des déplacements humains, atteignant la France au milieu du 18^{ème} siècle ; il est aujourd'hui présent dans tout le pays, est ubiquiste et se trouve à peu près partout pour peu que le biotope présente une certaine humidité, puisqu'il est terrestre et aquatique, et pas seulement commensal de l'homme. On le trouve fréquemment le long des rivages et sur les berges des cours d'eau et des lacs¹⁵, et il est possible que les habitudes carnivores de *R. norvegicus* constituent pour les portées d'*A. sapidus* un danger non négligeable¹⁶.

En Grande-Bretagne où *Arvicola sapidus* est naturellement absent, la forme aquatique du campagnol terrestre *Arvicola terrestris terrestris*, qui le remplace dans les mêmes biotopes, a subi un très fort déclin²⁷ dont le rat gris a été supposé être à l'origine. Des expériences en captivité ont alors montré qu'*Arvicola terrestris terrestris* réagissait spécifiquement à l'odeur du rat gris comme à celle d'un prédateur³. Il a également été montré que la forme aquatique du campagnol terrestre stoppait son activité nocturne dans les zones où le rat gris était commun¹⁴. D'aucuns supposent même qu'*A. terrestris terrestris*, auparavant plus inféodé aux habitats terrestres, se serait déplacé vers des biotopes aquatiques en partie à cause du rat gris¹³. *Rattus norvegicus* pourrait être un prédateur des jeunes d'*A. terrestris terrestris* et un fort compétiteur des adultes¹⁹. Ces études menées en Grande-Bretagne sur la forme aquatique du campagnol terrestre n'ont pas d'équivalent sur le campagnol amphibie qui occupe en France la même niche écologique, mais on peut supposer que l'impact négatif du rat gris en terme de concurrence voire de prédation sur *A. sapidus* n'est pas négligeable.

Le rat musqué *Ondatra zibethicus* est une espèce nord-américaine introduite pour sa fourrure en Europe dans les fermes d'élevage au début du 20^{ème} siècle. Des individus relâchés ou échappés ont progressivement colonisé la majeure partie de l'Europe, atteignant le Massif Central à la fin des années soixante-dix. L'espèce est actuellement présente dans toute la France à l'exception des Alpes, des Pyrénées et de la Corse¹⁵ ; elle est largement répandue en Auvergne¹. Nettement plus gros que le campagnol amphibie, le rat musqué vit notamment dans les mêmes milieux, et une compétition semble s'installer entre les deux espèces : leur alimentation est en partie la même, et le creusement des berges par les rats musqués bouleverse les terriers d'*A. sapidus*¹⁵. En Loire-Atlantique par exemple, le campagnol amphibie semble avoir subi une nette régression depuis l'arrivée du rat musqué²³. L'Atlas départemental des mammifères de la Nièvre (1994) note une diminution d'*A. sapidus* depuis l'arrivée du rat musqué et du ragondin¹⁹.

Le ragondin *Myocastor coypus* est originaire d'Amérique du sud. Il a été introduit en Europe à la fin du 19^{ème} siècle dans des élevages pour sa fourrure. Des échappés trouvèrent ici des conditions de vie voisines de leur aire d'origine et permirent la colonisation d'une partie de l'Europe. Le ragondin fut signalé pour la première fois en France en 1882 ; il est aujourd'hui présent dans la majeure partie du pays à l'exception des zones montagneuses¹⁵ ; il est largement répandu en Auvergne¹ où on le trouve jusqu'à plus de 1200 mètres d'altitude (obs. pers.). Etant après le castor le plus gros rongeur habitant les milieux aquatiques (4 à 8 kg), le ragondin n'a pas de prédateur en France hormis les chiens et parfois la loutre. Son action sur les berges est forte par ses creusements, les coulées qu'il trace dans la végétation et parfois sa consommation des ceintures végétales des étangs¹⁵. On peut supposer que les perturbations occasionnées sur les rives par le ragondin

peuvent avoir -comme c'est le cas pour le rat musqué- un effet non négligeable sur les populations de campagnol amphibie. Plusieurs naturalistes avancent cette hypothèse, dans le Marais Poitevin notamment¹⁹.

Enfin l'impact des campagnes d'empoisonnement des gros rongeurs aquatiques sur les populations d'*A. sapidus* serait important. De nombreux mammalogistes en témoignent en Bretagne, dans le Marais Poitevin et les marais de l'ouest en général où *A. sapidus* a été vu plusieurs fois sur les radeaux portant des appâts empoisonnés¹⁹.

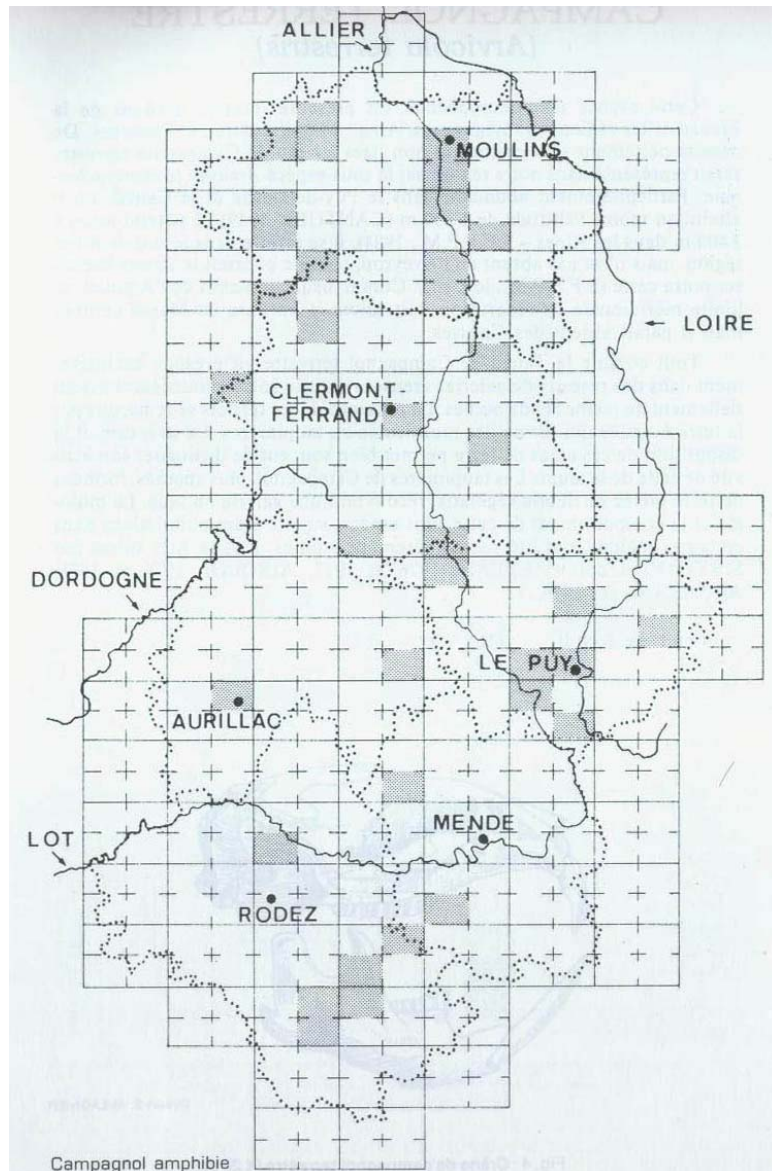
1.1.6. Statut

Le campagnol amphibie a pour l'UICN (l'Union Internationale de Conservation de la Nature) un statut indéterminé ; il est classé sur la liste rouge mondiale des espèces menacées dans la catégorie « faible risque - proche de la catégorie vulnérable »². Il n'est pas pris en compte par la convention de Berne ni par la directive « Habitats-Faune-Flore » de l'Union Européenne. En France il n'est pas inscrit sur liste rouge, n'est pas protégé par le code de l'Environnement et n'est pas susceptible d'être classé gibier ou nuisible¹⁵. Selon le Muséum National d'Histoire Naturelle, le campagnol amphibie est une espèce « pouvant être considérée comme en danger, vulnérable ou rare, mais à propos de laquelle le manque d'information ne permet pas de confirmer ou d'infirmer le statut »¹⁸. Il n'y a eu aucune enquête nationale sur *A. sapidus*. Il n'est pas cité dans le Programme d'action pour la faune et la flore sauvages publié en 1996 par le Ministère de l'Environnement¹⁹.

1.2. Connaissances régionales

Les données concernant la présence d'*Arvicola sapidus* en Auvergne sont très peu nombreuses, et l'état de ses populations y est à peu près inconnu.

- Un « Atlas de répartition des mammifères dans l'Allier, l'Aveyron, le Cantal, la haute-Loire, la Lozère et le Puy-de-Dôme » en 1986¹⁰, probablement très incomplet sur cette espèce, donne un très faible recouvrement de la présence du campagnol amphibie dans la région. La présence d'*A. sapidus* y est présentée comme étant disséminée en Auvergne, principalement dans le Val d'Allier (Haute-Loire, Puy-de-Dôme, Allier) et dans le bassin hydrographique du Cher (Puy-de-Dôme, Allier) ; parmi les mailles de 10x10 kms contenant au moins une donnée de présence d'*A. sapidus*, 4 sont concernées au moins en partie par le bassin versant de la Sioule. L'espèce semble pour le COA (1986) être en régression dans l'Allier depuis la prolifération du rat musqué¹⁰.



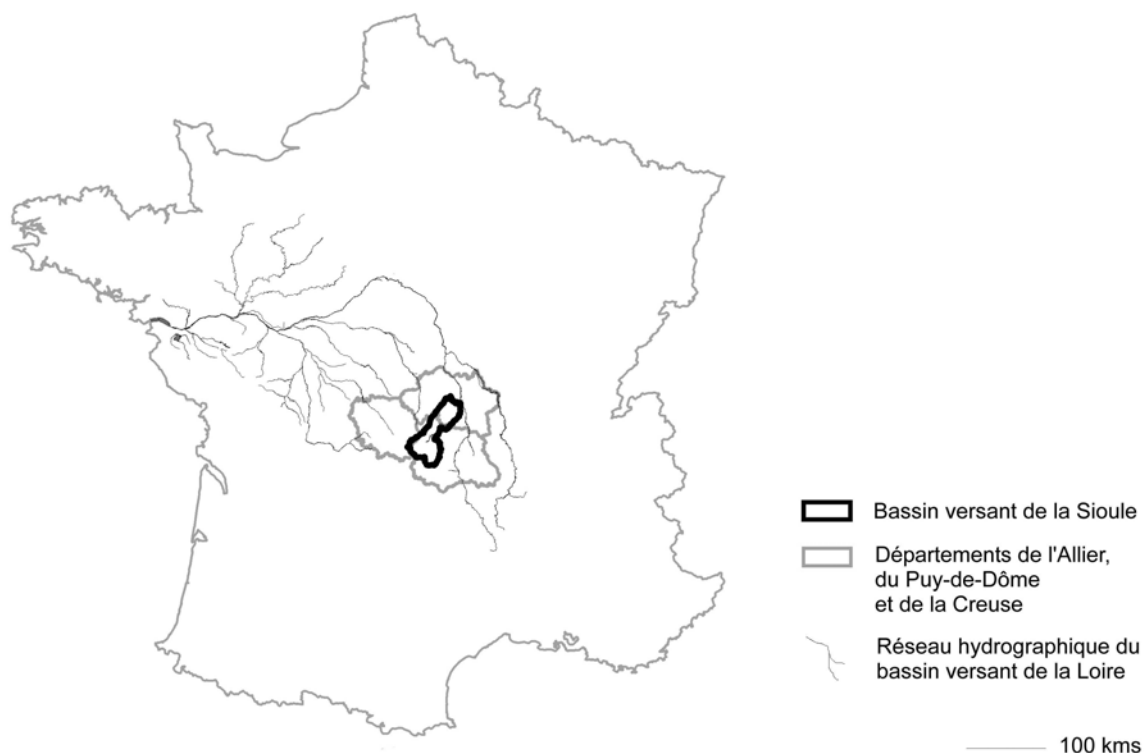
Carte n° 3 : Données de présence du campagnol amphibie dans l'Allier, l'Aveyron, le Cantal, la Haute-Loire, la Lozère et le Puy-de-Dôme (COA 1986)

- Le campagnol amphibie est noté dans la liste des espèces présentes au sein de la Réserve Naturelle du Val d'Allier (Allier) où sa dernière observation remonte à 2003 par Gilles Dupuy (G. Pic, comm. pers.) ; on le trouve aussi sur la liste des espèces connues dans la Réserve Naturelle des sagnes de la Godivelle (Puy-de-Dôme)²⁰ où Bruhnes le dit très abondant en 1980⁶ mais ne le cite pas l'année suivante⁷, aucune observation n'ayant été rapportée depuis (Leroy, comm. pers.).

- Des analyses de pelotes de rejection du Grand-duc d'Europe *Bubo Bubo* récoltées entre 2000 et 2006 (Martin Y. & Riols C., comm. pers.) apportent quatre données auvergnates concernant la présence d'*A. sapidus* : une dans le sud Allier, et trois dans la moitié ouest du Puy-de-Dôme dont une dans le bassin versant de la Sioule (2002-2006). Enfin *A. sapidus* est connu du GMA dans quatre localités dispersées dans l'Allier (Giosa & Rigoulet, Auclair, Courtois, Rigaux, comm. pers. et obs. pers. 2002-2006), dans une localité dans le centre du Puy-de-Dôme (Lallemant & Rigaux, obs. pers. 2006) et dans une localité du Cantal (obs. pers. 2007).

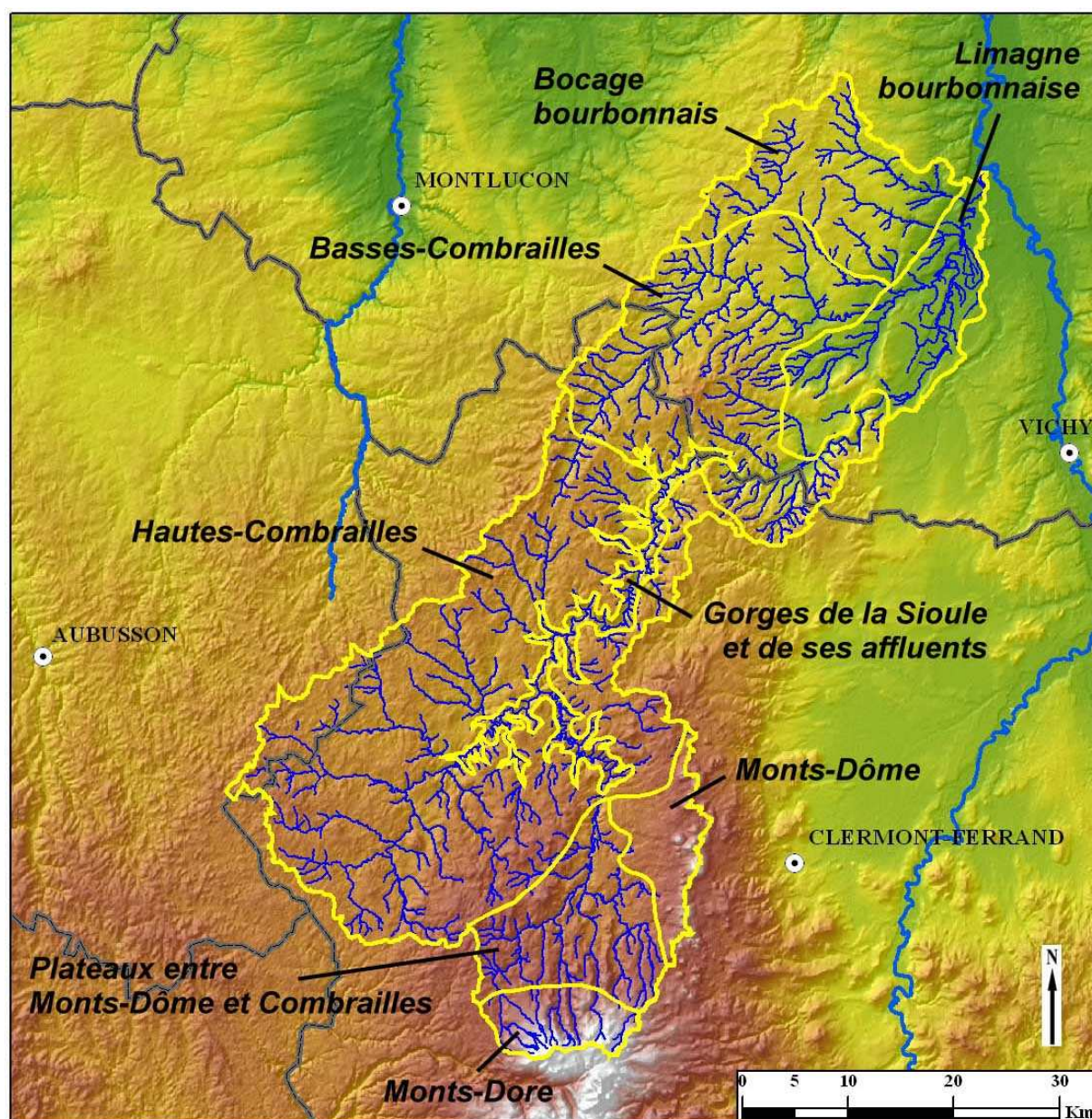
1.3. Zone d'étude

La Sioule est un des principaux affluents de la rivière Allier qui appartient au bassin hydrographique de la Loire.



Carte n° 4 : Localisation du bassin versant de la Sioule

D'une superficie de 2250 km², le bassin versant de la Sioule présente un réseau hydrographique globalement dense et peut être divisé en plusieurs entités géographiques différenciées : les contreforts des Monts-Dore culminant dans la zone d'étude à 1525 m d'altitude et caractérisés par un paysage d'estives et de forêts de pente ; les Monts-Dôme, chaîne volcanique entre 1400 et 800 mètres d'altitude occupée majoritairement par la forêt ; les plateaux entre Monts-Dôme et Combrailles, de 900 à 700 mètres d'altitude, composés principalement de prairies ouvertes, de boisements et d'une zone de prairies inondables ; les Hautes-Combrailles et les Basses-Combrailles, de 900 à 400 mètres d'altitude, présentant un paysage de prairies souvent humides dans les parties les plus hautes, et de boisements ; les gorges de la Sioule et de ses affluents, de 700 à 300 mètre d'altitude, rivières encaissées entre des flancs forestiers ; le bocage bourbonnais, pays de prairie bocagère entre 450 et 250 mètres d'altitude ; enfin la plaine de la Limagne bourbonnaise occupée par la grande culture et traversée par le val de Sioule jusqu'à la confluence avec l'Allier à 230 mètres d'altitude.



Carte n°5 : Entités géographiques du bassin versant de la Sioule

2. Répartition

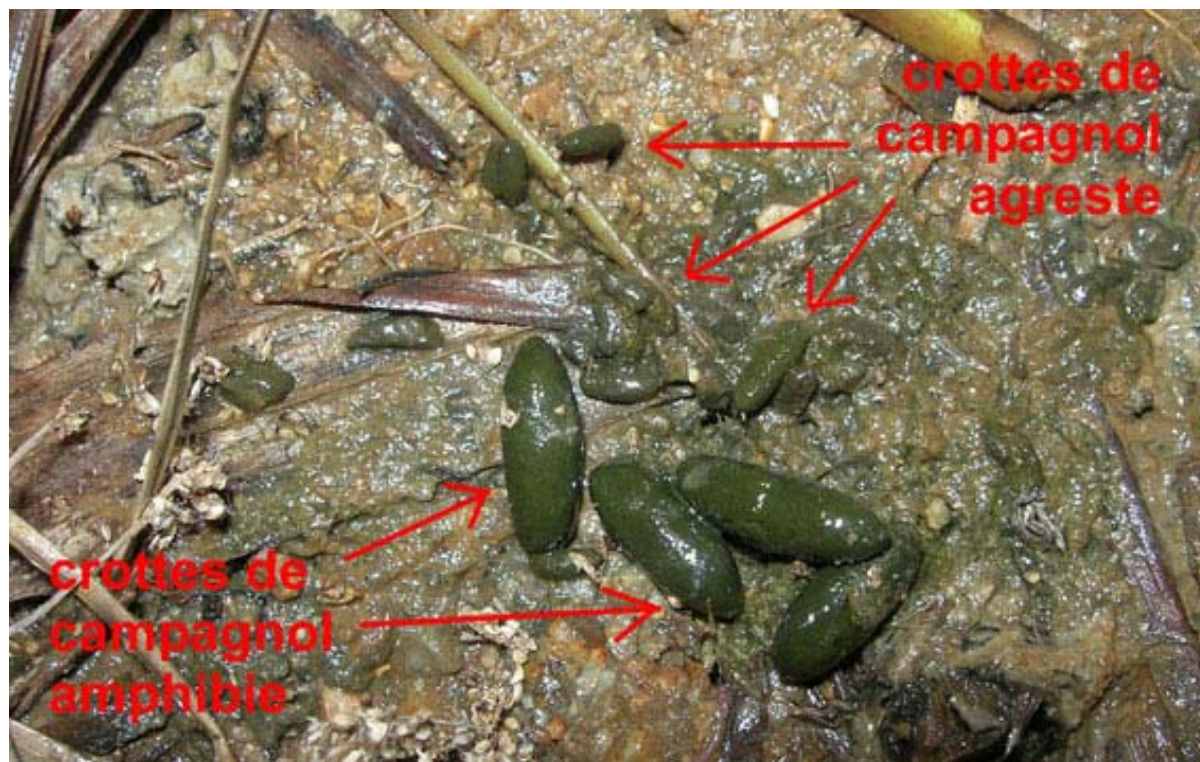
2.1. Méthode de prospection



La prospection consiste en la recherche des traces et indices de présence du campagnol amphibie sur un tronçon de cours d'eau ou une portion de berge d'un étang ou d'une mare. La très grande majorité des tronçons concerne des cours d'eau de largeur inférieure à 1 mètre, dont les deux berges ont fait l'objet de la recherche. La longueur des tronçons prospectés est d'au moins 100 mètres, souvent plus (elle est alors relevée), étant admis que plusieurs individus d'*A. sapidus* occupent 100 mètres de berge lorsque l'espèce est présente dans de bonnes conditions¹⁵. La prospection se fait en parcourant à pied la berge immédiate ou le lit du cours d'eau, et en cherchant de manière systématique les indices de présence d'*A. sapidus* tout au long du tronçon, sur une largeur comprise entre 0 et 1 mètre de l'eau.

Les traces et indices de présence du campagnol amphibie sont habituellement les crottes, les réfectoires, les empreintes, les coulées et l'entrée des terriers ; cependant seule la présence de crottes ou de crottiers a été retenue comme indice certain de la présence d'*A. sapidus*. En effet il est souvent difficile d'attribuer avec certitude les autres indices au campagnol amphibie, étant donné le risque de confusion existant parfois avec d'autres espèces susceptibles d'être trouvées dans les mêmes milieux, principalement le campagnol agreste *Microtus agrestis*, le rat musqué *Ondatra zibethicus* et le rat gris *Rattus norvegicus* (cf. annexe 1). Les

crottes d'*A. sapidus* sont caractéristiques de l'espèce et facilement détectables lorsque celle-ci est présente. Avant le commencement de l'étude, il a été constaté sur des sites occupés par l'espèce que des crottes et des crottières étaient visibles en toute saison (sauf en cas de recouvrement par la neige ou de crue très récente) (obs. pers.).



©Pierre RIGAUX

Crottes de Campagnol amphibie et de campagnol agreste

La recherche s'effectue en écartant systématiquement la végétation herbacée de manière à découvrir les crottes et les crottières sur toute la longueur du tronçon. Notons que sur la plupart des tronçons identifiés comme « positifs » à l'issue de la prospection (c'est-à-dire sur lesquels a été détectée la présence d'*A. sapidus*), les crottes ont été trouvées dès les premières minutes de la recherche. A l'inverse, il a été considéré que l'absence de découverte de crottes à l'issue d'une recherche assidue nous renseignait sur l'absence de campagnol amphibie le long du tronçon considéré.

La zone d'étude a été divisée en mailles carrées de 5 kilomètres de côté. La prospection a été effectuée le plus souvent par équipe de 2 personnes, et la plupart des mailles de la zone d'étude a été prospectée par plusieurs équipes différentes. La majorité des prospections a eu lieu au cours du printemps 2007 dans toute la zone d'étude ; une minorité a été faite au cours de l'automne précédent.

2.2. Prospections

2.2.1. Prospections initiales

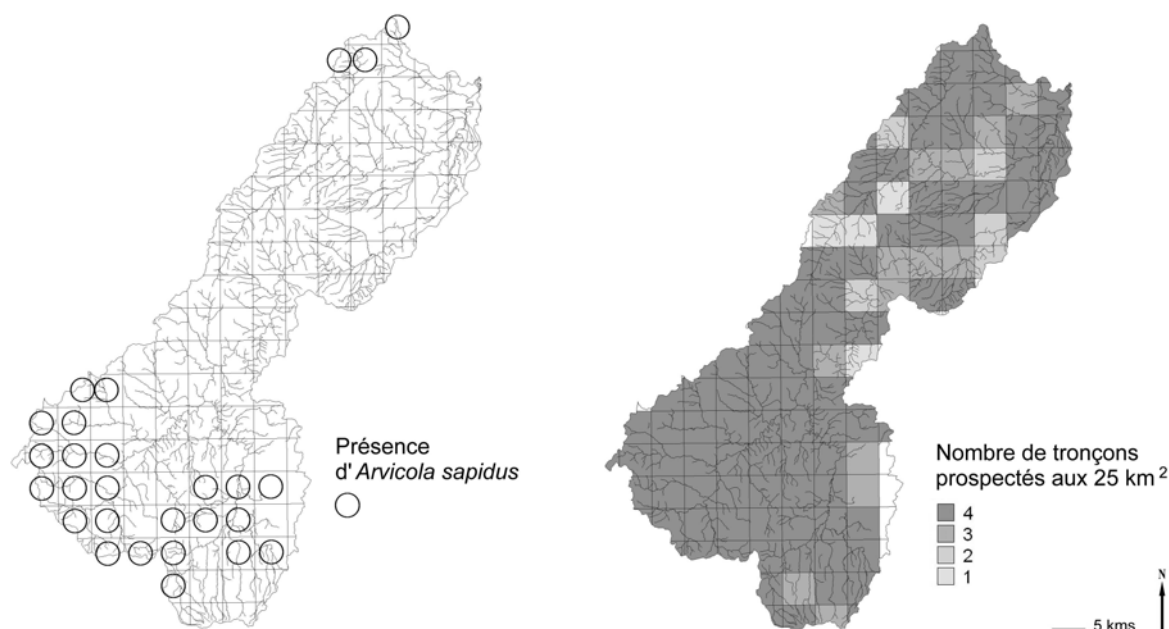
2.2.1.1. Méthode

Des prospections initiales standardisées ont été réalisées afin de dresser une carte de répartition d'*A. sapidus* :

124 tronçons répartis de façon homogène dans la zone d'étude ont été prospectés, à raison de 4 tronçons par maille de 25 km² dans la majorité des mailles (une minorité de mailles n'a pu faire l'objet que de 1, 2 ou 3 tronçons prospectés aux 25 km² ; de plus 4 mailles incomplètes en bordure sud-est de la zone ne présentent aucun cours d'eau et n'ont donc pas été prospectées). Dans chaque maille, les tronçons prospectés ont été choisis de manière à privilégier ceux dont le faciès semblait a priori le plus propice à la présence d'*A. sapidus*. La très grande majorité des tronçons prospectés ont ainsi été choisis parce qu'ils présentaient les caractères suivants considérés comme favorables à l'espèce^{16,19} : des berges offrant la possibilité de creuser des terriers ou d'établir des nids, des banquettes immergées, un débit relativement lent (ou nul) et une importante végétation herbacée sur les berges voire dans l'eau.

2.2.1.2. Résultats

Les prospections initiales ont permis de dresser une carte de répartition d'*A. sapidus* par maille de 25 Km² (cf. carte n° 6)



Carte n° 6 : Répartition d'*A. sapidus* et intensité des prospections préalables dans le bassin versant de la Sioule

Notons que dans toutes les mailles où la présence d'*A. sapidus* a été détectée, elle l'a été avant la prospection du 4^{ème} tronçon, c'est-à-dire au cours de la prospection du 1^{er}, du 2^{ème} ou du 3^{ème} tronçon.

A. sapidus a été trouvé dans 22 % des mailles prospectées (n=122), et ce dans deux zones séparées géographiquement et situées dans les parties amont du bassin versant : l'amont d'un affluent principal et d'un affluent secondaire de la Sioule dans le bocage bourbonnais d'une part, et d'autre part le secteur le plus en amont des Hautes-Combrailles et les plateaux entre Combrailles et Monts-Dôme.

2.2.2. Prospections complémentaires

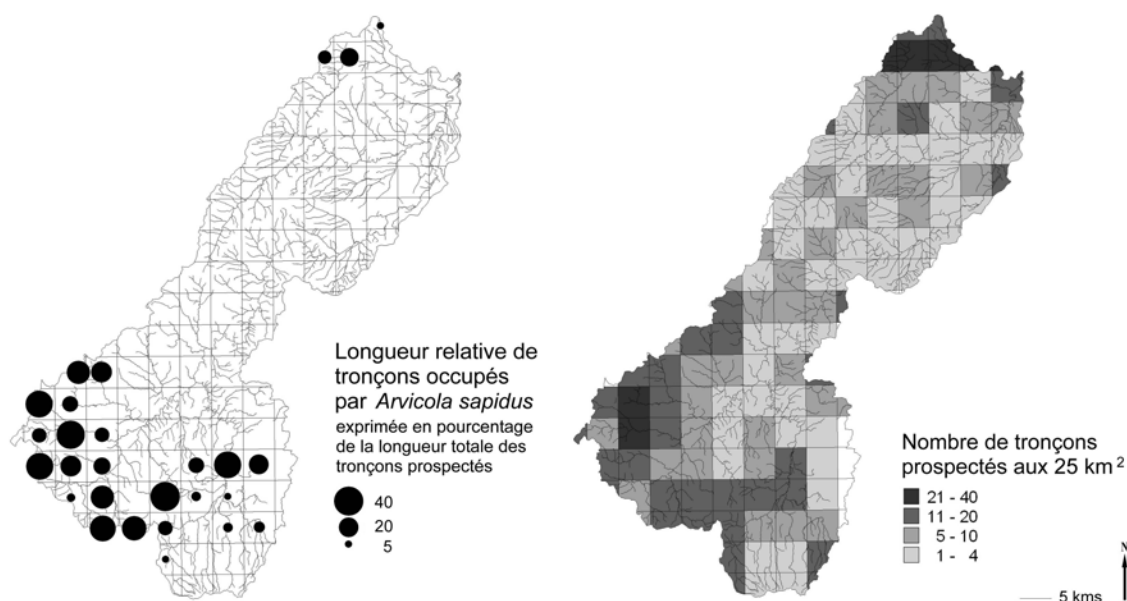
2.2.2.1. Méthode

Des prospections complémentaires ont ensuite été effectuées de la même manière et en relevant les mêmes informations, afin premièrement, de mettre en évidence une fréquence relative d'occupation du réseau hydrographique par l'espèce, deuxièmement d'obtenir sur un nombre significatif de tronçons les informations sur le faciès et les espèces présentes, et enfin le cas échéant de préciser la répartition de l'espèce.

656 tronçons supplémentaires ont ainsi été prospectés, principalement dans les mailles où *A. sapidus* a été préalablement trouvé, dans une large zone autour de celles-ci et dans d'autres secteurs a priori propices à la présence de l'espèce.

2.2.2.2. Résultats

Les prospections complémentaires ont permis de dresser la carte n° 7.



Carte n° 7 : Longueur relative de tronçons occupés par *A. sapidus* et intensité des prospections dans le bassin versant de la Sioule

L'intensification notable des prospections en pourtour des mailles présentant un ou des tronçons occupés par *A. sapidus*, ainsi que dans d'autres secteurs riches en cours d'eaux *a priori* propices à l'espèce (tels que le val de la basse Sioule près de la confluence avec l'Allier) n'a pas permis la découverte de tronçons occupés par l'espèce dans de nouvelles mailles. Dans des mailles immédiatement voisines de celles où l'espèce a été détectée à l'issue de la prospection initiale de 3 tronçons, même une intensité de prospection 10 fois supérieure aux prospections initiales n'a pas permis sa découverte.

De plus à proximité de tous les tronçons trouvés occupés par l'espèce, d'autres tronçons occupés ont été trouvés dans la continuité du réseau hydrographique. Aucun tronçon occupé par l'espèce n'a été trouvé complètement isolé.

A.sapidus a été trouvé dans 9,4 % des tronçons prospectés dans l'ensemble de la zone d'étude (n=780), et dans 19,6 % des tronçons prospectés au sein des mailles contenant au moins un tronçon occupé par l'espèce (n=347).

Dans les mailles où l'espèce a été trouvée, la longueur relative de tronçons occupés par *A. sapidus* par rapport à la longueur totale des tronçons prospectés est en moyenne de 20 %, et cette longueur ne dépasse pas 40 % dans la maille la plus riche en sites occupés par celui-ci, et ce malgré une prospection très intense ayant privilégié les tronçons *a priori* les plus favorables à l'espèce (cf. partie 5.).

Cette proportion de longueur de tronçons occupés par l'espèce est relativement diverse au sein de sa zone de présence. Elle est la plus élevée dans la partie de cette zone située dans les Hautes-Combrailles et dans les prairies inondables entre Combrailles et Monts-Dôme, intermédiaire dans la partie de cette zone située dans le bocage bourbonnais et la plus faible sur celle des plateaux entre Combrailles et Monts-Dôme.

2.3. Analyse et discussion

2.3.1. Concernant la méthode

Certes on ne peut exclure par cette méthode la possibilité de ne pas détecter la présence d'un site ponctuel extrêmement isolé. Néanmoins les résultats comparés des prospections initiales et complémentaires laissent supposer qu'**une intensité de prospection correspondant à 3 tronçons aux 25 km² peut être suffisante pour détecter l'espèce lorsque celle-ci est présente.**

De plus notons que dans 2 mailles où *A. sapidus* n'a pas été trouvé, pourtant intensément prospectées et voisines de mailles où *A. sapidus* a été trouvé, un crâne d'*A. sapidus* avait été récemment découvert dans une pelote de rejection de Grand-Duc d'Europe trouvée sur son aire (Martin & Riols, com. pers.). A moins que l'individu d'*A. sapidus* ait été un individu en phase de dispersion à plusieurs kilomètres de son site d'origine, ceci semble confirmer que les données de présence de

micromammifères issues de l'analyse des pelotes de cette espèce ne peuvent constituer un indice certain de la présence de ses proies à l'échelle d'une maille de 5x5 kms ; le Grand-Duc d'Europe peut en effet aller chasser à plusieurs kilomètres de son aire (des captures de proie à 8 kilomètres de l'aire ont été constatées)⁹.

2.3.2. Concernant les résultats

On peut certes envisager l'existence de sites extrêmement isolés qui n'auraient pas été détectés par la prospection ; il s'agirait alors de sites relictuels. L'absence de découverte d'*A.sapidus* dans 78 % des mailles prospectées (n=122) n'apporte certes pas la preuve de l'absence de l'espèce dans ces mailles, mais constitue un élément extrêmement fort pour l'établissement d'une carte de répartition par maille fidèle à la réalité.

***A. sapidus* occupe dans le bassin versant de la Sioule une faible surface de répartition limitée à deux secteurs situés dans les parties amont et présentant une occupation du réseau hydrographique par l'espèce globalement faible : la partie la plus haute des Hautes-Combrailles et les prairies inondables entre Combrailles et Monts-Dôme, où l'occupation est la moins faible, les plateaux entre Combrailles et Monts-Dôme où elle est la plus faible, et la partie du bocage bourbonnais la plus haute dans le bassin versant de la Sioule, où elle présente des valeurs intermédiaires.**

A. sapidus n'a pas été retrouvé dans la partie la plus en aval de la zone d'étude où l'espèce était connue en 1986 (cf. 1.2.).

Dans la partie sud de l'aire de répartition, *A. sapidus* a été trouvé sur les bassins versants de quatorze affluents directs ou indirects de la Sioule : la Saunade, le Tyx, la Ribière, la Perchade, le Petit Sioulet, la Ribbe, le Besanton, la Miouze, le ruisseau de Gelles, la Veyssière, la Gorce et le ruisseau de Mazaye, ainsi que sur le val de Sioule autour de Saint-Pierre-le-Chastel. Dans la partie nord de l'aire de répartition, *A. sapidus* a été trouvé dans les bassins versants de deux affluents directs ou indirects de la Sioule : le Douzenan et le Venant.

Au sein de chacune des deux parties de son aire de répartition, ces bassins versants sont contigus et forment un ensemble cohérent. De plus *A. sapidus* n'a été trouvé que dans les parties de ces bassins situées en amont. Enfin des sites occupés par l'espèce dans deux bassins contigus ont été trouvés distants de moins d'un kilomètre. On peut donc supposer que les populations d' *A. sapidus* sont ici reliées dans plusieurs cas par le franchissement des têtes de bassins.

Enfin il n'existe pas de barrière physique pouvant expliquer un cantonnement d'*A. sapidus* dans les limites constatées des deux parties de son aire de répartition.

3. Effectifs

25 tronçons occupés par *A. sapidus* ont fait l'objet d'un piégeage non létal par capture-marquage-recapture dans le but de confirmer par prises de mensurations l'appartenance des animaux à l'espèce *A. sapidus* (cf. confusions possibles avec *A. terrestris terrestris* et *A. terrestris scherman* en 1.1.), de comparer les abondances relatives entre différents sites caractérisés par des intensités de perturbation anthropiques différentes, le cas échéant de mettre en évidence la présence éventuelle de rat gris *Rattus norvegicus* et de jeune rat musqué *Ondatra zibethicus*, et enfin d'estimer quantitativement l'état de la population à l'échelle de la zone d'étude. La capture semble en effet le seul moyen de compter les individus : à titre de référence chez la forme aquatique du campagnol terrestre, le comptage des crotties ne permet d'estimer le nombre d'individus que dans certains types d'habitats, et pas toujours de manière précise²⁷.

3.1. Méthode

Afin d'obtenir des abondances relatives sur le maximum de sites tout en évitant le biais dû à la reproduction (qui empêcherait la comparaison du nombre d'individus d'un site à l'autre), le piégeage a été réalisé entre fin janvier et début avril 2007, avant l'époque habituelle de reproduction qui se déroulerait d'avril à septembre en France¹⁵.

Les pièges utilisés sont des cages pliantes 29x10x10cm avec porte à détente (référence BTTm « piège ratière pliante »). Les pièges sont préalablement soumis au contact prolongé avec du fumier et aux intempéries, afin de neutraliser une éventuelle odeur de matériel neuf. L'appât utilisé est un quartier de pomme, attractif pour *A. sapidus* (Quéré, com. pers.). Par ailleurs les pièges et les appâts utilisés permettent notamment la capture de *Rattus norvegicus* et des jeunes individus de rat musqué *Ondatra zibethicus*.



©Pierre RIGAUX

Piège en place

Sur chaque tronçon est disposée une ligne de piégeage de 140 mètres constituée de 15 pièges alignés le long de la berge (sur une seule rive) à raison d'un piège tous les 10 mètres. La ligne de piège est classiquement employée pour l'étude des mammifères²⁶ et semble particulièrement adaptée à celle d'une espèce ayant très probablement un territoire plutôt linéaire, la quasi-totalité des sites occupés dans la zone d'étude étant des portions de petits cours d'eau. Les pièges sont placés au plus près de l'eau, l'ouverture dirigée vers celle-ci, près des placettes et des coulées visiblement fréquentées par *A. sapidus*. Ils sont relevés deux fois par jour, en début de matinée et le soir.



Campagnol amphibie capturé

©Pauline CHARRUAU

Sur chaque individu capturé, la longueur du pied postérieur et de la queue sont relevés (la longueur « tête + corps » est extrêmement difficile à mesurer sur des animaux vivants) ; la pesée des individus n'a malheureusement pas pu être prise en compte du fait d'un matériel défectueux. Ils sont marqués d'une légère coupe superficielle dans le pelage selon une combinaison discriminante, puis relâchés. Ceci permet la reconnaissance des individus capturés plusieurs fois. Les résultats et la discussion concernant le nombre d'individus capturés se rapportent évidemment au nombre d'individus différents capturés.



©Pierre RIGAUX

Prise de mesure de la longueur du pied postérieur



©Pauline CHARRUAU

Relâcher

La position de l'individu sur la ligne de piégeage est notée, ainsi que celle des individus d'autres espèces éventuellement capturés (campagnol agreste *Microtus arvalis* principalement) et des pièges rendus temporairement inopérants pour diverses raisons.



©Pauline CHARRUAU

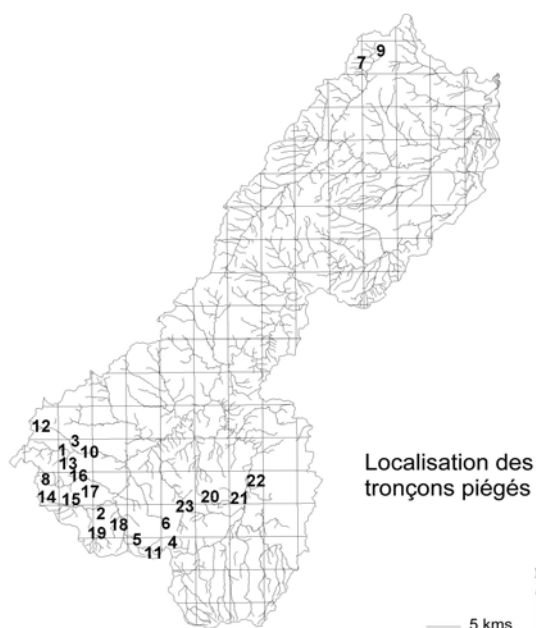
Individu marqué venant d'être relâché

L'abondance relative d'*A. sapidus* est calculée ainsi :

$$A=i / (n \cdot p - p')$$

où i est le nombre d'individus différents d'*A. sapidus* capturés, n le nombre de nuits de piégeage, p le nombre d'intervalles de piégeage et p' le nombre de pièges*nuits rendus inopérants (Quéré, com. pers.).

23 tronçons ont fait l'objet d'un piégeage de 3 nuits. 19 d'entre eux ont été piégés 5 nuits, 7 ont été piégés 10 nuits, et 3 ont été piégés 13 nuits.



Carte n°8 : Localisation des tronçons ayant fait l'objet de piégeage

3.2. Résultats

3.2.1. Abondances

Pour chaque ligne de piégeage, on obtient les abondances relatives rapportées dans le tableau suivant :

Tableau n°2 : Nombre d'individus différents capturés et abondance relative d'*A. sapidus* sur les tronçons ayant fait l'objet d'un piégeage :

Nombre de nuits de piégeage									
		3		5		10		13	
N° de tronçon	Nombre d'individus	Abondance relative	Nombre d'individus	Abondance relative	Nombre d'individus	Abondance relative	Nombre d'individus	Abondance relative	
1	1	0,03	2	0,04	3	0,03	3	0,02	
2	2	0,05	2	0,03	4	0,03	4	0,02	
3	1	0,02	1	0,01	1	0,01	1	0,01	
4	3	0,07	5	0,08	8	0,06	/	/	
5	0	0,00	0	0,00	3	0,02	/	/	
6	0	0,00	1	0,02	1	0,01	/	/	
7	0	0,00	2	0,04	2	0,02	/	/	
8	1	0,03	1	0,01	/	/	/	/	
9	1	0,05	1	0,02	/	/	/	/	
10	1	0,03	1	0,02	/	/	/	/	
11	3	0,09	3	0,05	/	/	/	/	
12	2	0,18	2	0,11	/	/	/	/	
13	1	0,03	3	0,06	/	/	/	/	
14	1	0,03	1	0,02	/	/	/	/	
15	6	0,15	8	0,12	/	/	/	/	
16	2	0,06	2	0,04	/	/	/	/	
17	0	0,00	2	0,05	/	/	/	/	
18	5	0,13	5	0,08	/	/	/	/	
19	2	0,05	2	0,03	/	/	/	/	
20	4	0,15	/	/	/	/	/	/	
21	3	0,11	/	/	/	/	/	/	
22	4	0,11	/	/	/	/	/	/	
23	1	0,03	/	/	/	/	/	/	

3.2.2. Biométrie

Les 58 individus ayant pu faire l'objet de prises de mensurations ont en moyenne un pied postérieur long de $32,95 \pm 1,34$ mm et une queue longue de 107 ± 10 mm. 5 individus capturés ont un pied postérieur de longueur comprise entre 29 et 31 mm, c'est-à-dire inférieure à la longueur théorique minimale d'un individu adulte¹⁵.

3.2.3. Espèces supposées concurrentes

Sur deux des sites occupés par *A. sapidus* a été capturé un rat gris *Rattus norvegicus*, et sur deux autres un rat musqué juvénile *Ondatra zibethicus*. Ces données sont discutées avec les données de prospection en 4.1.4.2.

3.3. Analyse et discussion

3.3.1. Concernant la méthode

Sur 4 des 23 sites, aucun individu n'a été capturé au cours des 3 premières nuits de piégeage. De plus le premier individu a été capturé entre la 5^{ème} et la 7^{ème} nuit, pour un nombre total d'individus capturés sur ces lignes proche de la moyenne des autres sites.



*Campagnol
amphibie capturé*

©Pierre RIGAUX

Il semblerait donc qu'une durée de piégeage de 3 nuits soit insuffisante pour obtenir des effectifs permettant la comparaison des abondances relatives. La durée de piégeage minimale permettant la comparaison de ces abondances serait de l'ordre d'au moins 5 nuits.

Sur les 7 sites piégés 10 nuits, le nombre d'individus capturés augmente jusqu'à la 9^{ème} ou la 10^{ème} nuit. Sur 3 de ces sites piégés 13 nuits, le nombre d'individus capturés n'augmente plus à partir de la 10^{ème} nuit de piégeage ; 2 de ces sites ont même été piégés 17 nuits au total, sans augmentation du nombre d'individus capturés. Il n'a pas été possible de pratiquer ces durées de piégeage sur un échantillon plus grand et donc significatif, cependant ces résultats laissent supposer que **la durée de piégeage permettant la capture de tous les individus sur une ligne serait de l'ordre de 10 nuits.**

Enfin notons que la sélectivité des pièges est plutôt bonne. Seul le campagnol agreste *Microtus agrestis* est capturé en grand nombre (crânes identifiés sur 3 individus morts, et nombreux autres individus très probables mais non déterminés avec certitude du fait de la confusion envisageable avec *M. arvalis*). En plus du rat gris et du rat musqué, les autres espèces capturées accidentellement sont : mulot *Apodemus sp.*, campagnol terrestre *A. terrestris sherman* (1 individu), campagnol roussâtre *Clethrionomys glareolus* (1 individu), hérisson d'Europe *Erinaceus europaeus* (1 individu), belette *Mustela nivalis* (1 individu).



Campagnol agreste capturé ©Pierre RIGAUX



Mulot capturé ©Pauline CHARRUAU

3.3.2. Concernant les résultats

3.3.2.1. Biométrie

Les 5 individus dont le pied postérieur est inférieur à 32 mm de long présentent par ailleurs une morphologie semblable à celle de tous les autres individus observés, et ont été capturés à la fin du mois de janvier sur des lignes où ont été piégés d'autres individus au pied supérieur ou égal à 32 mm de long. *A. sapidus* a un pied long de 32 à 38 mm et *A. terrestris* de 23 à 31 mm¹⁵, cependant la morphologie et l'allure générale de ces 5 individus exclue la confusion avec *A. terrestris scherman* (dont le seul individu capturé au cours de l'étude a par ailleurs été immédiatement distingué d'*A. sapidus* sur des critères morphologiques non métriques). Par ailleurs le fait que ces individus aient été trouvés avec d'autres individus d'*A. sapidus* et dans le secteur des Hautes-Combrailles (dans le département du Puy-de-Dôme à 800 mètres d'altitude) ne plaide pas en la faveur de la découverte d'individus d'*A. terrestris terrestris* ; celle-ci n'est en effet pas connue au sud du bassin parisien (Quéré, com. pers.).

Enfin l'époque de capture en plein hiver ne paraît *a priori* pas propice à la découverte d'individus d'*A. sapidus* immatures. Ces individus ont été capturés au début de la campagne de piégeage, ce qui n'a pas permis, dans les semaines

précédentes, l'observation de signes comportementaux indiquant une éventuelle reproduction. Cependant le début de l'hiver 2006/2007 fut particulièrement doux avant le début de la campagne de piégeage fin janvier 2007, et avant l'apparition de conditions climatiques bien moins clémentes quoique relativement peu rudes pour un hiver dans cette région. Si le critère de distinction d'*A. sapidus* par la longueur du pied postérieur comme étant supérieure ou égale à 32 mm est fiable, on peut donc envisager l'hypothèse selon laquelle il y aurait eu reproduction d'*A. sapidus* après la fin de l'automne 2006 et jusqu'à une période avancée dans le début d'un hiver particulièrement clément.

Par la suite, les premiers signes comportementaux indiquant une période de reproduction ont été constatés au début du mois d'avril avec la capture d'individus mâles sexuellement très actifs ; la campagne de piégeage a pris fin à la suite de ces observations.

3.3.2.2. Abondances

3.3.2.2.1. Abondance relative

Le faible nombre de sites fournissant des données de piégeage dans la partie nord de l'aire de répartition ne permet pas de conclure quant à une différence significative d'abondance relative entre la partie nord et la partie sud. A titre indicatif cependant, l'abondance relative sur les deux sites piégés 5 nuits dans la partie nord de la zone de présence est en moyenne de $0,03 \pm 0,01$, inférieure à la moyenne de celle des 17 sites de la partie sud qui est de $0,05 \pm 0,03$. Ces résultats sont discutés en lien avec les données de prospections en 4.1.2.3.2.

La comparaison des abondances relatives d'un site à l'autre a été analysée en lien avec des facteurs anthropiques dans la partie 5.3.

3.3.2.2.2. Abondance absolue

Sur les 7 sites piégés 10 nuits, le nombre d'individus capturés est en moyenne de $3,1 \pm 2,4$, très variable d'un site à l'autre. En considérant que tous les individus ont été capturés sur ces 7 sites, et même si la faible taille de l'échantillon ne permet pas de conclure de manière certaine sur l'abondance totale d'*A. sapidus* sur l'ensemble des sites piégés, ceci correspond à 2 individus pour 100 mètres de rive. Cette valeur est relativement faible si on considère que 5 individus peuvent occuper 100 mètres de rive dans de bonnes conditions¹⁵. Notons que l'existence éventuelle de cycles d'abondance, tels que chez la forme fouisseuse du campagnol terrestre *A. terrestris scherman*, n'est pas documentée.

La densité de population d'*A. sapidus* sur les sites étudiés est globalement faible.

La longueur totale cumulée des tronçons prospectés et occupés par *A. sapidus* est de 14 kilomètres environ, ce qui correspondrait donc, sur la base d'une extrapolation des effectifs absolus obtenus sur ces 7 sites, à une occupation par 280 individus. L'intensité élevée de prospection au sein de l'aire de répartition nous fait estimer qu'une proportion importante des sites occupés par l'espèce a été trouvée, mais il est évidemment probable que de nombreuses portions du réseau hydrographique n'ayant pas pu faire l'objet de prospections et situées non loin des tronçons occupés par l'espèce comportent également d'autres tronçons occupés.

On estime à titre indicatif que la population totale d'*A. sapidus* dans l'ensemble du bassin versant de la Sioule est probablement de l'ordre de 500 à 1000 individus.



©Pierre RIGAUX

Site des Hautes-Combrailles, habité par le Campagnol amphibie

4. Influence de facteurs du milieu

La présence de végétation herbacée dense semble un facteur important positivement corrélé à la présence d'*A. sapidus*¹³. Outre l'offre alimentaire, elle lui permet des déplacements et une activité abrités. De plus le faciès des berges, dans le bassin versant de la Sioule comme ailleurs, est souvent conditionné en grande partie par les activités humaines. C'est pourquoi l'étude porte une attention particulière au faciès des berges et aux perturbations dont elles sont l'objet.

4.1. Méthode

Pour chaque tronçon prospecté, les informations principales recueillies concernent le type et la hauteur de la végétation dominante dans la strate inférieure à 1 mètre de haut entre 0 et 50 cm de l'eau, le type de végétation entre 50 cm et 5 m de l'eau, la physionomie de l'environnement général de 5 m à 100 mètres de l'eau. La précision de cette description du faciès a été limitée à une catégorisation simple et facilement accessible à l'ensemble des prospecteurs. Ces données font l'objet d'une analyse.

Une attention particulière a été portée à la strate inférieure de la végétation occupant la berge de 0 à 50 cm de l'eau, strate définie comme étant inférieure à un mètre de haut. En effet l'observation des indices de présence d'*A. sapidus* sur les sites occupés nous fait supposer que c'est principalement à proximité immédiate de l'eau que vit et se nourrit l'espèce ; sur la quasi-totalité de ces sites, l'eau se limite à un lit du cours d'eau bien défini. De plus l'étude vise notamment à analyser l'influence des facteurs de perturbation anthropique sur le lit et les berges.

La présence de banquettes immergées a aussi été relevée ; elle est un point commun à la quasi-totalité des tronçons prospectés et ne fait pas l'objet d'analyse. Enfin la quantité de végétation aquatique présente a été notée, mais le biais lié aux différences d'appréciation des prospecteurs ne permet malheureusement pas d'en tirer des observations fiables ; c'est pourquoi ces données ne sont pas analysées.

Les traces et indices de présence des espèces suivantes ont aussi été relevées à titre indicatif, sans que l'absence de leur découverte ne permette de conclure à l'absence de ces espèces sur le tronçon considéré : rat gris *Rattus norvegicus*, rat musqué *Ondatra zibethicus*, ragondin *Myocastor coypus*, campagnol agreste probable *Microtus agrestis*, loutre d'Europe *Lutra lutra* (cf. fiche de prospection en annexe 2) Ces données sont commentées en partie 4.1.4..

Les données concernant le faciès et l'environnement sont analysées à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude puis à l'échelle de la zone de répartition d'*A. sapidus*. Pour l'ensemble de ces analyses, la comparaison des effectifs est réalisée à l'aide d'un test d'homogénéité du khi² (χ^2) (Les tests du χ^2 ne s'effectuent que sur des effectifs et ont pour seule contrainte que les effectifs théoriques soient supérieurs à 5) :

$$\chi^2 = \frac{(O_i - C_i)^2}{C_i}$$

O_i = effectif observé

C_i = effectif théorique (calculé)

Fonction sur R : `>chisq.test()`

Les tests statistiques sont réalisés à l'aide du logiciel R (R Development Core Team 2006), un programme de statistiques disponible gratuitement sur internet (<http://www.R-project.org>).

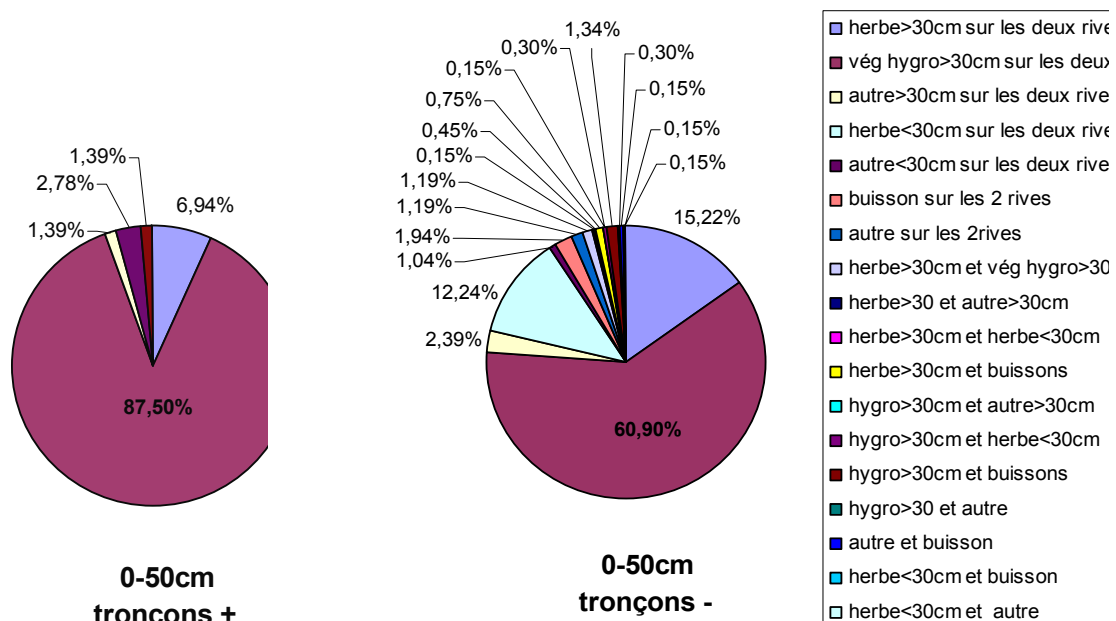
4.1. Résultats et analyses

4.1.2. Berges immédiates

Une distinction simple a été faite entre la présence dominante dans la strate inférieure, sur les berges immédiates, de végétation herbacée non hygrophile et de végétation herbacée hygrophile. Les résultats sont analysés à trois niveaux : d'abord à l'échelle de l'ensemble des tronçons prospectés, ensuite par comparaison entre la zone de présence et la zone d'absence, et enfin à l'échelle de la zone de présence seule.

4.1.2.1. A l'échelle de l'ensemble des tronçons prospectés

4.1.2.1.1. Résultats



96 % des tronçons occupés par *A. sapidus* (tronçons « positifs », n=72) et 80 % des tronçons sans *A. sapidus* (tronçons « négatifs », n=670) présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure sur les deux berges une végétation herbacée dominante supérieure à 30 cm de haut, hygrophile ou non (*regroupement des catégories* « herbe », « vég hygro », « autre » herbacée), ce qui n'est pas significativement différent (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs, au risque $\alpha=0,001$: $\chi^2=9,80$, $df=1$, $p=0,001745$).

88 % des tronçons « positifs » (n=72) et 61 % des tronçons « négatifs » (n=670) présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure sur les deux berges une végétation herbacée hygrophile dominante supérieure à 30 cm de haut, ce qui est significativement différent (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs : $\chi^2=18,7177$, $df=1$, $p=1,51.10^{-5}$).



Photos Pierre RIGAUX

Sites fréquentés par Arvicola sapidus dans les Combrailles et entre Combrailles et Monts-Dôme



Tronçon de ruisseau fréquenté par *A. sapidus* dans le Bourbonnais

4.1.2.1.2. Analyse

La prospection a été faite en privilégiant le choix de sites riches en végétation herbacée haute aux abords immédiats de l'eau. L'absence de différence significative entre les tronçons occupés et les tronçons non occupés par *A. sapidus* concernant la présence au bord de l'eau d'une importante et haute végétation herbacée, hygrophile ou non, montre que la prospection a été faite en respectant ce choix préalable dans la prospection.

De plus ce résultat montre que la présence d'une importante végétation herbacée ne suffit pas pour expliquer la présence ou l'absence d'*A. sapidus*.

La différence significative entre les tronçons « positifs » et les tronçons « négatifs » concernant la présence au bord de l'eau d'une importante et haute végétation herbacée hygrophile indique qu'***A. sapidus* occupe préférentiellement les sites présentant au bord de l'eau une importante et haute végétation herbacée hygrophile, plutôt que ceux présentant une importante et haute végétation herbacée non hygrophile.**

La végétation herbacée hygrophile est le plus souvent composée majoritairement de joncs *Juncus* sp. (*J. effusus*, *J. conglomeratus*,...), et dans une moindre mesure notamment de carex *Carex* sp., de scirpe *Scirpus sylvaticus*, de phalaris *Phalaris arundinacea*, d'iris *Iris pseudacorus*, de phragmite *Phragmites australis*, de spirée *Filipendula ulmaria*. La végétation herbacée non hygrophile est en général composée de graminées diverses souvent issues de la prairie mésophile environnante.

4.1.2.2. Comparaison zone de présence/hors zone de présence

Pour l'analyse suivante, une zone de présence d'*A. sapidus* a été définie comme englobant de manière resserrée l'ensemble des tronçons occupés par l'espèce, en cohérence avec la situation géographique locale et en particulier le réseau hydrographique. Cette aire englobe donc aussi les tronçons prospectés et non occupés par *A. sapidus* mais situés entre deux tronçons occupés dans la continuité du réseau hydrographique et dont aucune barrière physique n'empêche donc la colonisation à partir des tronçons voisins occupés. Cette zone, qui se présente en deux parties isolées l'une de l'autre (la partie nord et la partie sud), compte au total 72 tronçons occupés et 186 tronçons non occupés ; le reste de la zone d'étude compte 490 tronçons non occupés.

4.1.2.2.1. Résultats

88% des tronçons prospectés dans la zone de présence d'*A. sapidus* (n=258) et 78% des tronçons prospectés dans le reste de la zone d'étude (n= 490) présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure une végétation herbacée dominante supérieure à 30 cm de haut, ce qui n'est pas significativement différent (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs, au risque $\alpha=0,001$: $\chi^2=9,8154$, $df=1$, $p=0,001731$).

76% des tronçons prospectés dans la zone de présence d'*A. sapidus* (n=258) et 56% des tronçons prospectés dans le reste de la zone d'étude (n= 490) présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure une végétation herbacée hygrophile dominante supérieure à 30 cm de haut, ce qui est significativement différent (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs, au risque $\alpha=0,001$: $\chi^2=23,0075$, $df=1$, $p=1,614 \cdot 10^{-6}$).

4.1.2.2.2. Analyse et discussion

La proportion de sites présentant au bord de l'eau une importante et haute végétation herbacée, hygrophile ou non, n'est pas significativement différente dans la zone de présence d'*A. sapidus* que dans le reste de la zone d'étude. Par contre la proportion de sites présentant au bord de l'eau une importante et haute végétation herbacée hygrophile est plus importante dans la zone de présence d'*A. sapidus* que dans le reste de la zone d'étude.

La proportion de sites les plus propices à *A. sapidus* par la présence d'une importante et haute végétation herbacée hygrophile est plus élevée dans son aire de répartition que dans le reste de la zone d'étude. Cependant au sein de cette aire, moins d'un tiers des tronçons prospectés présentant ce faciès sont occupés par l'espèce. Ce faciès favorable n'est pas une condition suffisante à la présence d'*A. sapidus*.

La disponibilité des habitats semble donc être un des facteurs participant à expliquer la répartition d'*A. sapidus* à l'échelle de la zone d'étude, les secteurs présentant plus de milieux favorables à l'espèce étant ceux où elle est présente. Il faut néanmoins prendre en compte l'existence d'autres facteurs associés aux différents faciès des tronçons. Il se peut en effet que la présence dominante de végétation herbacée hygrophile s'accompagne de celle d'autres facteurs plus

favorables à l'espèce que ceux associés aux berges plus riches en végétation herbacée non hygrophile.

Enfin certains secteurs géographiques non occupés par *A. sapidus* présentent une faible proportion de sites favorables à l'espèce. C'est le cas de la plaine de Limagne (dans le nord-est du bassin versant de la Sioule) dont les grandes cultures dominantes sont drainées en souterrain vers des fossés calibrés dont beaucoup ne présentent pas de végétation herbacée dense dans la strate inférieure.

4.1.2.3. A l'échelle de la zone de présence

Pour l'analyse suivante, il a fallu disposer d'un échantillon significatif permettant la comparaison entre eux des deux secteurs distincts de la zone de répartition d'*A. sapidus*. Des parties de bassins versants des affluents de la Sioule comprenant des tronçons occupés par *A. sapidus* ont donc été retenues ; elles englobent la zone de répartition resserrée d'*A. sapidus* (cf. 4.1.2.2.) et d'autres tronçons prospectés mais non occupés autour de celle-ci, en cohérence avec la continuité du réseau hydrographique. Cette zone de répartition élargie à 129 tronçons non occupés se présente donc en deux parties isolées l'une de l'autre, la partie sud comptant 326 tronçons prospectés et la partie nord comptant 61 tronçons prospectés.

4.1.2.3.1. Résultats

74% des tronçons prospectés dans les treize bassins versants ou portions de bassins versants de la partie sud (n=326) et 49% dans les deux de la partie nord de la zone de présence d'*A. sapidus* (n=61) présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure une végétation herbacée hygrophile dominante supérieure à 30 cm de haut sur les deux berges, ce qui est significativement différent (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs, au risque $\alpha=0,001$: $\chi^2=14,2658$, $df=1$, $p=0,0001587$).

De même concernant les tronçons présentant de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure une végétation herbacée dominante (hygrophile ou non) supérieure à 30 cm de haut sur les deux berges : les tronçons présentant ce faciès sont significativement plus nombreux dans la partie sud que dans la partie nord (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs, au risque $\alpha=0,001$: $\chi^2=15,4262$, $df=1$, $p=8,58.10^{-5}$).

Parmi la totalité des tronçons occupés par *A. sapidus* dans chacun des deux ensembles de ces bassins versants, la proportion de ceux qui présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure une végétation herbacée hygrophile dominante supérieure à 30 cm de haut sur les deux berges, dans la partie sud, n'est pas significativement différente de la proportion de ceux qui présentent ce faciès dans la partie nord (pour cette comparaison, un test exact de Fisher a dû être utilisé sur les effectifs (`>fisher.test()` sur R) : $p = 1$. Ce test s'utilise dans les mêmes situations que le χ^2 d'homogénéité mais sans contrainte de taille d'échantillon).

De même parmi la totalité des tronçons occupés par *A. sapidus* dans chacun des deux ensembles de ces bassins versants, la proportion de ceux qui présentent de 0 à 50 cm de l'eau dans la strate inférieure une végétation herbacée dominante

(hygrophile ou non) supérieure à 30 cm de haut sur les deux berges, dans la partie sud, n'est pas significativement différente de la proportion de ceux qui présentent ce faciès dans la partie nord (test exact de Fisher : $p=0,2518$).

4.1.2.3.2. Analyse

Les portions de bassins versants englobant la partie sud de l'aire de répartition comptent significativement plus de tronçons présentant une importante et haute végétation herbacée (hygrophile ou non) que ceux englobant la partie nord. Ils comptent aussi significativement plus de tronçons présentant une importante et haute végétation herbacée hygrophile. Par ailleurs, en comparaison avec la partie nord, la partie sud compte aussi une proportion plus élevée de tronçons occupés par *A. sapidus* (par rapport au nombre de tronçons prospectés), et une plus grande longueur relative de tronçons occupés (par rapport à la longueur totale de tronçons prospectés). De plus les résultats de piégeage (cf. 3.3.2.2.1.), sans être significatifs sur ce point du fait de la faible taille de l'échantillon, semblent indiquer que l'abondance relative d'*A. sapidus* sur les sites ayant fait l'objet d'un piégeage dans la partie sud est supérieure à celle des sites de la partie nord.

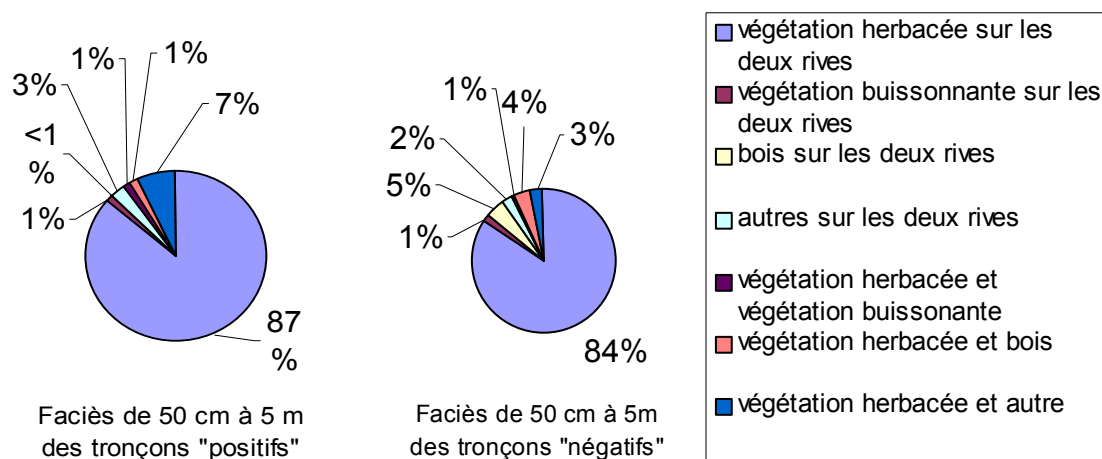
Parmi les deux sous-ensembles de portions de bassins versants englobant les deux parties de la zone de présence d'*A. sapidus*, le sous-ensemble comptant la plus grande proportion et la plus grande quantité de sites occupés est celui présentant la plus grande proportion et la plus grande quantité de sites favorables à l'espèce par la présence au bord de l'eau d'une importante et haute végétation herbacée, et en particulier de végétation herbacée hygrophile.

Ceci renforce l'hypothèse émise en 4.1.2.2.2. selon laquelle la disponibilité des habitats semble être un des facteurs expliquant en partie la répartition d'*A. sapidus* à l'échelle de la zone d'étude, mais aussi au sein de son aire de répartition dans le bassin versant de la Sioule : premièrement, l'aire de répartition d'*A. sapidus* présente une plus grande proportion de sites favorables à l'espèce que n'en présente le reste du bassin versant ; deuxièmement parmi les deux zones géographiques où *A. sapidus* est présent, la plus occupée par l'espèce est celle comportant le plus de sites favorables. Ceci n'explique ni la faiblesse quantitative de la population au sein de l'aire de répartition, ni l'absence de l'espèce dans le reste de la zone d'étude ; il existe d'autres secteurs dans le bassin de la Sioule possédant un nombre important de sites *a priori* favorables à l'espèce. Néanmoins, dans l'hypothèse d'une réduction historique de l'aire de répartition à l'échelle de la zone d'étude, la disponibilité des habitats pourrait être un facteur limitant participant à expliquer le maintien de l'espèce dans certains secteurs seulement.

4.1.3. Environnement

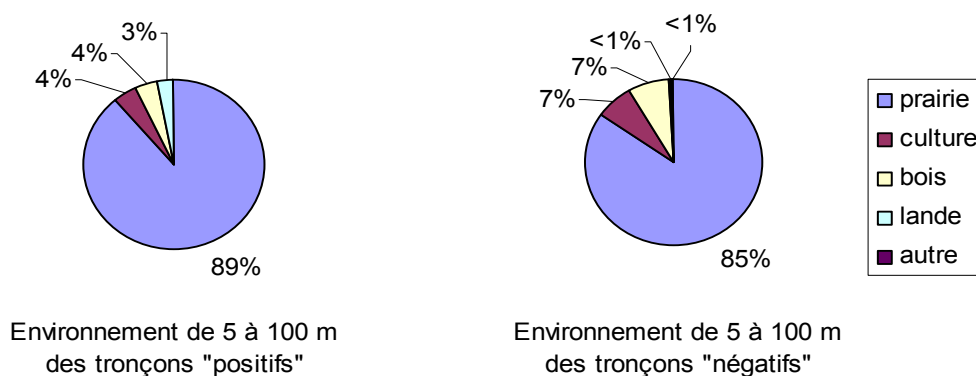
4.1.3.1. Résultats

La proportion des différents faciès de 50 centimètres à 5 mètres de l'eau sur l'ensemble des tronçons prospectés est représentée sur la figure suivante :



Selon la description utilisée, le faciès dominant de 50 cm à 5 mètres de part et d'autre des tronçons occupés par *A. sapidus* (tronçons « positifs ») n'est pas significativement différent de celui des tronçons sans *A. sapidus* (tronçons « négatifs »). 84 % des tronçons prospectés présentent entre 50 cm et 5 mètres de l'eau une végétation herbacée dominante sur les deux rives, 92 % une végétation herbacée dominante sur au moins sur une rive (n=750 tronçons renseignés).

La proportion des différents faciès de 5 mètres à 100 mètre de l'eau sur l'ensemble des tronçons prospectés est représentée sur la figure suivante :



Selon la description utilisée, le faciès dominant de l'environnement général entre 5 et 100 mètres de part et d'autre des tronçons occupés par *A. sapidus* (tronçons « positifs ») n'est pas significativement différent de celui des tronçons sans

A. sapidus (tronçons « négatifs »). 85 % des tronçons prospectés se trouvent en milieu majoritairement prairial, 7 % en milieu majoritairement boisé, 7 % en milieu majoritairement cultivé (n=750 tronçons renseignés).

4.1.3.2. Analyse et discussion

Le choix dans la prospection explique ces résultats faisant apparaître que la grande majorité des sites prospectés présentent au-delà de 50 centimètres de l'eau un faciès dominé par la végétation herbacée, et qu'ils se trouvent dans un environnement au-delà de 5 mètres le plus souvent ouvert et majoritairement composé de prairies, parfois de cultures. En effet les situations paysagères dans la zone d'étude sont telles que les tronçons présentant une importante végétation herbacée entre 0 et 50 cm de l'eau sont le plus souvent situés dans un milieu plutôt ouvert au-delà de 50 cm, qu'il s'agisse de prairie ouverte, inondable ou non, de prairie bocagère ou de grande culture.

L'absence de différence significative entre le faciès de 50 cm à 100 mètres de l'eau des tronçons occupés par *A. sapidus* et celui des tronçons non occupés indique que l'environnement du tronçon au-delà de 50 cm, selon une description simple du faciès de l'environnement proche et du paysage général, ne semble pas influencer sur la présence/absence d'*A. sapidus*. Une étude de l'environnement général des sites plus fine qu'une classification simple du type de paysage permettrait cependant peut-être d'expliquer en partie l'abondance des populations. Ainsi en Espagne, dans le parc national de Doñana, des sites protégés des activités humaines présenteraient des populations d'*A. sapidus* plus faibles que des sites non protégés du fait de l'attractivité des premiers pour les lapins et donc pour des prédateurs¹³.

4.1.4. Espèces concurrentes

4.1.4.1. Résultats

Les indices de présence du rat gris *Rattus norvegicus*, du rat musqué *Ondatra zibethicus* et du ragondin *Myocastor coypus* n'ont pas pu être détectés de manière systématique pour l'ensemble des tronçons. De plus l'échelle du territoire occupé par *A. sapidus* et la longueur des tronçons prospectés peuvent ne pas recouvrir le secteur parcouru par ces espèces sur le type de milieux prospectés (le plus souvent des petits ruisseaux). Cependant à l'échelle du bassin versant de la Sioule, les résultats des prospections confirment la très large répartition de ces trois espèces. Le rat gris, le rat musqué et le ragondin sont présents et communs voire très communs dans la plus grande partie de la zone d'étude, mais la finesse de prospection concernant ces espèces ne permet pas de relier pour l'ensemble des tronçons prospectés leur présence/absence à celle d'*A. sapidus*.

Cependant, les 72 tronçons occupés par *A. sapidus* ont fait l'objet, de manière beaucoup plus détaillée que pour les autres tronçons, d'une recherche approfondie des indices de présence de ces espèces. La présence de ragondin a été détectée sur 13 d'entre eux, celle de rat musqué sur 12 d'entre eux et celle de rat gris sur 9 d'entre eux.

Enfin notons qu'au cours de l'enquête auprès des propriétaires et/ou exploitants de parcelles jouxtant un échantillon de tronçons (enquête concernant les perturbations anthropiques et naturelles, cf. 5.), des questions ont été posées à titre indicatif à propos de la présence de ces espèces ; les réponses obtenues ont seulement permis de constater que les propriétaires et/ou exploitants contactés n'ont que rarement connaissance de la présence de ces espèces.

4.1.4.2. Analyse et discussion

Ces résultats montrant la présence de ragondin, de rat musqué et de rat gris sur une partie des tronçons occupés par *A. sapidus* sont à modérer par la description de la nature des indices relevés.

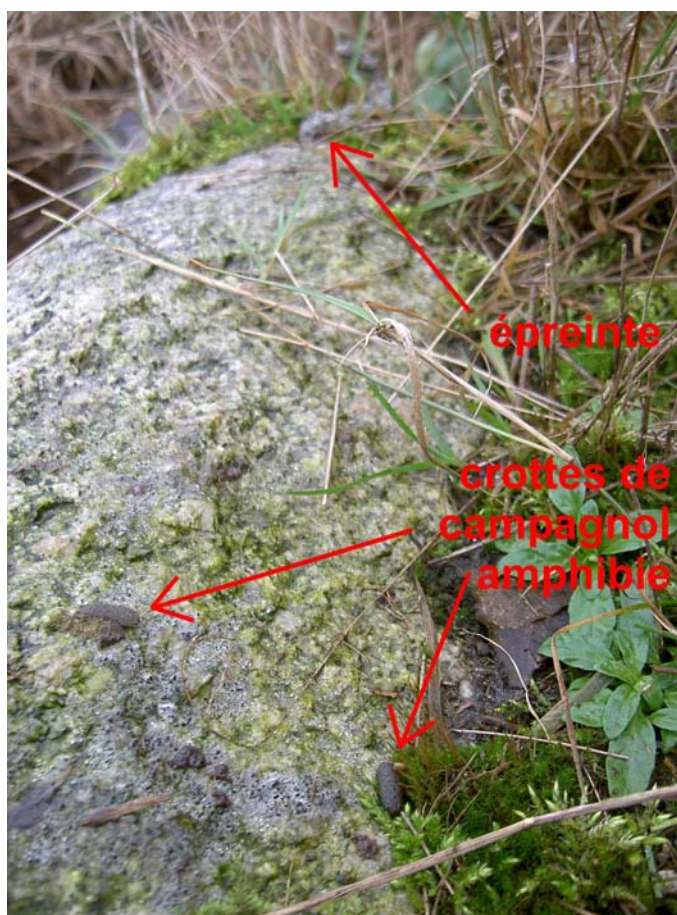
Les empreintes et/ou crottes de ragondin ont le plus souvent été trouvées en faible quantité, suggérant dans la plupart des cas que le tronçon occupé par *A. sapidus* était seulement à la marge d'un site occupé par cette espèce ou visité par un individu de passage. Une recherche plus approfondie permet de constater que seuls trois des sites occupés par *A. sapidus* sont occupés par le ragondin. Par ailleurs sur les tronçons où ont été trouvées des crottes de rat musqué et de rat gris, celles-ci ont été trouvées en très faible quantité. De même, la recherche plus approfondie de ces indices laisse suggérer qu'ils concernent dans la plupart des cas des individus de passage sur le tronçon, ou à la marge de leur territoire. Sur un seul des sites occupés par *A. sapidus* ont été trouvés des indices permettant de suggérer que le site est occupé par le rat musqué. Sur aucun tronçon occupé par *A. sapidus* n'ont été trouvés des indices permettant de suggérer qu'il est occupé par le rat gris.

Par ailleurs le piégeage sur l'échantillon de 23 sites occupés par *A. sapidus* (cf. 3.2.3.) a permis la capture d'un rat gris sur deux sites, et d'un jeune rat musqué sur deux autres sites. L'observation de terrain indique clairement que les deux rats capturés provenaient de sites occupés par cette espèce et se trouvant dans la continuité du réseau hydrographique respectivement à 300 et 500 mètres environ des tronçons. Les deux rats musqués capturés étaient des jeunes individus probablement en phase de dispersion, l'espèce est capable de déplacement sur de longues distances¹⁵. La taille des pièges ne permet pas la capture de rats musqués adultes, mais il n'apparaît pas que les deux tronçons en question soient occupés par cette espèce par ailleurs commune aux alentours. Par ailleurs sur un site de marais connu en dehors de la zone d'étude dans le Puy-de-Dôme (Rigaux & Lallemand 2006), plus vaste que les tronçons étudiés et où *A. sapidus* est présent ainsi que le ragondin et le rat musqué, l'observation des traces et indices de présence sur une portion occupée par *A. sapidus* indique que ces deux espèces ne la fréquentent pas ou peu.

L'impact des rongeurs semi-aquatiques exogènes sur *A. sapidus*, en particulier du rat gris et du rat musqué, n'a donc pas pu être mis en évidence. Néanmoins la cohabitation d'*A. sapidus* avec le rat musqué n'a été que très rarement constatée, et celle avec le rat gris n'a pas été constatée, dans des zones où ces deux espèces sont pourtant communes.

Le castor d'Europe *Castor fiber* est présent dans une très petite partie de la zone d'étude, en dehors de l'aire de répartition d'*A. sapidus*.

Enfin la loutre d'Europe occupe la plus grande partie du bassin versant de la Sioule. La très grande différence d'échelle entre le territoire d'*A. sapidus* et celui de la loutre d'Europe *Lutra lutra* ne permet évidemment pas de mettre en relation la présence/absence de cette espèce avec celle d'*A. sapidus* à l'échelle du tronçon prospecté. La loutre est particulièrement présente dans les Hautes-Combrailles où se trouve la plus grande partie de l'aire de répartition d'*A. sapidus* dans la zone d'étude, et son passage a été détecté (par la découverte d'indices) sur la quasi-totalité des tronçons occupés par *A. sapidus* dans ce secteur ; par ailleurs les indices de ses passages peuvent être trouvés sur la quasi-totalité des cours d'eau de toute taille dans ce secteur (*obs. pers.*). *A. sapidus* peut constituer une proie importante pour la loutre d'Europe²², mais la présence de ce prédateur naturel est un facteur ancien dans ce qui est la partie la plus importante de l'aire de répartition d'*A. sapidus* à l'échelle du bassin versant de la Sioule. La loutre se trouve en effet ici dans un bastion historique : l'amont du bassin versant de la Sioule était en 1980 le principal secteur encore occupé par la loutre à l'échelle de tout le bassin versant de l'Allier dont elle avait presque disparu, avant une recolonisation du reste de bassin versant de la Sioule et de l'Allier plus en aval à partir de cette partie amont⁵.



©Pierre RIGAUX

5. Influence de perturbations

Les paysages dominants dans la zone d'étude sont liés à l'activité agricole. La plupart des tronçons de cours d'eau prospectés jouxtent des parcelles agricoles, parfois forestières. Les exploitants interviennent (ou non) sur les berges voire sur les lits de ces cours d'eau par différents moyens, selon différentes intensités et périodicités. Afin de recueillir et de comparer des informations concernant les perturbations dont sont l'objet les tronçons occupés ou non par *A. sapidus*, une enquête a été faite auprès des propriétaires et/ou exploitants des parcelles jouxtant un échantillon de 75 tronçons au sein de la zone de présence de l'espèce. L'enquête porte sur les perturbations anthropiques liées à l'entretien du cours d'eau et de ses berges, et sur les perturbations dites naturelles que sont l'assèchement et le débordement. Dans un premier temps, on propose une méthode destinée à mettre en évidence un éventuel lien de corrélation entre, d'une part certaines de ces perturbations classées selon un mode temporel (en terme de périodicité) et spatial (selon la distance à l'eau), et d'autre part la présence ou l'absence d'*A. sapidus*. Dans un second temps, on cherche à préciser qualitativement les liens entre ces perturbations et l'abondance relative d'*A. sapidus*, en mettant en relation les résultats de l'enquête sur les sites occupés avec les résultats obtenus par le piégeage sur ces sites.

5.1. Méthode

Trente six tronçons occupés et 39 tronçons non occupés par *A. sapidus* font l'objet de l'enquête. Tous se trouvent dans des portions de bassins versants inclus dans la zone de présence de l'espèce telle qu'elle a été définie en 4.1.2.3.. Les tronçons se répartissent ainsi : un ensemble de 18 tronçons occupés et 28 tronçons non occupés se trouvent dans les bassins versants de la Ribière et du Tyx, bassins contigus situés dans la partie sud de l'aire de répartition ; 14 tronçons occupés se trouvent dans le reste de la partie sud ; enfin 4 tronçons occupés et 11 tronçons non occupés se trouvent dans l'amont du bassin versant du Venant, situé dans la partie nord.

Un questionnaire a été établi afin d'obtenir des informations standardisées (cf. annexe 3). Elles concernent la périodicité et le mode d'entretien pour cinq catégories spatiales sur le tronçon : le lit, la berge de 0 à 20 cm de l'eau, de 20 à 50 cm de l'eau, de 50 cm à 1 m de l'eau, et enfin les rigoles éventuellement présentes dans la parcelle (dont on suppose qu'elles peuvent constituer un refuge lors de l'entretien du cours d'eau et des berges). La périodicité est exploitée en terme de saisons, plus de précision n'ayant en général pas pu être obtenue auprès des exploitants. Afin de traiter comparativement ces informations, un score est ensuite attribué à chaque perturbation selon son type, sa périodicité et sa distance à l'eau : on attribue un score de 1 à une perturbation à un temps donné dans une catégorie spatiale donnée. De plus on augmente ce score d'autant plus que la dernière perturbation est récente : 4 points si la dernière perturbation a eu lieu dans les 3 mois précédant la prospection du tronçon, 3 points si elle eu lieu 3 à 6 mois avant la prospection, 2

points si elle a eu lieu 6 à 9 mois avant, 1 si elle a eu lieu 9 à 12 mois avant, et 0 si la dernière perturbation a eu lieu il y a plus d'un an avant la prospection. La connaissance des exploitants permet généralement d'obtenir des informations sur une période remontant au moins à une dizaine d'années, voire jusqu'à trente ans ou plus. Par ailleurs les perturbations que sont les débordements et les assèchements se voient chacune attribuer un score de 1 pour chaque occurrence. La durée des périodes de crue et d'assèchement n'a pas pu être connue avec assez de précision pour être utilisée.

Ces informations sont ensuite regroupées sous la forme d'un tableau à double entrée synthétisant les données de perturbation à l'échelle spatiale (distance de la perturbation, depuis le lit du cours d'eau jusqu'à la partie exploitée de la parcelle), et à l'échelle temporelle (périodicité de la perturbation). De la sorte, la somme des points obtenus dans chaque ligne donne un score total de perturbation à l'échelle temporelle, score d'autant plus élevé que les perturbations sont fréquentes ; de même la somme des points obtenus dans chaque colonne donne un score total de perturbation à l'échelle spatiale, score d'autant plus élevé que les perturbations sont proches du lit du cours d'eau.

Cette caractérisation la plus fine possible des perturbations en terme de localisation sur le lit ou sur les berges et en terme de périodicité (selon les informations disponibles) permet d'établir une hiérarchisation de l'intensité des types de perturbations. Le score obtenu pour chaque tronçon est compris entre 0 et 110.

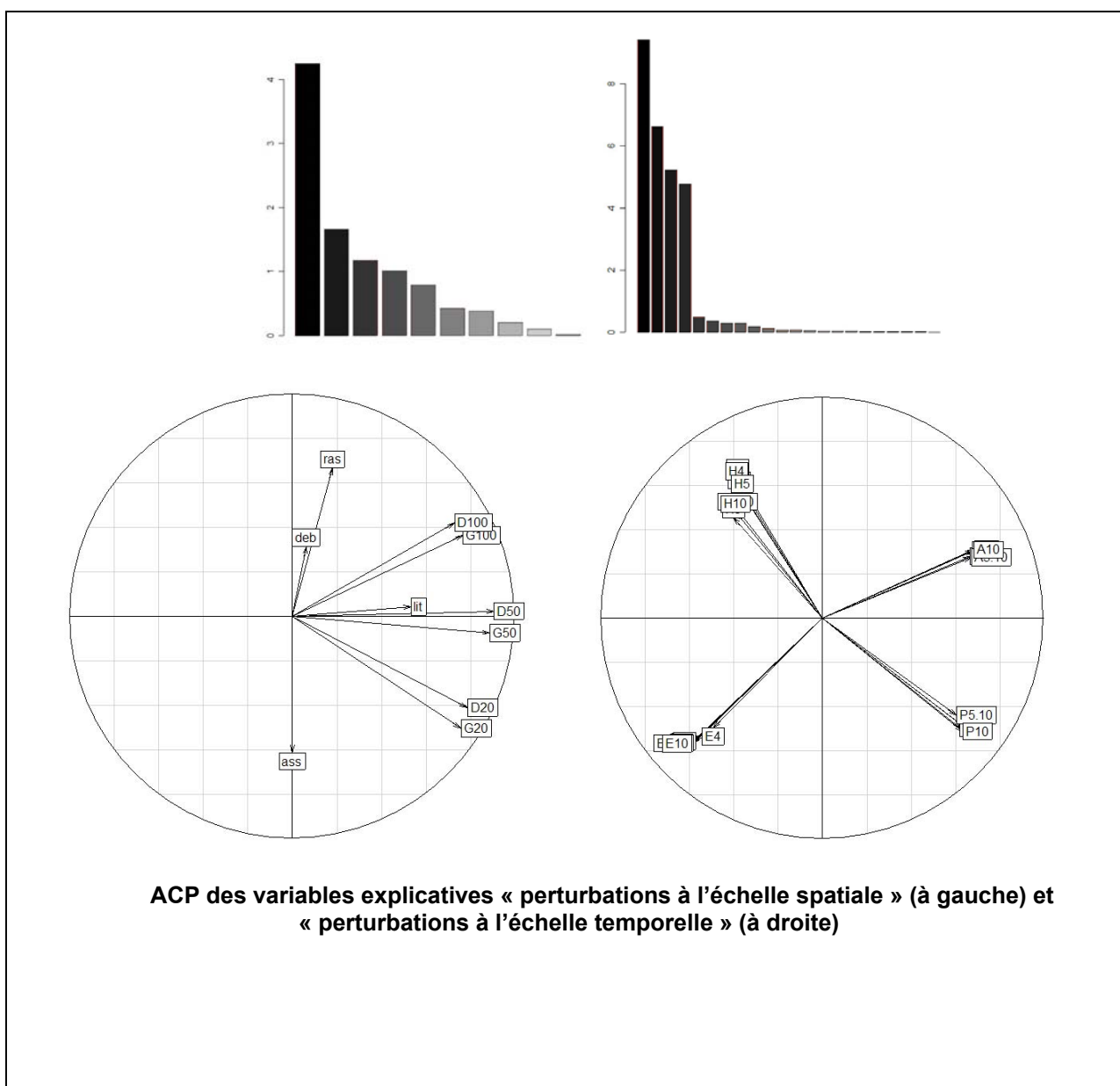
Ces données sont exploitées par la réalisation d'une ACP (Analyse en Composante Principale). L'ACP est une méthode statistique permettant de résumer des variables en quelques facteurs indépendants (les axes sur le schéma en 5.2.) retenant le plus d'information ; ces axes seront considérés comme les nouvelles variables, remplaçant les variables initiales dans les modèles linéaires généralisés (GLM). L'ensemble des différents scores de perturbation constituent ici les variables explicatives ; la présence (ou l'absence) d'*A. sapidus* est la variable à expliquer. Afin de réduire le nombre de variables explicatives, l'ACP est réalisée d'une part sur les variables « perturbations anthropiques et naturelles à l'échelle spatiale », et d'autre part sur les variables « perturbations anthropiques et naturelles à l'échelle temporelle ».

Les GLM sont utilisés pour déterminer l'influence des perturbations sur la présence d'*A. sapidus*. Les GLM sont peu contraignants quant à l'utilisation des données, et la distribution des variables peut être déterminée de façon explicite. Selon la variable à expliquer dans les analyses, différentes hypothèses pourront être émises quant à la variance de cette variable (variance quasi Poisson dans le cas d'une variable discrète de comptage, variable binomiale dans le cas d'une variable binaire telle qu'ici la présence/absence). Toute analyse part d'un modèle global sous la forme : $y = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + \text{interactions}$, où y est la variable à expliquer, x_i les variables explicatives. La fonction *step* du logiciel R, utilisée de manière standard pour l'ensemble des modèles, permet de déterminer dans chaque cas le modèle le plus parcimonieux. Elle consiste en une recherche pas à pas des paramètres les plus explicatifs par rapport à la variable, et est basée sur le critère AIC (Akaike Information Criterion). L'AIC est un estimateur de la qualité du modèle qui tient compte à la fois de la déviance du modèle (et donc de la capacité à expliquer les

données observées) et du nombre de variables utilisées (c'est-à-dire de la parcimonie du modèle)¹. Le meilleur modèle est celui présentant le plus petit critère d'AIC. Après application du modèle sélectionné, les coefficients prédictifs (estimateurs) sont obtenus grâce à la fonction *summary*, ainsi que leur *p-value*, probabilité permettant de déterminer si une variable explicative influence significativement la variable à expliquer. Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel R (R Development Core Team 2006).

5.2. Résultats

Les deux ACP, sur les variables « perturbations anthropiques et naturelles à l'échelle spatiale » et sur les variables « perturbations anthropiques et naturelles à l'échelle temporelle », donnent le résultat suivant :



Légende page suivante

Légende :Perturbations à l'échelle spatiale :

« D » = Rive droite, « G » = Rive gauche. Les nombres associés à ces lettres renvoient à la distance à l'eau : « 20 » pour 0-20 cm, « 50 » pour 20-50 cm, « 100 » pour 50-100cm. Ainsi « D50 » correspond à une perturbation anthropique de 20 à 50 cm de l'eau sur la rive droite. « Lit » = Entretien du lit, « ras » = Entretien des rigoles (ou « rases ») éventuellement présentes dans la parcelle, « deb » = Débordement du lit, « ass » = Assèchement du lit.

Perturbations à l'échelle temporelle :

« P » = Printemps, « E » = Été, « A » = Automne, « H » = Hiver. Les nombres associés à ces lettres renvoient aux catégories de temps. Ainsi « A10 » correspond à une perturbation anthropique à l'automne n°10.

Les histogrammes indiquent le nombre d'axes majoritairement explicatifs : 1 axe pour les perturbations à l'échelle spatiale (mais on en conserve deux au minimum), 4 axes pour les perturbations à l'échelle temporelle.

Selon les 2 premiers axes de l'ACP des variables explicatives « perturbations anthropiques et naturelles à l'échelle spatiale », on peut réunir les variables concernant l'ensemble des perturbations anthropiques, hormis celle concernant les rigoles. Les perturbations naturelles seront intégrées telles quelles dans le GLM. Concernant les variables explicatives « perturbations anthropiques et naturelles à l'échelle temporelle », les 4 premiers axes permettent de réunir les perturbations de chaque saison. Au lieu des 38 initiales, nous disposons donc d'un total de 8 nouvelles variables explicatives à intégrer dans le GLM : score total à l'échelle spatiale des perturbations anthropiques sur le tronçon, score total des perturbations printanières, score total des perturbations estivales, score total des perturbations automnales, score total des perturbations hivernales, score de l'entretien des rigoles de la parcelle, score de l'assèchement du tronçon, score du débordement du tronçon. La variable à expliquer étant binaire (présence=1 / absence=0), l'hypothèse binomiale doit être posée quant à la variance de cette variable.

Le résultat du GLM est le suivant :

```
glm(formula = sap ~ Pt + Et + At + Ht + Deb + Ass + anthr. + rase, family =
binomial)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.08269  -0.50764  -0.09373   0.68997   1.90350

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.898330   0.706380   2.687   0.0072 **
Pt           0.015473   0.077507   0.200   0.8418
Et          -0.071092   0.084195  -0.844   0.3985
At          -0.110706   0.093721  -1.181   0.2375
Ht          -0.049151   0.075909  -0.647   0.5173
Deb          0.002623   0.077582   0.034   0.9730
Ass          0.002538   0.162704   0.016   0.9876
anthr.       -0.030957   0.053161  -0.582   0.5603
rase         0.059068   0.089483   0.660   0.5092
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Etant donné le grand nombre de variables explicatives, et qu'il n'apparaît pas d'effet significatif de celles-ci sur la variable à expliquer, la procédure *step* est appliquée. Le meilleur modèle obtient un AIC de 76,964 :

```
glm(formula = sap ~ anthr., family = binomial)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.89146 -0.62920 -0.06346  0.77879  2.55451

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.60591    0.42259   3.800 0.000145 ***
anthr.       -0.07102    0.01629  -4.361 1.30e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

AIC: 76.964
```

Ceci indique que parmi les variables soumises au modèle linéaire généralisé sur l'échantillon de tronçons considéré (perturbations anthropiques du lit et des berges, fréquence des éventuels débordements du lit, fréquence des éventuels assèchements), seules les perturbations anthropiques peuvent constituer des variables explicatives de la présence/absence d'*A. sapidus*.

De plus les tronçons occupés par *A. sapidus* présentent un score total de perturbation à l'échelle spatiale significativement inférieur à celui des sites sans *A. sapidus* (test non paramétrique de comparaison de 2 moyennes d'échantillons indépendants de Mann et Whitney).

Par ailleurs notons que le lit de 42% des tronçons occupés par *A. sapidus* (n=38) et de 59% des tronçons sans *A. sapidus* (n=39) fait l'objet de perturbations anthropiques, ce qui n'est pas significativement différent (test d'homogénéité du χ^2 sur les effectifs, au risque $\alpha=0,001$: $\chi^2=1,5682$, $df=1$, $p=0,2105$). De plus les tronçons occupés par *A. sapidus* et les tronçons sans *A. sapidus* présentent un score total de perturbation des rigoles voisines qui n'est pas significativement différent (test non paramétrique de comparaison de 2 moyennes d'échantillons indépendants de Mann et Whitney).

Afin de déterminer et/ou de confirmer la nature du lien entre les différentes perturbations et le peuplement d'*A. sapidus* sur l'échantillon de sites occupés par l'espèce, un test de corrélation de Spearman est réalisé entre les abondances relatives d'*A. sapidus* et le score total de perturbation anthropique d'une part, puis le score total de perturbation naturelle d'autre part. Le test de corrélation de Spearman s'utilise pour des données non distribuées selon la loi Normale. Le nombre de sites ayant fait l'objet d'un piégeage pendant une durée supérieure à 5 nuits étant faible, on réalise ce test avec les données d'abondances relatives pour 5 nuits de piégeage d'une part, et pour 3 nuits de piégeage d'autre part.

Les abondances relatives pour 5 nuits et pour 3 nuits de piégeage ne sont pas significativement corrélées avec le score de perturbation naturelle ($\rho = -0.1012157$, $p\text{-value} = 0.4069$ et $\rho = -0.1631108$, $p\text{-value} = 0.1902$, respectivement).

Les abondances relatives pour 5 et pour 3 nuits de piégeage sont significativement corrélées de façon négative au score de perturbation anthropique ($\rho = -0.4316731$, $p = 0.0002438$ et $\rho = -0.4632334$, $p\text{-value} = 0.0001075$, respectivement).

5.3. Analyse et discussion

Un effet de la fréquence des débordements et des assèchements sur la présence/absence d'*A. sapidus* n'a pas pu être montré. Ceci est d'abord à mettre en relation avec le trop faible niveau de précision de l'information recueillie auprès des exploitants des parcelles concernées. Une connaissance plus précise des variations de niveau d'eau sur les tronçons serait nécessaire pour permettre la mise en évidence d'un éventuel impact de ce facteur sur les peuplements d'*A. sapidus*. De plus il peut être difficile de discriminer les tronçons selon des critères de perturbations naturelles, étant donnée l'appartenance de tous les sites considérés à la même région géographique.



Site fréquenté par *Arvicola sapidus* dans les Combrailles : réseau de « rases » ou drains ouverts (à gauche) relié à un ruisseau (à droite).

Notons cependant que plusieurs tronçons occupés par l'espèce dans un secteur de prairies inondables sont soumis une à plusieurs fois par an à d'importantes crues entraînant en quelques heures l'inondation des parcelles jouxtant les tronçons, et ce jusqu'à une centaine de mètres de part et d'autre du lit.

Parmi les variables que sont les perturbations anthropiques, la fréquence des débordements et celle des assèchements, et ceci sur un échantillon cohérent de tronçons présentant des faciès similaires selon une description simple du milieu, les perturbations anthropiques peuvent constituer des variables explicatives de la présence/absence de l'espèce. Ceci ne montre évidemment pas que les perturbations anthropiques constituent le facteur le plus influent sur la présence/absence d'*A. sapidus*, le nombre de variables soumises au modèle étant très réduit.

Ce type d'approche consistant à chercher l'établissement de liens entre la présence d'*A. sapidus* et les valeurs d'un certain nombre de facteurs du milieu à l'échelle d'un tronçon reste à explorer avec un plus grand nombre de facteurs.

Les perturbations d'origine anthropique sur les cours d'eau dans la région considérée sont de différentes natures. Concernant le lit, il s'agit de ce qui est considéré par les exploitants comme un entretien, par l'élimination de la végétation aquatique au moyen d'une machine spécialisée (« raseuse » ou « rigoleuse »), d'un godet de tracteur ou beaucoup plus rarement d'outils non mécaniques. Concernant la berge, il s'agit principalement du broyage, de la fauche et parfois du piétinement par le bétail, et ce jusqu'à une distance variable de l'eau dépendant principalement du mode d'exploitation, de l'accessibilité des tronçons et du degré de la volonté interventionniste de l'exploitant. La combinaison des facteurs de perturbation anthropique est très variable, et la classification de leur intensité selon des catégories spatiale (distance à l'eau) et temporelle (fréquence) n'a pas permis de montrer quantitativement et qualitativement l'effet de ces perturbations. De plus on n'a pas pu mettre en évidence un effet de l'entretien du lit du cours d'eau et de l'entretien des rigoles voisines sur l'abondance d'*A. sapidus* sur le tronçon.



« Raseuse », outil utilisé pour l'entretien des « rases » ou drains.

Cependant sur les tronçons occupés par l'espèce dans l'échantillon étudié, l'intensité de la perturbation anthropique est négativement corrélée à l'abondance d'*A. sapidus*.

Cette corrélation ne montre évidemment pas de lien de cause à conséquence, même si on peut supposer l'existence de cette influence négative des perturbations

anthropiques sur *A. sapidus*, probablement en partie par destruction directe des individus, mais surtout par modification de l'habitat. Ce résultat est alors à mettre en relation avec les résultats de la partie 4.1.2. concernant le faciès des tronçons, et à resituer dans le contexte écologique et géographique local : la majorité des sites occupés par *A. sapidus* dans la zone d'étude sont des portions de ruisseau lent présentant une importante végétation herbacée et particulièrement hygrophile, le plus souvent constituée en majorité de joncs, particulièrement *Juncus effusus*. Cette végétation s'établit sur les berges de ces cours d'eau de manière spontanée, mais le broyage, la fauche et le pâturage permettent très souvent à moyen terme le maintien de ce type de végétation. En effet dans la zone de présence de l'espèce, l'absence de pression anthropique sur les berges peut entraîner à plus ou moins long terme l'apparition et la dominance d'espèces ligneuses, créant un milieu a priori moins favorable à *A. sapidus*.

De plus le pâturage, bovin en particulier, très largement dominant dans la zone de présence, est en général favorable au développement du jonc : *Juncus effusus* constitue pour ce bétail pendant la plus grande partie de la période de pâturage un refus se développant dans les prairies humides aux dépens d'autres formations végétales consommées préférentiellement par les bovins²⁹. De plus on constate qu'il n'y a pas d'incompatibilité entre la présence d'*A. sapidus* et celle de bétail sur les berges immédiates, dans la mesure où le piétinement reste assez faible pour ne pas entraîner une dégradation trop importante de la végétation riveraine et du sol constitutif des berges. Ainsi sur les sites occupés par *A. sapidus* et dont les berges immédiates sont accessibles au pâturage, les traces et indices de présence de l'espèce peuvent être abondants sur les parties de berges fréquentées par les bovins mais dont la faible pression n'entraîne pas de changement de faciès ; par contre sur ces sites, les traces et indices de présence d'*A. sapidus* sont en général absents des parties de berges dégradées voire mises à nue par le passage même ancien du bétail jusqu'à l'eau.

Sur les sites maintenus favorables à *A. sapidus* par l'activité agricole, les pratiques d'exploitation et d'entretien des cours d'eau et de leurs berges sont nocives à l'espèce au-delà d'un certain degré intensité.

Par ailleurs, ceci est à mettre en relation avec les résultats de la partie 4.1.2.1.2. faisant apparaître qu' *A. sapidus* occupe plutôt les sites présentant sur la berge immédiate une importante et haute végétation herbacée hygrophile plutôt qu'une importante et haute végétation herbacée non hygrophile. En effet dans la zone d'étude, les berges riches en végétation herbacée non hygrophile sont plus souvent accessibles à un entretien et à une exploitation agricole par la fauche et le broyage que celles riches en végétation herbacée hygrophile, celles-ci pouvant être constituées d'un sol instable ou rendues peu accessibles à l'entretien mécanique par la pose d'une clôture permanente destinée à empêcher l'accès du bétail. La perturbation anthropique des berges par l'action mécanique est alors en général moins fréquente quoique très forte, l'outil employé pouvant être le godet d'une tractopelle.

De plus lorsque le faciès d'un tronçon est bouleversé par le broyage ou le passage d'une machine curant le lit du cours d'eau, les rigoles éventuellement présentes dans les parcelles jouxtant le tronçon sont en général bouleversées de la

même manière et dans le même temps, pour des raisons pratiques évidentes liées à l'organisation du travail de l'exploitant agricole. Ces rigoles ou « rases » sont souvent présentes autour des tronçons occupés par *A. sapidus* dans son aire de répartition du bassin versant de la Sioule, et en particulier abondantes dans les Hautes-Combrailles ; elles sont destinées au drainage des prairies, sont reliées au cours d'eau principal et présentent souvent un faciès temporairement favorable à l'espèce. Bouleversées en même temps que le cours d'eau principal, elles ne peuvent en général constituer un refuge pour *A. sapidus*. Par contre lorsque le cours d'eau est moins soumis aux perturbations mécaniques (pour les raisons évoquées plus haut), on peut supposer qu'il peut constituer un refuge pour l'espèce lorsque l'ensemble de ces rigoles est soumis au passage des machines employées pour leur réfection.

Ceci est à relier avec les résultats présentés en 4.1.2. indiquant que la disponibilité des sites peut être un facteur limitant à la présence d'*A. sapidus* : on peut supposer qu'une fréquence élevée des bouleversements du faciès des petits cours d'eau et de leurs berges dans un secteur occupé par *A. sapidus* ne permet pas le maintien de l'espèce dans ce secteur si les tronçons pouvant constituer des zones refuges favorables ne sont pas présents en assez grande quantité. Le faible taux d'occupation des sites favorables au sein de l'aire de répartition de l'espèce n'est probablement pas du à l'impact de ce seul facteur, mais l'intensité et la fréquence élevées des perturbations des cours d'eau ont un impact négatif sur *A. sapidus*.

Enfin les sites occupés par *A. sapidus* dans la zone d'étude présentent souvent une faible largeur de végétation favorable à l'espèce de part et d'autre du cours d'eau, ce qui pourrait constituer un facteur limitant à l'abondance d'*A. sapidus* sur ces sites : chez la forme aquatique du campagnol terrestre, cette largeur de couvert au bord de l'eau est un facteur limitant à la densité de cette espèce dont les effectifs par tronçon de cours d'eau peuvent par ailleurs atteindre des valeurs beaucoup plus élevées que celles d'*A. sapidus*²⁷.

6. Discussion générale et conclusion

L'absence de connaissances antérieures sur la répartition et les effectifs d'*A. sapidus* dans le bassin versant de la Sioule ne permet pas de montrer une éventuelle évolution de la situation de l'espèce dans cette zone. Néanmoins la faible surface de son aire de répartition actuelle, l'absence de barrière géographique et de discontinuité dans le faciès des sites disponibles entre l'intérieur de l'aire de présence et les très larges environs de celle-ci, le faible taux de sites occupés au sein de cette aire et enfin la faiblesse des abondances sur ces sites laissent supposer que l'espèce a pu subir une régression importante, au regard de la disponibilité des sites à l'échelle du bassin versant pour une espèce habituellement présentée comme peu exigeante.

La localisation des zones occupées dans deux parties situées en amont dans le bassin versant ne permet pas de conclure quant à l'impact de facteurs environnementaux à l'échelle du paysage, mais il est clair que certains secteurs dans l'aval du bassin présentent une grande majorité de cours d'eau très fortement perturbés par l'activité anthropique et ne pouvant a priori constituer un habitat favorable à *A. sapidus*. Ainsi dans certaines zones de grande culture, le drainage en sous-sol et le calibrage de fossés maintenus sans végétation riveraine herbacée dense dans la strate inférieure ne sont pas propices à la présence d'*A. sapidus*. La destruction de l'habitat est un facteur important parmi ceux pouvant expliquer une éventuelle régression de l'espèce à l'échelle de la zone d'étude.

L'aire de présence d'*A. sapidus* compte une plus grande proportion de sites présentant un faciès favorable à l'espèce que le reste du bassin versant, mais la majeure partie de ceux-ci ne sont pas occupés et l'abondance est globalement faible sur les sites occupés. La disponibilité de l'habitat comme facteur limitant ne peut donc suffire à expliquer la faiblesse de la répartition et des effectifs de l'espèce dans la zone d'étude. De plus de nombreux secteurs dans la zone d'étude, en particulier aux alentours de l'aire de présence, présentent des milieux a priori favorables à l'espèce. Une caractérisation plus fine de cet habitat permettrait cependant peut-être de préciser l'influence sur la présence/absence d'*A. sapidus* de certains facteurs du milieu tels que la composition détaillée de la végétation riveraine et aquatique, la qualité de l'eau ou la variabilité du niveau d'eau.

Un éventuel lien d'exclusion entre *A. sapidus* et les différents rongeurs semi-aquatiques exogènes n'a pas été montré. Néanmoins la cohabitation d'*A. sapidus* avec chacune de ces espèces n'a été que très peu observée, alors que ces espèces sont assez communes à très communes dans l'ensemble du bassin versant : la cohabitation avec le ragondin a été peu constatée, celle avec le rat musqué a été très rarement constatée, celle avec le rat gris n'a pas été constatée. Ceci appuie l'hypothèse souvent avancée selon laquelle la présence de ces espèces, en particulier le rat musqué et le rat gris, est néfaste à *A. sapidus*.

Sur des portions de cours d'eau occupés par *A. sapidus* et au faciès semblable, une corrélation négative a été établie entre, d'une part l'intensité des perturbations anthropiques, en terme d'entretien du lit et des berges, et d'exploitation

agricole de celles-ci, et d'autre part l'abondance relative d'*A. sapidus*. Ceci met en évidence l'impact négatif des perturbations anthropiques sur l'espèce au-delà d'une certaine intensité, ces perturbations permettant cependant parfois, dans certains paysages agricoles, le maintien à plus ou moins long terme d'un habitat favorable à l'espèce.

L'impact sur *A. sapidus* des perturbations de son habitat par l'activité anthropique semble donc important. Des études plus lourdes à mener sur un plus long terme à l'aide de l'intégration d'un plus grand nombre de facteurs permettraient peut-être de préciser l'utilisation de l'espace à l'échelle populationnelle en déterminant notamment les modalités de la dispersion juvénile et les capacités de colonisation. On pourrait alors envisager de préciser qualitativement et quantitativement les conditions nécessaires à la présence de l'espèce à l'échelle d'un site et de son maintien à l'échelle du paysage.

La méthode proposée permet de dresser rapidement un état des lieux de la population d'*A. sapidus* à l'échelle d'un territoire tel qu'un bassin versant de 2250 km². Le mode de prospection proposé permet l'établissement d'une carte de répartition de l'espèce par présence/absence par maille de 5 kilomètres de côté. De plus il a été constaté que la détermination d'une abondance relative de l'espèce significative nécessite une durée de piégeage par capture-marquage-recapture supérieure à celle habituellement pratiquée pour l'étude des micromammifères. Une méthode d'analyse des corrélations entre facteurs de perturbation d'une part, et présence/absence ou abondance d'*A. sapidus* d'autre part, est proposée.

Une telle méthode pourrait être utilisée en prenant en compte un plus grand nombre de facteurs susceptibles d'expliquer la présence/absence de l'espèce à l'échelle d'un site. Par ailleurs l'impact sur *A. sapidus* d'espèces telles que le rat musqué, le rat et le ragondin pourrait être montré clairement et précisé qualitativement, en dehors du champ d'étude naturaliste limité à l'analyse d'informations et d'observations de terrain, par l'expérimentation de la mise en présence de ces espèces avec *A. sapidus* sur des sites contrôlés.

Enfin un suivi de l'évolution de la population d'*A. sapidus* à l'échelle de son aire de répartition dans le bassin versant de la Sioule est à envisager.

Les très nombreuses prospections réalisées aux alentours des tronçons occupés dans la partie nord de l'aire de répartition d'*A. sapidus*, principalement en aval de celle-ci puisque ces tronçons se situent près de la tête de bassin, mais aussi en amont, près de la limite de bassin et même au delà de la celle-ci (tronçons non pris en compte dans l'étude) n'ont pas permis la découverte d'un prolongement de cette partie de l'aire de répartition, même vers l'extérieur du bassin versant. Cet isolement, le très faible nombre de tronçons occupés par *A. sapidus* dans ce secteur, la faiblesse des effectifs sur ces sites, la présence largement répandue du rat musqué aux alentours et enfin la dégradation des berges des cours d'eau constatée en de nombreux endroits ici nous font craindre la disparition d'*A. sapidus* à court ou moyen terme de ce secteur.

La partie sud de l'aire de répartition est contiguë à des zones qui seraient occupées par l'espèce dans la continuité de la région des Combrailles, dans le Limousin¹⁰. La présence de l'espèce semble donc ici moins directement menacée à court terme. Néanmoins la situation globale d'*A. sapidus* à l'échelle du bassin versant de la Sioule apparaît comme très préoccupante. La faiblesse de la répartition et des effectifs dans la zone d'étude, et plus largement la faiblesse du nombre de mentions de l'espèce à l'échelle régionale plaident en la faveur de la mise en place rapide d'actions fortes en faveur de la protection du campagnol amphibie.



©Pierre RIGAUX



©Pierre RIGAUX



©Pierre RIGAUX

7. Références bibliographiques

- ¹ Akaike H., 1974. A new look at the statistical model identification, IEEE Transactions on Automatic Control, Vol 19 (6) : 716- 723.
- ² Amori G., 1996. *Arvicola sapidus*. In UICN 2004. 2004 UICN Red List of Threatened Species, www.uicnredlist.org, 22/12/2005.
- ³ Barreto G. R. & Macdonald D. W., 1999. The response of water voles *Arvicola terrestris* to the odours of predators, in Animal Behaviour 57 : 1107-1112.
- ⁴ Baudouin C., 1984. *Arvicola sapidus*, in Fayard A., Atlas des Mammifères sauvages de France, Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris : 162-163.
- ⁵ Bouchardy C., 2001. La loutre d'Europe, histoire d'une sauvegarde, Catiche productions, 31 p.
- ⁶ Bruhnes & Baudoin, 1980. Réserve Naturelle des sagnes de la Godivelle. Contribution à l'étude de la faune (1^{ère} partie), PNRVA, Université de Clermont-Ferrand 2, 51 p.
- ⁷ Bruhnes, Francez & Mollet, 1981. Réserve naturelle des sagnes de la Godivelle. Etude zoologique et botanique, PNRVA, Université de Clermont-Ferrand 2, 90 p.
- ⁸ Cantuel P., 1960. Faune des vertébrés du Massif Central de la France - Contribution à l'étude de la biologie des régions altitudinales, Paul Lechevalier, Paris : 76-82.
- ⁹ Cochet G., 2006. Le Grand-duc d'Europe. Delachaux & Niestlé, 207 p.
- ¹⁰ Collectif, 1986. Atlas de répartition des mammifères dans l'Allier, l'Aveyron, le Cantal, la Haute-Loire et le Puy-de-Dôme, Centre Ornithologique Auvergne : 122-123.
- ¹¹ Collectif, 2000. Mammifères, reptiles, amphibiens du Limousin, Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin, GMHAL, Limoges : 84.
- ¹² Fedriani J. M. *et al.*, 2002. *Local and landscape habitat determinants of water vole distribution in a patchy Mediterranean environment*, Ecoscience 9 (1) : 12-19.
- ¹³ Jewel P. 1959. Small mammals of the Bronze Age, in Bulletin of the Mammal Society of the British Isle, 11 : 9-11.
- ¹⁴ Knight D. A., 1975. Some aspects of activity of the water vole *Arvicola terrestris* and the Brown rat *Rattus norvegicus*, M. Sc. Thesis, University of Durham.

- ¹⁵ Le Louarn H. & Quéré J.-P., 2003. Les rongeurs de France, faunistique et biologie, INRA éditions, Paris, 256 p.
- ¹⁶ Le Louarn H. & Saint Girons M.-C., 1977. Les rongeurs de France, INRA éditions, Paris : 97-104.
- ¹⁷ Leuze C. C. K., 1976. Social behaviour and dispersion in the water vole *Arvicola terrestris* (L.), Ph. D. Thesis, University of Aberdeen.
- ¹⁸ Muséum National d'Histoire Naturelle, 1997. Statut de la faune de France métropolitaine, Paris.
- ¹⁹ Noblet J.-F., 2005. Sauvons le campagnol amphibie, Nature et Humanisme, 22 pp.
- ²⁰ Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, 2000. Réserve Naturelle des sagnes de la Godivelle : plan de gestion 2000-2005, 77 p.
- ²¹ R Development Core Team, 2006. R : A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- ²² Rosoux R., 1998. Etude des modalités d'occupation de l'espace et d'utilisation des ressources trophiques chez la loutre d'Europe (*Lutra lutra*) dans le marais poitevin, Th. Doct. Univ. : 58-71.
- ²³ Saint Girons M.-C., 1973. Les mammifères de France et du Benelux (faune marine exceptée), Doin, Paris, 481 p : 322-331.
- ²⁴ Sirugue D, 1995. Mammifères sauvages du Morvan, Parc Naturel Régional du Morvan : 142-143.
- ²⁵ Spitz F., 2007. A propos du campagnol amphibie, *in* Mammifères sauvages n°53, Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères sauvages : 25-26.
- ²⁶ Spitz F., Le Louarn H., Poulet A., Dassonville B., 1974. Standardisation des piégeages en ligne pour quelques espèces de rongeurs, *in* Terre et Vie, 28, 4 : 564-578.
- ²⁷ Strachan R. & Moorhouse T., 1998. Water vole. Conservation Handbook English nature, Environnement agency, Wildlife conservation Research Unit, 77 p.
- ²⁸ Thévenin J.P., 1984. Le campagnol aquatique *Arvicola sapidus* Miller, 1908, *in* Arvicola - Bulletin de la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères I (1) : 24-26.
- ²⁹ Trotignon J., 2000. Des étangs pour la vie - Améliorer la gestion des étangs, cahiers techniques n° 61, Atelier technique des espaces naturels : 37-38.

Annexes

ANNEXE 1

Traces et indices de présence du campagnol amphibie

ANNEXE 2

Fiche de prospection

ANNEXE 3

Questionnaire aux agriculteurs

Traces et indices de présence du campagnol amphibie : CONFUSIONS A EVITER

Sont présentées ici les confusions possibles avec des espèces pouvant être trouvées en Auvergne dans les mêmes milieux que le campagnol amphibie *Arvicola sapidus*. Il n'est pas tenu compte de la confusion possible avec la forme aquatique du campagnol terrestre *Arvicola terrestris terrestris*, a priori absente d'Auvergne.

L = Longueur, l = largeur, PA = Pied Antérieur, PP = Pied Postérieur

COULEES

Localisation et description

Passages ouverts ou galeries fermées dans la végétation des berges et « voies de passage » dans la végétation aquatique.

Risques de confusion

- CAMPAGNOL AGRESTE : coulées terrestres très semblables quoique souvent plus petites.
- RAT GRIS : coulées terrestres pouvant être de même type.
- RAT MUSQUE : coulées terrestres et aquatiques semblables quoique pouvant être plus larges.

→ *Coulées du campagnol amphibie assez peu caractéristiques.*

EMPREINTES

Localisation et description

A proximité immédiate de l'eau, sur la vase, dans les coulées. PA 15-23, PP 20-31 mm. 5 soles plantaires (marquent extrêmement rarement). Habituellement pas de trace de queue.

Risques de confusion

- CAMPAGNOL AGRESTE : empreintes plus petites (PA 12-15 mm, PP 15-21 mm).
- RAT GRIS : empreintes très semblables (PA 18-25, PP 33-45 mm, 6 soles plantaires). Le critère de distinction parfois évoqué se rapportant au placement des doigts des pieds antérieurs n'est pas valable sur le terrain. L'observation des empreintes des soles plantaires est le plus souvent impossible sur le terrain. Le rat gris laisse parfois (mais pas toujours) la trace de sa queue.
- RAT MUSQUE : empreintes nettement plus grosses (PA 30-35 mm, PP 60-80 mm) et de forme caractéristique, avec parfois la trace de la queue.

→ *Distinction campagnol amphibie / rat gris souvent très difficile voire impossible. Distinction avec les jeunes rats musqués parfois délicate.*

RESTES DE NOURRITURE

Localisation et description

Sur les bords des coulées, près des nids, sur des réfectoires (placettes dégagées, situées à découvert ou cachées sous la végétation). Tiges de végétaux herbacés coupés en biseau à 10 cm. Coquilles fracturées,...

Risques de confusion

- CAMPAGNOL AGRESTE : restes végétaux et réfectoires extrêmement semblables. Tiges coupées + bas.
- RAT GRIS : ne produit pas ce type de restes végétaux. Coquilles possibles.
- RAT MUSQUE : restes végétaux souvent dans l'eau près du terrier. Coquilles fracturées fréquentes.

➔ *Distinction campagnol amphibie / campagnol agreste très difficile.*

TERRIERS

Localisation et description

Dans la berge : entrée souvent submergée de 6 cm de diamètre. En terrain marécageux : dans une touffe de végétation au dessus de l'eau, un touradon. (L'eau est parfois troublée à l'entrée par le passage répété.)

Risques de confusion

- CAMPAGNOL AGRESTE : entrée + petite et habituellement pas submergée.
- RAT GRIS : entrée de taille similaire (6-8 cm de diamètre) mais terrier généralement en terrain sec.
- RAT MUSQUE : entrée dans la berge, immergée ou non mais beaucoup + grosse (15-20 cm de diamètre).

Terriers du campagnol amphibie souvent assez caractéristiques mais pas toujours en évidence.

CROTTE

Localisation et description

Près de l'eau sous la végétation herbacée, sur la vase, sur une pierre émergée,.... Isolées ou en crottiers (petits tas). L 8-15, l 3-6 mm. Solides à bouts arrondis. Souvent vertes à l'état frais, puis vert foncé à brunes en séchant ; parfois brunes, grises ou noires à l'état frais. En groupe, paraissent « calibrées », de couleurs pouvant être différentes, mais de forme et de taille habituellement peu variables.

Risques de confusion

- CAMPAGNOL AGRESTE : mêmes crottiers, crottes souvent vertes mais + petites (L 3-9, l 2-3 mm).
- RAT GRIS : crottes de forme et d'aspect + variables. Souvent noires et d'aspect solide, pas vertes ; surface +/- irrégulière, d'aspect moins homogène ; +/- pointues à un bout, parfois légèrement torsadées. Parfois moins solides, plus friables ou d'aspect gras (L 8-17, l 6 mm). Peuvent être +/- groupées.
- RAT MUSQUE : crottes légèrement plus grosses (L 10-15, l 5-6 mm) et assez variables. Brunes, grises, noires, rougeâtres à verdâtres. Souvent + molles, - régulières, d'aspect gras. Souvent déposées dans l'eau en petit tas, ou sur une pierre émergée, une plage dégagée, en crottier ou non.

➔ *Crottes et crottiers du campagnol amphibie caractéristiques et faciles à trouver.*



Crottes de campagnol amphibie *Arvicola sapidus*



Crottes de campagnol agreste *Microtus agrestis*



Crottes de rat gris *Rattus norvegicus*



Crottes de rat musqué *Ondatra zibethicus*

ANNEXE 2

Enquête CAMPAGNOL AMPHIBIE

Fiche de prospection

Nom du prospecteur :		date :	fiche n°
Commune :	Lieu-dit :	département :	
		Coordonnées UTM :	
		Longueur du tronçon prospecté :	
--- DESCRIPTION DU MILIEU ---			
LIT			
☐ Eau stagnante :	☐ Etang, lac ☐ Mare ☐ Autre :	☐ Eau courante :	☐ Rivière, ruisseau ☐ Drain, "rase" ☐ Autre :
Végétation aquatique aux abords de la berge : ☐ absente ☐ peu abondante ☐ abondante			
"Banquettes" immergées à faible profondeur : ☐ absentes ☐ peu abondantes ☐ abondantes			
BERGES ET ENVIRONNEMENT			
• BERGES IMMEDIATES (de 0 à 50 cm de l'eau)		Rive gauche	Rive droite
Strate inférieure (<1m de haut)		si eau courante	
- Présence majoritaire de végétation herbacée > 30 cm de haut	→ Graminée non hygrophile majoritaire → Végétation type "roselière" majoritaire → Autre végétation hygrophile majoritaire → Autre majoritaire (culture...), préciser :	☐	☐
- Présence majoritaire de végétation herbacée < 30 cm de haut	→ "Herbe" majoritaire → Autre majoritaire :	☐	☐
- Présence majoritaire de buissons		☐	☐
- Autre majoritaire (préciser) :		☐	☐
Strate supérieure (>1m de haut)			
- Arbres sur la majorité de la berge	→ Rypisylve de feuillus → Autre :	☐	☐
- Peu ou pas d'arbres		☐	☐
Pâturage (pas de pâturage ☐)			
- Pâturage atteignant l'eau sur la majorité de la berge		☐	☐
- Pâturage n'atteignant pas l'eau sur la majorité de la berge		☐	☐
• ENVIRONNEMENT PROCHE de 50 cm à 5 m de l'eau			
- Prairie mésophile majoritaire (herbe)		☐	☐
- Prairie humide majoritaire (joncs, carex, reine des prés...)		☐	☐
- Lande majoritaire (genêt, callune, buissons,...)		☐	☐
- Bois majoritaire (préciser) :		☐	☐
- Autre majoritaire (préciser) :		☐	☐
• ENVIRONNEMENT GENERAL de 5 m à 100 m de l'eau			
Description détaillée :			
--- RESULTAT DE LA PROSPECTION ---			
Campagnol amphibie	Autres espèces contactées		
☐ Présence	☐ Campagnol agreste	☐ Rat musqué	☐ Loutre
☐ Absence	☐ Rat gris (surmulot)	☐ Ragondin	
	☐ Autres :		

ANNEXE 3

GMA-Rigaux 2006. campagnol amphibie.

Questionnaire auprès des propriétaires ou utilisateurs des tronçons prospectés

Code tronçon : Rive : gauche ☐ droite ☐

Nom : propriétaire ☐ , utilisateur ☐ , autre :

Vous êtes propriétaire ou utilisateur de la parcelle depuis combien d'années ?

PARCELLE ET BERGE

Est-ce que c'est de la pâture seulement (☐ → 1.), de la fauche seulement (☐ → 2.), de la pâture + fauche (☐ → 3.), ou de la culture (en rotation ou non avec prairie temporaire) (☐ → 4.) ? Ou autre chose (→ 5.) ?

1. Si c'est du pâturage seulement.

1.1. Est-ce qu'il y a une clôture au bord de l'eau (sur la plus grande partie) quand y a les bêtes ?

- si oui : A quelle distance de l'eau est placée la clôture ?

<20 cm ☐ , entre 20 cm et 50 cm ☐ , entre 50 cm et 1 m ☐ , > 1 m ☐ → 1.2.

- si non : Est-ce que les bêtes vont jusqu'à l'eau sur la plus grande partie de la berge ? si non ☐ → 1.2.

∀ si oui : C'est quel type de bêtes (vaches, chevaux, moutons...) ? → 1.2.

1.2. Est-ce que vous passez le broyeur (même rarement) ? si non ☐ → 1.3.

- si oui : Est-ce que les berges sont broyées jusqu'au bord de l'eau ?

∀ si oui : - Quand ? 2 fois par an ou plus ☐ , tous les ans ☐ , tous les 2 ans ☐ , plus rarement ☐

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? → 1.3.

∀ si non : Quelle largeur fait la bande au bord de l'eau qui n'est pas broyée (la bande, ça peut être le petit talus au bord de l'eau) : <20 cm ☐ , entre 20 cm et 50 cm ☐ , entre 50 cm et 1 m ☐ , > 1 m ☐ → 1.3.

1.3. Est-ce que vous brûlez la parcelle parfois ? si non ☐ → 1.4.

- si oui : - Est-ce que ça brûle jusqu'au bord de l'eau (je suppose que oui !) ? si non ☐ → 1.4.

∀ si oui : - Tous les combien est-ce que vous le faites ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez fait pour la dernière fois ? → 1.4.

1.4. Est-ce que vous passez un autre engin ou un autre traitement au bord de l'eau (pour entretien ou autre, coupe des arbres, des buissons...) ? si non ☐ → 1.5.

- si oui : - Quoi ?

- Quand ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? → 1.5.

1.5. Au final pour confirmer, est-ce qu'il reste toujours au bord de l'eau une petite bande avec de la végétation >30 cm de haut qui n'est pas pâturée ni broyée ni brûlée ni entretenue ? (ça peut être un petit talus avec de la végétation (par exemple si c'est pas accessible pour les engins) ?

→ 5.1.

2. Si c'est de la fauche seulement.

2.1. Est-ce que les berges sont fauchées jusqu'au bord de l'eau ?

- si oui : - Combien de fois est-ce qu'elles sont fauchées (habituellement) ? 1 fois /an ☐ , 2 fois /an ☐ , 3 fois /an ☐

- A quel(s) mois ?

- Quand est-ce que ça a été fauché pour la dernière fois ? →2.2.
● **si non** : Quelle largeur fait la bande non fauchée ? (Ce que j'appelle la bande, ça peut être le petit talus au bord de l'eau) ☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →2.2.

2.2. Est-ce que vous passez le broyeur (même rarement) ? **si non** ☐ →2.3.

● **si oui** : Est-ce que les berges sont broyées jusqu'au bord de l'eau ?

∀ **si oui** : - Quand ? ☐ 2 fois par an ou plus ☐ , ☐ 1 fois par an ☐ , ☐ tous les 2 ans ☐ , ☐ plus rarement ☐

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →2.3.

∀ **si non** : Quelle largeur fait la bande au bord de l'eau qui n'est pas broyée (la bande, ça peut être le petit talus au bord de l'eau) : ☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →2.3.

2.3. Est-ce que vous brûlez la parcelle parfois ? **si non** ☐ →2.4.

● **si oui** : - Est-ce que ça brûle jusqu'au bord de l'eau (je suppose que oui !) ? **si non** ☐ →2.4.

∀ **si oui** : - Tous les combien est-ce que vous le faites ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez fait pour la dernière fois ? →2.4.

2.4. Est-ce que vous passez un autre engin ou un autre traitement au bord de l'eau (pour entretien ou autre, coupe des arbres, des buissons...) ? **si non** ☐ →2.5

● **si oui** : - Quoi ?

- Quand ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →2.5.

2.5. Au final pour confirmer, est-ce qu'il reste toujours au bord de l'eau une petite bande avec de la végétation >30 cm de haut qui n'est pas pâturée ni broyée ni brûlée ni entretenue ? (ça peut être un petit talus avec de la végétation (par exemple si c'est pas accessible pour les engins) ? →5.1.

3. Si c'est de la pâture + de la fauche.

Le pâturage

3.1. Est-ce qu'il y a une clôture au bord de l'eau (sur la plus grande partie) quand y a les bêtes ?

● **si oui** : A quelle distance de l'eau est placée la clôture ?

☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →3.2.

● **si non** : Est-ce que les bêtes vont jusqu'à l'eau sur la plus grande partie de la berge ? **si non** ☐ →3.2.

∀ **si oui** : C'est quel type de bêtes (vaches, chevaux, moutons...) ? →3.2.

La fauche

3.2. Est-ce que les berges sont fauchées jusqu'au bord de l'eau ?

● **si oui** : - Com bien de fois est-ce qu'elles sont fauchées (habituellement) ? ☐ 1 fois /an , ☐ 2 fois /an , ☐ 3 fois /an ☐

- A quel(s) mois ?

- Quand est-ce que ça a été fauché pour la dernière fois ?

● **si non** : Quelle largeur fait la bande non fauchée ? (Ce que j'appelle la bande, ça peut être le petit talus au bord de l'eau) ☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →3.3.

Autres

3.3. Est-ce que vous passez le broyeur (même rarement) ? **si non** ☐ →3.4.

● **si oui** : Est-ce que les berges sont broyées jusqu'au bord de l'eau ?

∀ **si oui** : - Quand ? ☐ 2 fois /an ou plus ☐ , ☐ 1 fois /an ☐ , ☐ tous les 2 ans ☐ , ☐ plus rarement ☐

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →3.4.

∀ **si non** : Quelle largeur fait la bande au bord de l'eau qui n'est pas broyée (la bande, ça peut être le petit

talus au bord de l'eau) : ☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →3.4.

3.4. Est-ce que vous brûlez la parcelle parfois ? ☐ si non ☐ →3.5.

• si oui : - Est-ce que ça brûle jusqu'au bord de l'eau (je suppose que oui !) ? ☐ si non ☐ →3.5.

∀ si oui : - Tous les combien est-ce que vous le faites ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez fait pour la dernière fois ? →3.5.

3.5. Est-ce que vous passez un autre engin ou un autre traitement au bord de l'eau (pour entretien ou autre, coupe des arbres, des buissons...) ? ☐ si non ☐ →3.6.

• si oui : - Quoi ?

- Quand ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →3.6.

3.6. Au final pour confirmer, est-ce qu'il reste toujours au bord de l'eau une petite bande avec de la végétation >30 cm de haut qui n'est pas pâturée ni broyée ni entretenue ? (ça peut être un petit talus avec de la végétation (par exemple si c'est pas accessible pour les engins) ?

→5.1.

4. Si c'est de la culture (ou de la prairie temporaire en rotation avec de la culture).

4.1. Quelle largeur y a-t-il entre la culture et l'eau ? ☐ <20 cm , ☐ 20 à 50 cm , ☐ 50 cm à 1 m , ☐ > 1 m ☐ →4.2.

4.2. Est-ce que vous fauchez cette bande ? ☐ si non jamais ☐ →4.3.

• si oui : Est-ce que les berges sont fauchées jusqu'au bord de l'eau ?

∀ si oui : - Quand ? ☐ 2 fois/an ou plus , ☐ 1 fois/an , ☐ tous les 2 ans , ☐ plus rarement ☐

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →4.3.

∀ si non : Quelle largeur fait la partie au bord de l'eau qui n'est pas fauchée (ça peut être le petit talus au bord de l'eau) : ☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →4.3.

4.3. Est-ce que vous passez le broyeur sur cette bande (même rarement) ? ☐ si non ☐ →4.4.

• si oui : Est-ce que les berges sont broyées jusqu'au bord de l'eau ?

∀ si oui : - Quand ? ☐ 2 fois /an ou plus , ☐ 1 fois /an , ☐ tous les 2 ans , ☐ plus rarement ☐

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →4.4.

∀ si non : Quelle largeur fait la partie au bord de l'eau qui n'est pas broyée (ça peut être le petit talus au bord de l'eau) : ☐ <20 cm , ☐ entre 20 cm et 50 cm , ☐ entre 50 cm et 1 m , ☐ > 1 m ☐ →4.4.

4.4. Est-ce que vous brûlez cette bande ou ce talus parfois ? ☐ si non ☐ →4.5.

• si oui : - Tous les combien est-ce que vous le faites ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez fait pour la dernière fois ? →4.5.

4.5. Est-ce que vous passez un autre engin ou un autre traitement au bord de l'eau (pour entretien ou autre, coupe des arbre, des buissons...) ? ☐ si non ☐ →4.5.

• si oui : - Quoi ?

- Quand ?

- A quelle époque ?

- Quand est-ce que vous l'avez passé pour la dernière fois ? →4.6.

4.6. Au final pour confirmer, est-ce qu'il reste toujours au bord de l'eau une petite bande ou un talus avec de la végétation >30 cm de haut ? →5.1

LIT

5.1. C'est entretenu ou "refait" (pour les rases) tous les combien habituellement ?

tous les ans ☐ , tous les 2 ans ☐ , plus rarement (précisez) : . →5.2.

5.2. A quelle époque ? . →5.3.

5.3. Avec quel moyen (raseuse, godet, à la main) ? . →5.4.

5.4. Quand est-ce qu'a été entretenu le ruisseau (ou la rase) pour la dernière fois ? . →5.5.

5.5. Est-ce qu'après l'entretien, il reste de la végétation sur le petit talus au bord de l'eau (si par exemple le ruisseau est plus large que la machine...) ? **si non** ☐ . →5.6

• **si oui** : Est-ce qu'il reste au moins de la végétation (joncs...) sur 20 cm de large ? ☐ oui ☐ , ☐ non ☐ . →5.6.

5.6. Le ruisseau a-t-il été rectifié ou recalibré ces dernières années ? **si non** ☐ ou **ne sais pas** ☐ . →5.7.

• **si oui** : Quand ? . →5.7.

5.7. A part ça, le ruisseau était-il différent avant (arbres,...) ? **si non** ☐ . →5.8.

• **si oui** : - Quelles différences y avait-il ?

- Qu'est-ce qui a été fait et quand ? . →6.1.

EAU

6.1. L'eau sort-elle de son lit parfois et déborde-t-elle ? **si non jamais** ☐ . →6.2.

• **si oui** : - Tous les combien ? tous les ans ☐ plus rarement (précisez)

- Quand est-ce que ça s'est produit pour la dernière fois ?

- ça a duré combien de temps à peu près ? . →6.2.

6.2. Y a-t-il de l'eau toute l'année habituellement ? **si oui** ☐ . →6.3

• **si non** : - Est-ce que c'est à sec tous les étés ? **si oui** ☐ . →6.3

∀ **si non** : - Tous les combien à peu près ces dernières années ?

- Quand est-ce que ça s'est produit pour la dernière fois ? . →6.3.

6.3. Est-ce qu'à votre connaissance, il a déjà eu une pollution particulière (type hydrocarbure) ou un événement particulier sur le ruisseau, même il y a plusieurs années ? **si non** ☐ . →7.1.

• **si oui** : Quoi et quand ? . →7.1.

DRAINS ET RASES AUTOUR

7.1. Y a-t-il des (autres) rases dans la parcelle ? **si non** ☐ . →7.1.

• **si oui** : - Elles datent de quand à peu près ?

- elles sont entretenues ou "refaites" tous les combien habituellement ?

tous les ans ☐ , tous les 2 ans ☐ , plus rarement (précisez) :

- A quelle époque ?

- Avec quel moyen (raseuse, godet, à la main) ?

- Est-ce qu'elles sont toutes refaites en même temps ? **si oui** ☐

∀ **si non** : Pourquoi ? (dont cas particuliers ou technique, clôtures...) :

- Quand est-ce que ça a été fait pour la dernière fois ?

- Est-ce qu'après l'entretien, il reste de la végétation sur le petit talus au bord de l'eau

(si par exemple le ruisseau est plus large que la machine...) ? ☐ si non ☐ →7.2.

∀ **si oui** : Est-ce qu'il reste au moins de la végétation (joncs...) sur 20 cm de large ? ☐ oui ☐ non ☐ →7.2.

7.2. Y a-t-il des drains souterrains dans la parcelle ? ☐ si non ☐ →8.1.

• **si oui** : Ils datent de quand à peu près ? →8.1.

ANIMAUX

8.1. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a des ragondins ?

☐ oui ☐ non ☐ ne sais pas ☐ y en avait mais y en a plus ☐ autre : →8.2.

8.2. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a ou il y a eu de la destruction des ragondins ? ☐ si non ☐ →8.3.

• **si oui** : Quand et comment ? →8.3.

8.3. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a des rats musqués ?

☐ oui ☐ non ☐ ne sais pas ☐ y en avait mais y en a plus ☐ autre : →8.4.

8.4. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a ou il y a eu de la destruction des rats musqués ? ☐ si non ☐ →8.5.

• **si oui** : Quand et comment ? →8.5.

8.5. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a des rats surmulots ?

☐ oui ☐ non ☐ ne sais pas ☐ y en avait mais y en a plus ☐ autre : →8.6.

8.6. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a ou il y a eu de la destruction de rats surmulots ? ☐ si non ☐ →8.7.

• **si oui** : Quand et comment ? →8.7.

8.7. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a des campagnols amphibies ?

☐ oui ☐ non ☐ ne sais pas ☐ y en avait mais y en a plus ☐ autre : →8.8.

8.8. Est-ce qu'à votre connaissance, il y a d'autres mammifères dans le ruisseau ?

→8.9.

8.9. Est-ce que vous luttez contre les rats taupiers ou les taupes ? ☐ si non ☐ →fin.

• **si oui** : - Quand et comment ? .

- Jusqu'à quelle distance de l'eau minimum ? .

- Quand pour la dernière fois ? →fin.

Résumé

Le campagnol amphibie *Arvicola sapidus* est un rongeur semi-aquatique endémique de la péninsule ibérique et d'une partie de la France métropolitaine. De nombreux témoignages font état d'une régression de ses populations, voire de sa disparition dans plusieurs parties de son aire de répartition. L'état précis de ses populations, ainsi que les causes de cette probable diminution ne sont cependant pas connus avec certitude, et l'étude des populations d'*A. sapidus* est très peu documentée. La présente étude apporte des éléments de méthode concernant la mise en évidence, sur une courte période, de la répartition et de l'abondance d'*A. sapidus* à l'échelle de l'ensemble d'un bassin versant. Au sein de ce territoire de 2250 km² présentant une large gamme de situations paysagères, écologiques et agricoles, deux zones distinctes de présence d'*A. sapidus* sont mises en évidence. Elles présentent des densités de peuplement différentes ; celles-ci sont mises en relation avec certaines caractéristiques environnementales. Les milieux occupés par l'espèce dans la zone d'étude sont décrits. Une estimation de l'état quantitatif de la population est proposée, ainsi qu'une méthode d'analyse de l'influence des perturbations anthropiques du milieu sur *A. sapidus*. Enfin, des hypothèses pouvant expliquer un éventuel déclin de l'espèce dans le contexte écologique étudié sont discutées.

Summary

Water vole (*Arvicola sapidus*) is a semi-aquatic rodent only present in Iberian Peninsula and in a part of France. According to a lot of evidences, the species is decreasing or has disappeared in many parts of its repartition area. However, precise data about population status or main threats to water vole remain scarce. This study first describes an investigation method for *A. sapidus*, at a whole river catchment scale, during a relatively short period. Catchment size is 2250 km², and this area is characterized by high landscape variability, gathering different ecological habitats, and different farming activities or human use. Two distinct areas of *A. sapidus* presence, characterized by densities differences, were defined inside this catchment. Main characteristics of *A. sapidus* habitat in this catchment are described. An analysis method of human disturbance consequences on *A. sapidus* populations is proposed. Several hypotheses able to explain *A. sapidus* decrease in the studied ecological context are discussed.

Prospections : Pierre Rigaux, Pauline Charruau, Sophie Hermeline, Laure Bournez, Sabine Boursange, Karine Sylvente, avec la participation de Romary Courtois, Stéphan Oleszczyński, Fabrice Landré, Charles Lemarchand, Etienne Dupoux, Romain Riols, Christophe Eymard, Yvan Martin, Fabrice Dupré, Philippe Maillet.

Piégeage : Pauline Charruau, Sophie Hermeline, Pierre Rigaux, Laure Bournez, Sabine Boursange, Karine Sylvente.

Statistiques : Pauline Charruau, avec la participation de Charles Lemarchand.

Montage, coordination, cartographie : Pierre Rigaux.

Rédaction : Pierre Rigaux, avec la participation de Pauline Charruau.

Mise en page : Romary Courtois.

Photographies : Pauline Charruau, Pierre Rigaux.