

**AFPP – 11^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 25 ET 26 OCTOBRE 2017**

**EFFET DE L'ENVIRONNEMENT PAYSAGER D'UNE PARCELLE DE VIGNE SUR LA COMMUNAUTE DES
CHIROPTERES**

G. SENTENAC ⁽¹⁾ et A. RUSCH. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut Français de la Vigne et du Vin, Pôle Bourgogne-Beaujolais-Jura –Savoie, 6 rue du 16^{ème}
Chasseurs 21200 Beaune. France. gilles.sentenac@vignevin.com

⁽²⁾ Institut National de la Recherche Agronomique, UMR 1065 Santé et Agroécologie du Vignoble, , 71
rue Edouard Bourlaux, 33 882 Villenave d'Ornon. France. adrien.rusch@inra.fr

RÉSUMÉ

La richesse spécifique et l'activité des chiroptères ont été étudiées sur dix parcelles de vigne conduites en agriculture biologique réparties le long d'un gradient de complexité du paysage caractérisée par la proportion en habitats semi naturels. La méthode acoustique a été utilisée pour réaliser l'inventaire faunistique et préciser l'activité nocturne des chiroptères. Les ultrasons ont été enregistrés grâce à un détecteur Pettersson D1000x et analysés au moyen du logiciel Batsound. Sur la durée du programme Biocontrol, de 2013 à 2015, 11 à 14 séances d'écoute de 30 minutes le long d'un transect ont ainsi été effectuées sur chaque parcelle. Les observations révèlent que *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii* et *Epstesicus serotinus* sont les espèces dominantes. Ces espèces présentent la plus grande activité de captures d'insectes. Nos travaux montrent que certaines variables paysagères comme la proportion d'habitats semi-naturels ou la propotion de forêt, à différentes échelles spatiales, ont un effet significatif positif sur la richesse spécifique et l'activité insectivore des chiroptères. Nos analyses ont par ailleurs montré une relation significative négative entre l'activité capture d'insectes des chauves-souris et le nombre de papillons d'eudémis et de cochylis piégés. Ces premiers résultats semblent indiquer un possible rôle des communautés de chiroptères dans la régulation naturelle des tordeuses de la vigne.

Mots-clés : chiroptères, *Pipistrellus*, régulation naturelle, activité insectivore, habitats semi-naturels

ABSTRACT

Effect of landscape context on bat communities in vineyards

Species richness and activity of bats have been studied on ten organic vineyards selected along a landscape complexity gradient. Landscape complexity was defined as the proportion of semi-natural habitat in the landscape. We used acoustic measures to characterize bat communities and their activities. Bats activities were recorded using Pettersson D1000x and the spectrograms were analyzed using Batsound software. During the three year survey (2013-2015), each vineyard was monitored from 11 to 14 times (during 30 minutes each time). Our surveys revealed that the dominant species are *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii* and *Epstesicus serotinus*. These three species have the most important insectivorous activity in our surveys. Our work reveals that some landscape variables at different spatio-temporal scale, such as the proportion of semi-natural habitats or the propotion of woodland, significantly increase species richness and insectivorous activity of bat communities. Moreover, our results indicate that a negative relationship between the insectivorous activity of bats and the number of grape moths captured within the vineyards. These first results suggest a potential role of bats as natural predators of insect pests in viticulture.

Keywords: bat communities, *Pipistrellus*, natural pest control, insectivorous activity, semi-natural habitats.

INTRODUCTION

Les trente-quatre espèces de chiroptères avérées en France chassent principalement des insectes et des araignées, elles contribuent ainsi à la régulation de leur population (Arthur et Lemaire, 2009). Selon le docteur Paul Maisonneuve (1926), les chauves-souris jouent un rôle efficace dans la protection de la vigne : « *Animaux crépusculaires, comme le sont la plupart des parasites les plus dangereux de la vigne, Cochylis, Eudémis, les chauves-souris se trouvent dans les meilleures conditions pour leur faire la chasse. Maintes et maintes fois je les ai vues voler à la tombée de la nuit au-dessus des ceps, allant et venant inlassablement, rasant toute leur longueur des rangs pour happer au passage Cochylis et Eudémis, dont l'activité se révèle à l'heure vespérale et qui viennent à point satisfaire leur formidable appétit* ».

Cette référence est restée quelque peu orpheline, à notre connaissance unique témoignage à ce jour de la prédation des adultes des tordeuses de la grappe par les chiroptères. Aussi dans le cadre du projet Biocontrol (Casdar IP 2012) nous avons souhaité poursuivre les études débutées en 2008 dont l'objet est i) d'identifier les espèces de chauves-souris qui fréquentent le vignoble, ii) de caractériser leurs activités, iii) d'étudier la relation entre la complexité du paysage et les variables telles que la richesse spécifique, l'indice d'activité ou encore l'activité insectivore de ces prédateurs potentiels vertébrés. Le terme prédateur potentiel est employé dans la mesure où le statut d'auxiliaire des chauves-souris n'est pas encore avéré en viticulture.

MATERIEL ET MÉTHODE

CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT PAYSAGER EN VUE D'ETUDIER SON EFFET SUR LES CHAUVES-SOURIS

En Bourgogne, 10 parcelles, plantées avec le même cépage, ont été sélectionnées le long d'un gradient de complexité du paysage. Ce gradient a été défini par la proportion d'habitats semi-naturels (forêts, friches, prairies permanentes, haies) dans l'environnement paysager de chaque parcelle dans un rayon de 1 km. La taille minimale des parcelles a été fixée à 0.5 ha pour limiter l'importance des effets de bordure et l'ensemble des parcelles retenues devait présenter des caractéristiques intra-parcellaires identiques notamment en termes de diversité végétale (i.e., enherbement oui/non), et de lutte obligatoire contre la flavescence dorée. Ces parcelles, distantes les unes des autres d'au moins 2 kilomètres, sont situées dans des secteurs non placés sous confusion sexuelle.

Les mesures de complexité du paysage pour la sélection des sites se sont basées, dans un premier temps, sur les informations d'occupation du sol de la base de données européenne Corine Land Cover. L'occupation du sol autour de chaque parcelle sélectionnée a ensuite été caractérisée plus finement sur la base de la digitalisation de photographies aériennes ortho-rectifiées (IGN) complétée par des relevés de terrains. L'analyse de la structure du paysage autour de chaque site s'est ensuite faite à différentes échelles spatiales. Ainsi, la complexité du paysage a été calculée dans des cercles concentriques allant de 100 m à 1000 m de rayon à l'aide d'ArcGis 10-1. Les variables paysagères obtenues ont ensuite été utilisées comme variables explicatives dans les modèles statistiques développés.

SUIVI DES CHIROPTERES

L'objectif de nos mesures a été d'identifier les espèces de chiroptères retrouvées dans les espaces viticoles et de quantifier leur activité insectivore. La méthode utilisée est la reconnaissance acoustique des chiroptères (Barataud, 2001, 2012) au moyen d'un détecteur d'ultrasons Pettersson D1000X. Des séances d'écoutes de 30 mn ont été effectuées sur le dispositif à raison de 5 parcelles par soirée, au cours de deux soirées consécutives, avant et pendant l'activité de vol des tordeuses de la grappe de 1^{ère} et 2^{de} génération, activité suivie au moyen de pièges sexuels dotés de capsules minidosée. Les points d'écoute ont été réalisés le long d'un transect qui longe un rang dans chaque moitié de parcelle et les deux contours de la parcelle de vigne échantillonnée. Les chauves-souris contactées ont été identifiées à l'espèce ou au groupe d'espèces à l'aide du logiciel « Batsound ». Certains enregistrements ont été

analysés par Yves Tupinier, expert en identification acoustique. Il a ainsi été possible de quantifier l'indice d'activité (contacts/heure), l'activité de chasse et les captures. L'identité des proies demeure cependant inconnue. L'unité de mesure de l'activité des chauves-souris est le contact acoustique, l'indice d'activité s'exprime, se mesure en nombre de contacts par heure, contact qui peut traduire une activité de transit, de chasse ou de capture. L'activité de capture d'insectes se caractérise par une augmentation progressive de la fréquence d'émissions des ultrasons, le nombre de signaux par unité de temps s'accroît alors que la durée de ces derniers diminue, la largeur de bande de fréquence s'élargit. Ce rythme rapide, cris plus nombreux et plus courts en durée, est suivi par une courte phase de silence qui a lieu au moment de la capture. Ce type de séquence qui révèle une capture d'insecte est appelée buzz par les anglophones. L'activité insectivore s'exprime en nombre de buzz ou de captures par heure.

STRATEGIE GLOBALE D'ANALYSE DES DONNEES

Nous avons analysé les données à l'aide de modèles linéaires mixtes généralisés (effet aléatoire : année et parcelle) avec une distribution des erreurs de type Poisson ou Binomiale. Les différents modèles construits ont testé successivement les effets de différentes variables explicatives indépendamment : la proportion d'habitats semi-naturels, de forêts, de forêts de feuillus, de forêts de résineux, de friches et de prairies, et ce à plusieurs étendues spatiales (100m, 250m, 500m, 750m, 1000m). Nous avons délibérément choisi d'utiliser une approche simple nous permettant d'analyser les effets du gradient de complexité seul, dans un premier temps, sans prendre en compte des interactions potentielles entre variables paysagères voir avec des covariables locales. Cette approche nous permet de tester notre hypothèse initiale quant aux effets potentiels de la complexité du paysage, au sens large, sur la richesse et l'activité des chauves-souris.

RESULTATS ET DISCUSSION

CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT PAYSAGER EN VUE D'ETUDIER SON EFFET SUR LES CHAUVES-SOURIS

Parmi les 20 parcelles qui constituent le dispositif expérimental « Biocontrol » en Bourgogne seules les 10 dont le nom figure en gras dans le tableau I constituent le dispositif expérimental « chauves-souris ». Ces parcelles sont complantées en Pinot noir et conduites en agrobiologie, le sol étant entretenu mécaniquement. Elles ne font l'objet d'aucune couverture insecticide/acaricide. Une dérogation à l'obligation de réaliser un traitement contre le vecteur de la flavescence dorée a été obtenue en 2013 et 2014, dérogation accompagnée de la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures de prévention. Aucune parcelle d'essai ne se trouvait dans le périmètre de lutte obligatoire en 2015.

La proportion en habitats semi-naturels (tableau I) ainsi que la proportion de chacune des composantes de ces habitats semi-naturels (HSN : forêts de feuillus, forêts de résineux, forêts mixte, friche, prairies naturelles, haies) sont connues pour chaque parcelle dans des zones concentriques de 100 à 1000 m de rayon par rapport au centre de la dite parcelle.

Le taux de recouvrement des HSN est compris, pour les buffers de 1000m, 750m, 500m, 250m et 100m respectivement entre 3.91 et 81.7 %, 1.26 et 85.09 %, 1.21 et 85.98 %, 0.61 et 75.44 %, 0 et 28.37 % (tableau I). Nous disposons à présent, pour chaque buffer, de 14 variables paysagères mesurées et de 4 variables paysagères calculées (HSN, forêts, bâti, linéaires autres que haies). Le gradient de complexité du paysage recherché est acquis dans la plupart des zones concentriques, la variation est cependant plus réduite à certaines échelles spatiales, trop peu d'écart entre les valeurs et/ou beaucoup de données nulles du fait de la trop faible représentation de certaines composantes paysagères dans notre région. C'est la raison pour laquelle ne seront pas retenues comme variables explicatives :

- la proportion de forêts mixtes et de haies à toutes les échelles spatiales
- la proportion de forêts de résineux à 750, 500, 250 et 100 m
- la proportion de surface bâtie à 250 et 100 m
- la proportion de forêts de feuillus, de prairies à 100 m.

Tableau I : Proportion d'habitats semi-naturels dans les différents buffers
 Propotion of semi-natural habitats within the different buffers

	Lieu-dit	commune	%HSN				
			1000m	750m	500 m	250 m	100m
1	Morgeot	Chassagne -Montrachet	20.94	8.36	2.07	0.74	0.00
2	Le Ban	Saint-aubin	59.86	55.91	46.02	41.55	13.38
3	La Pièce sous le Bois	Meursault	50.51	50.38	42.94	17.80	0.00
4	En Chevrot	Saint-Romain	57.00	52.66	46.77	35.34	10.79
5	Les Largillas	Auxey-Duresses	56.72	47.19	34.84	24.67	8.08
6	Volnay Santenots du milieu	Meursault	3.91	1.26	1.21	1.53	0.88
7	Le Clou	Nantoux	60.78	61.03	56.38	24.06	0.75
8	La Platière	Pommard	26.94	23.70	16.31	2.86	0.37
9	Les Lormes	Pommard	18.69	19.60	14.19	4.65	1.34
10	Beaune Teurons	Beaune	9.55	6.82	4.17	4.82	12.63
11	La Grande Châtelaine	Beaune	81.70	85.09	87.98	75.44	28.37
12	Les Gollardes	Savigny les Beaune	44.86	29.38	18.60	12.46	17.85
13	Les Fourneaux	Savigny les Beaune	5.33	1.40	1.59	0.61	0.00
14	Belles Filles	Pernand-Vergelesses	47.79	47.84	38.80	22.88	10.80
15	Corton Le Rognet	Ladoix serrigny	25.87	18.15	5.39	2.29	11.61
16	Clos des Langres	Corgoloin	27.74	32.52	36.56	25.90	0.00
17	Les Grands Champs	Gevrey-Chambertin	1.91	1.07	1.10	0.03	0.00
18	Les Evocelles	Brochon	50.01	49.64	49.17	43.22	26.88
19	Les Grasses Têtes Haut	Marsannay	46.74	48.09	48.86	49.15	46.15
20	Clos du Roy	Chenôve	23.78	23.44	19.73	8.20	9.64

RICHESSSE SPECIFIQUE DES CHIROPTERES

Les espèces de chauves-souris sont déterminées au moyen de la méthode d'identification acoustique. La durée d'écoute, suite à 3 années d'étude, varie de 5 h 30 mn à 7 h selon les parcelles. Toutes les parcelles à l'étude sont fréquentées par au moins deux espèces de chauves-souris (voir tableau II).

Tableau II : Nombre d'espèces de chiroptères fréquentant les parcelles
 Species richness of bat communities during the three-year survey

	Richesse2013	Richesse2014	Richesse 2015	Sur les 3 ans
La Grande Châtelaine	8	9	8	13
Les Lormes	3	2	6	6
Le Clou	8	5	5	9
Corton le Rognet	5	5	2	7
Belles Filles	6	3	3	7
Beaune Teurons	8	5	7	10
Les Gollardes	9	4	6	12
Les Fourneaux	7	2	2	7
Volnay Santenots du Milieu	4	6	4	8
Les Largillas	7	5	3	8

Les sites expérimentaux sur lesquels on note la plus grande richesse spécifique sont « La Grande Châtelaine », « Les Gollardes », « Beaune Teurons » et « Le Clou ».

A ce jour, au moins quinze espèces fréquentant le vignoble de Côte d'or ont été identifiées. La liste par ordre décroissant du nombre de contacts enregistrés durant l'étude (chiffre indiqué entre parenthèse) est la suivante :

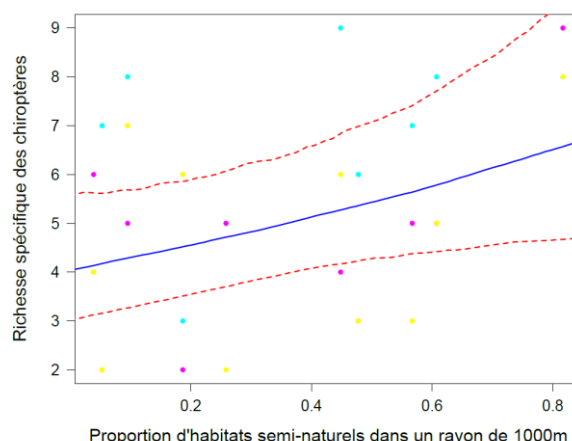
- Pipistrellus pipistrellus* (2062) : Pp
- Pipistrellus kuhlii* (816) : Pk
- Eptesicus serotinus* (287) : Es
- Pipistrellus kuhlii/nathusii* (193) : Pk/n
- Nyctalus leisleri* (47) : Nl
- Myotis myotis/blythii* (37) : Mm/b
- Nyctalus noctula/lasipterus* (35) : Nn/l
- Plecotus sp.* (31) : Psp.
- Barbastella barbastellus* (24) : Bb
- Myotis nattereri* (13) : Mn
- Myotis sp.* (7) : Msp.
- Myotis mystacinus* (4) : Mm
- Miniopterus schreibersii* (4) : Ms
- Myotis emarginatus* (2) : Me
- Myotis bechsteinii* (1) : Mb

Le nom de code de l'espèce est composé des initiales du binôme genre-espèce.

D'après le modèle GLMM de Poisson, la proportion d'habitats semi-naturels présente un effet significatif positif à 1 000, 750, 500, 250 et 100 m (figure 1) sur la richesse spécifique des chauves-souris (tableau II). Le modèle utilisant la proportion de forêts montre, quelle que soit l'étendue spatiale, un effet significatif positif sur la richesse spécifique des chiroptères. Il semble donc que parmi les composantes des habitats semi-naturels ce soit la proportion de forêts qui influence positivement la diversité (i.e., richesse spécifique) des chiroptères.

Figure 1 : Effet de la proportion d'habitats semi-naturels dans un rayon de 1000 mètres sur la richesse spécifique des chauves-souris.

Effect of semi-natural habitats in the 1000m buffer on species richness of bats.



Cette richesse, parfois très variable pour une parcelle donnée, est donc dépendante du contexte paysager mais semble également l'être de la période d'écoute ou de l'année. A noter que certaines espèces comme *Nyctalus leisleri*, *Nyctalus noctula* et *Barbastella barbastellus*, fréquentant plutôt les milieux forestiers assez ouverts et/ou les paysages de bocage, sont contactées dans le vignoble. *B. barbastellus*, se rencontre non seulement sur des parcelles à l'environnement paysager complexe

comme « La Grande Châtelaine » mais également sur des parcelles comme « Corton Le Rognet » dont la proportion en habitats semi-naturels aux différentes échelles spatiales est nettement plus faible.

INDICE D'ACTIVITE

Les différents indices d'activités mesurés sont présentés dans le tableau III (voir annexe 1). Les modèles statistiques (GLMM de Poisson) indiquent que la proportion d'habitats semi-naturels, de friches ou de prairies n'a pas d'effet, quelle que soit l'étendue spatiale considérée, sur l'activité des chauves-souris. Par contre le nombre de contacts par heure augmente significativement avec la proportion de forêts à 100 m (figure 2). De plus, l'indice d'activité des chauves-souris augmente avec La proportion de surface bâtie à 1 000 m (figure 3).

Figure 2 : Effet de la proportion de forêts dans un rayon de 100 mètres sur l'activité des chauves-souris exprimée en nombre de contact par séance d'écoute de 30 minutes.

Effect of woodland proportion in the 100m buffer on bat activity (number of contacts / 30 min)

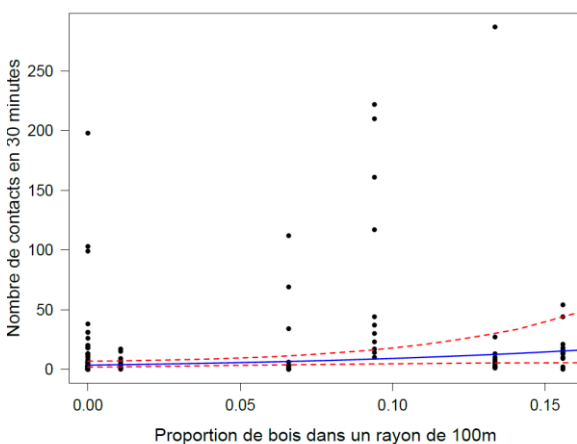
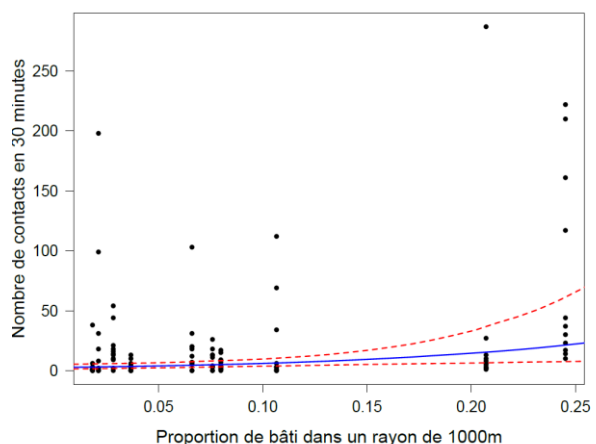


Figure 3 : Effet de la proportion de surface bâtie dans un rayon de 1000 mètres sur l'activité des chauves-souris exprimée en nombre de contact par séance d'écoute de 30 minutes

Effect of built area within the 1000 m buffer on bat activity (number of contacts / 30 min)



ACTIVITE INSECTIVORE

Les valeurs relatives à l'activité insectivore (voir annexe 2, tableau IV) sont nettement inférieures à celles présentées par l'indice d'activité. Toutefois même si la plus grande activité des chauves-souris au vignoble est une activité de transit, toutes les parcelles à l'étude, à l'exception d'une seule « Les Lormes », ont été, au moins une fois lors des séances d'écoute, le théâtre de capture d'insecte par les chauves-souris. Les modèles statistiques (GLMM de Poisson) indiquent que Les proportions d'habitats semi-naturels, de forêts ou de forêts de feuillus n'ont pas d'effet sur l'activité insectivore des chauves-souris dans les parcelles de vigne aux étendues spatiales de 1 000, 750, 500 et 250 m. Par contre à 100 m, un effet significatif positif de la proportion d'habitats semi-naturels (figure 4) et de la proportion de forêts sur l'activité insectivore des chiroptères est relevé. La proportion de friche n'a aucun effet sur le nombre de captures par séances d'écoute alors que la proportion de prairies a un effet significatif négatif à 1 000 et 750 m. La proportion de surface bâtie a quant à elle un effet significatif positif à 1 000 m sur l'activité insectivore (figure 5). La raison en est peut-être que les espèces qui sont les plus actives au vignoble sont des espèces ayant une préférence pour les gîtes anthropiques.

L'activité insectivore la plus élevée est notée sur la parcelle « Beaune-Teurons » et selon l'année les parcelles qui arrivent en second rang se trouvent parmi les suivantes : « La Grande Châtelaine », « Le clou », « Les Gollardes », « Corton Le Rognet » et « Volnay Santenots du Milieu ». Etant donné cette variabilité, force est de constater que l'activité insectivore est dépendante de plusieurs facteurs.

Figure 4 : Effet de la proportion d'habitats semi-naturels à 100 m sur l'activité insectivore des chauves-souris exprimée ici en nombre de captures par séance d'écoute de 30 minutes

Effect of the proportion of semi-natural habitats within the 100m buffer on insectivorous activity of bats (number of prey capture / 30 minutes)

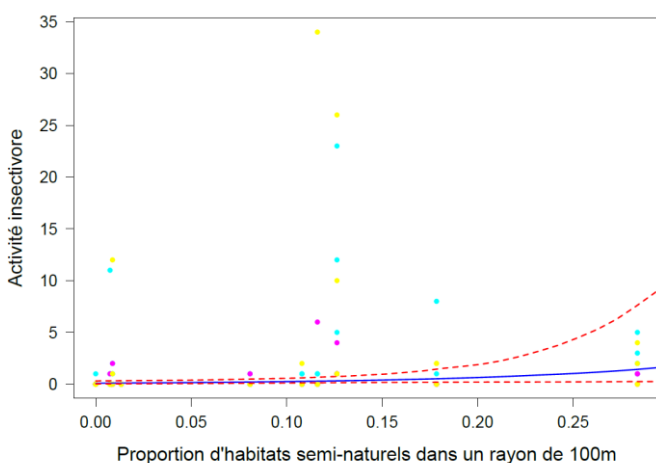
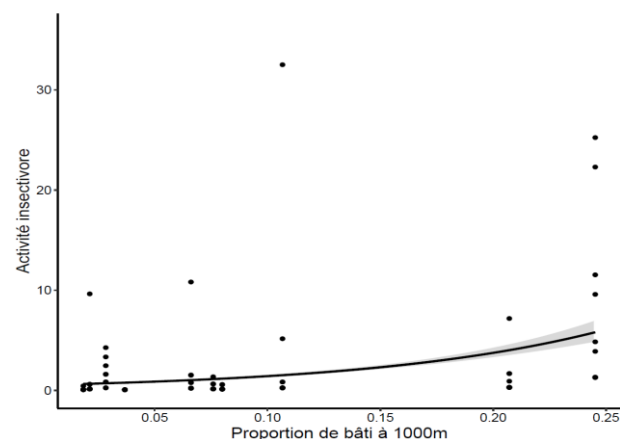


Figure 5 : Effet de la proportion de surface bâtie à 1000m sur l'activité insectivore des chauves-souris exprimée ici en nombre de captures par séance d'écoute de 30 minutes

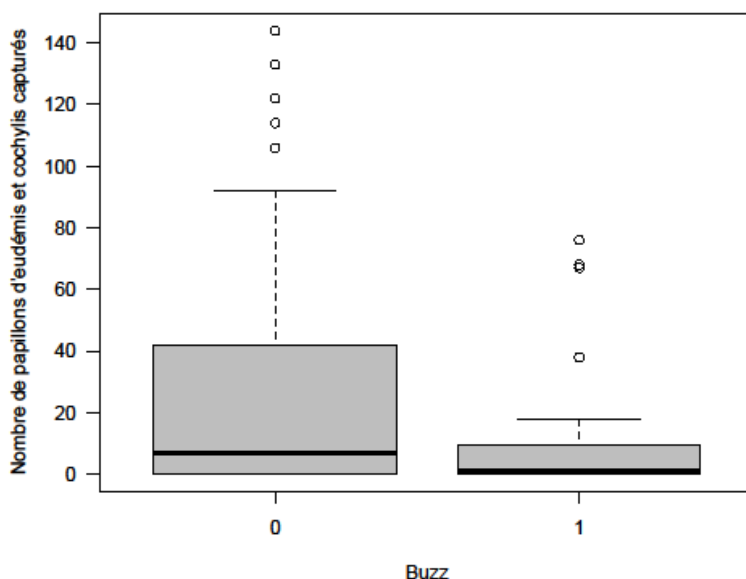
Effect of built area within the 1000 m buffer on insectivorous activity of bats (number of prey capture/ 30 min)



Les espèces qui ont capturé des insectes au cours de cette étude sont au nombre de huit (voir annexe 3, tableau V), les plus actives sont encore une fois *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii* et *Eptesicus serotinus*.

Si les chauves-souris sont réellement des prédateurs de papillons de tordeuses on serait en droit de s'attendre à un nombre de papillons capturés plus faible dans les pièges sexuels situés dans les parcelles où l'activité insectivore est non nulle.

Figure 6 : activité insectivore des chauves-souris et capture de papillons de tordeuses : effects of insectivorous activity of bats on the number of moths trapped in vineyards



Le modèle (GLMM binomiale) utilisant la variable binaire « buzz oui/non » révèle une différence significative entre le nombre de papillons d'eudémis et de cochylis piégés durant la semaine qui suit la séance d'écoute sur les sites où une activité insectivore a été enregistrée ou pas. Les sites sur lesquels

on enregistre une activité insectivore (buzz = 1, fig 6) présentent un nombre de papillons piégés significativement plus faible (figure 6).

Cette relation n'apporte pas la preuve formelle que les chauves-souris consomment des imagos de cochylis ou d'eudémis. En effet, les chauves-souris chassent d'autres insectes dans un milieu qui leur est favorable et qui peut l'être moins pour les tordeuses... On peut également soutenir l'hypothèse qu'en tant que prédateurs opportunistes on devrait relever une plus grande activité insectivore des chiroptères là où les proies sont en grand nombre, là où on les capture en grand nombre...

Seule l'analyse des fèces par PCR diagnostique permettrait de lever toute ambiguïté. Nous avons donc effectué une collecte de guano de chauves-souris durant la période de vol d'eudémis et de cochylis en 2015 et 2016, au niveau d'un gîte diurne de *Pipistrellus kuhlii*, de gîtes/reposoirs de *Pipistrellus pipistrellus*, de gîtes diurnes et de reposoirs nocturnes de *Rhinolophus hipposideros*, d'une carrière souterraine occupée principalement par des *Miniopterus schreibersii*. Près de 3000 échantillons sont en attente d'analyse, la mise au point des tests moléculaires de détection est en cours à l'INRA UMR SAVE.

CONCLUSION

Au moins quinze espèces de chauves-souris fréquentent le vignoble de côte d'Or, les espèces majeures sont *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii* et *Epstescicus serotinus*, ces mêmes espèces présentent la plus grande activité de capture d'insectes. Les variables paysagères telles que la proportion d'habitats semi-naturels ou la proportion de forêts ont un effet significatif positif sur la richesse spécifique et ce quelle que soit l'échelle spatiale étudiée. Seuls les taux de recouvrement des habitats semi-naturels à 100 m, des forêts à 100 m, des surfaces bâties à 1000 m sont corrélés positivement à l'activité insectivore des chiroptères enregistrés dans les parcelles. Ces deux dernières variables sont également corrélées de la même manière à l'indice d'activité. On relève par ailleurs une relation significative négative entre l'activité capture d'insectes des chauves-souris et le nombre de papillons d'eudémis et de cochylis piégés. Ces premiers résultats prometteurs font actuellement l'objet de travaux complémentaires pour confirmer le rôle fonctionnel des chiroptères en tant que prédateurs des tordeuses de la grappe.

REMERCIEMENTS

Ce programme a reçu un concours financier du :

- Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Casdar Innovation et partenariat 2012, projet « Biocontrol ».

- Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne.

Nous tenons également à remercier les viticulteurs de Côte d'Or qui ont mis leurs parcelles de vigne à disposition

BIBLIOGRAPHIE

ARTHUR, L. ET LEMAIRE, M., (2009). *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope (Collection Parthénopé); Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 544p

BARATAUD M., 2001. *Ballade dans l'in audible. Identification acoustique des chauves-souris de France*. Editions Sittelle. 51 p.

BARATAUD M., 2012. *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe : Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 344 p. (Inventaires & biodiversité ; 2).

MAISONNEUVE P., 1926. *L'Anjou, ses vignes et ses vins-2^{ème} partie : le vigneron angevin*. Angers, 372 p.

TUPINIER Y., 1996. *L'univers acoustique des Chiroptères d'Europe*. Société linnéenne de Lyon, 133 p.

Annexe 1 :

Tableau III : Indice d'activité – Nombre de contacts par heure
Activity index – number of contacts per hour

	nombre de contact par tranche de 30mn										indice d'activité	
	03 juin	04 juin	05 juin	06 juin	08 juillet	09 juillet	11 juillet	22 juillet	24 juillet	03 sept.	04 sept.	nombre de contacts/heure 2013
La Grande Châtelaine	34		1	27		22	5		18		54	46,0
Les Lormes			0			0	0		6		2	3,2
Le Clou			2			0	2		198		99	120,4
Corton le Rognet		0		6	1			3		34		17,6
Belles Filles		3			13			18		26		30
Beaune Teurons		161			17			44			222	222
Les Gollardes		13			1			5		287		153,0
Les Fourneaux		1			0			1		38		20,0
Volnay Santenots du Milieu			7			0	0		20		18	18,0
Les Largillas			9			0	2		7		17	14,0
		15-avr	16-avr		15-juil	16-juil	17-juil			03 sept.	04 sept.	2014
La Grande Châtelaine			0		16						9	16,7
Les Lormes			0				13				5	12,0
Le Clou			0		31						2	22,0
Corton le Rognet		0				69				6		50,0
Belles Filles		0				11				3		9,3
Beaune Teurons		10			210					23		162,0
Les Gollardes		2				8				2		8,0
Les Fourneaux		0				1				2		2,0
Volnay Santenots du Milieu			6				31				20	38,0
Les Largillas			2				15				5	14,7
		14-avr	15-avr		05-mai	06-mai	15-juil	16-juil	28 sept.	29 sept.	30 sept.	2015
La Grande Châtelaine		13				2	44				10	34,5
Les Lormes		2				3	10			0		7,5
Le Clou		0				0	8				18	13
Corton le Rognet			112		0			3	0			57,5
Belles Filles			0		13			4	3			10
Beaune Teurons			14		30			37		117		99
Les Gollardes			6		10			27	3			23
Les Fourneaux			0		3			6	1			5
Volnay Santenots du Milieu		103				12	5			0		60
Les Largillas		0				1	4			1		3

Annexe 2

Tableau IV : Activité insectivore des chiroptères sur les dix parcelles du dispositif expérimental
: Insectivorous activity of bats in each of the 10 vineyards

	nombre de captures par tranche de 30mn										Activité insectivore	
	du 03 au 06 juin			du 08 au 11 juillet			22 juillet	24 juillet	03 sept.	04 sept.	nombre de captures/heure	
											2013	
La Grande Châtelaine	3		0	11		2	0		2		3	6,00
Les Lormes			0			0	0		0		0	0,00
Le Clou			0			0	0		11		1	4,80
Corton le Rognet		0		1	0			0		1		0,80
Belles Filles		0			1			0		1		1,00
Beaune Teurons		23			1			5			12	20,50
Les Gollardes		1			0			0		8		4,50
Les Fourneaux		0			0			0		1		0,50
Volnay Santenots du Milieu			2			0	0		0		1	1,20
Les Largillas			0			0	0		1		0	0,40
		15-avr	16-avr		15-juil	16-juil	17-juil			03 sept.	04 sept.	2014
La Grande Châtelaine			0		1						1	1,33
Les Lormes			0				0				0	0,00
Le Clou			0		1						0	0,67
Corton le Rognet		0				6				0		4,00
Belles Filles		0				0				0		0,00
Beaune Teurons		1			4					1		4,00
Les Gollardes		0				0				0		0,00
Les Fourneaux		0				0				0		0,00
Volnay Santenots du Milieu			0				2				0	1,33
Les Largillas			0				0				1	0,67
		14-avr	15-avr		05-mai	06-mai	15-juil	16-juil	28 sept.	29 sept.	30 sept.	2015
La Grande Châtelaine		2				0	4				0	3,00
Les Lormes		0				0	0			0		0,00
Le Clou		0				0	0				0	0,00
Corton le Rognet			34		0			0	0			17,00
Belles Filles			0		2			0	0			1,00
Beaune Teurons			1		10			1		26		19,00
Les Gollardes			0		2			2	0			2,00
Les Fourneaux			0		0			0	0			0,00
Volnay Santenots du Milieu		12				0	1			0		6,50
Les Largillas		0				0	0			0		0,00

Annexe 3

Tableau V : Espèces de chauves-souris qui ont eu une activité insectivore au vignoble
: bat species with a measured insectivorous activity in our survey

	Espèces dont l'activité insectivore au vignoble a été relevée lors des séances d'écoute de 30 mn										Durée d'écoute	
	03 juin	04 juin	05 juin	06 juin	08 juillet	09 juillet	11 juillet	22 juillet	24 juillet	03 sept.		04 sept.
La Grande Châtelaine	Pp			Pp		Pk, Es			Pk, Pkn		Pk, Es, Nnl	3h 30'
Les Lormes												2h 30'
Le Clou									Pp, Pk, Es		Nl	2h 30
Corton le Rognet				Bb						Es		2h 30
Belles Filles					Pp					Pk		2h
Beaune Teurons		Pp, Pk			Pp			Pp, Pkn			Pp, Pk, Es, Nnl, Nl	2h
Les Gollardes		Mm								Pp, Pk, Es		2h
Les Fourneaux										Es		2h
Volnay Santenots du Milieu			Pp								Pp	2h 30
Les Largillas									Pp			2h 30
		15-avr	16-avr		15-juil	16-juil	17-juil			03 sept.	04 sept.	2014
La Grande Châtelaine					Pk						Pp	1h 30'
Les Lormes												1h 30'
Le Clou					Pk							1h 30'
Corton le Rognet						Pp, Pk						1h 30'
Belles Filles												1h 30'
Beaune Teurons		Pk			Pp, Pk, Es					Pp		1h 30'
Les Gollardes												1h 30'
Les Fourneaux												1h 30'
Volnay Santenots du Milieu							Es					1h 30'
Les Largillas											Pp	1h 30'
		14-avr	15-avr		05-mai	06-mai	15-juil	16-juil	28 sept.	29 sept.	30 sept.	2015
La Grande Châtelaine		Pk, Pkn					Pp					2h
Les Lormes												2h
Le Clou												2h
Corton le Rognet			Pp									2h
Belles Filles					Pp							2h
Beaune Teurons			Pp		Pp, Pk			Pp, Pk		Pp		2h
Les Gollardes					Pp			Pp				2h
Les Fourneaux												2h
Volnay Santenots du Milieu		Pp, Pk, Pkn					Pp					2h
Les Largillas												2h

Espèce – nombre de captures sur la durée d'écoute

Pp : Pipistrellus pipistrellus - 141
Pk : Pipistrellus kuhlii - 37
Mm : Myotis mystacinus - 1
Bb : Barbastella barbastellus - 1

Es : Eptesicus serotinus - 19
Pkn : Pipistrellus kuhlii/nathusii - 4
Nnl : Nyctalus noctula/lasipterus - 2
Nl : Nyctalus leisleri -2