



**Etude de l'influence du Bti sur les populations de
Chiroptères dans le cadre des campagnes de
démoustication en Camargue**

Rapport final février 2009

Sommaire

1	PREAMBULE	3
2	ETUDES REALISEES PENDANT L'ETE 2008	4
2.1	ANALYSE DE GUANO.....	4
	Protocole de récolte	4
	Résultats de l'analyse	5
2.2	COMPARAISON DE L'ACTIVITE DE VOL ET DE CHASSE.....	6
	Protocole d'enregistrement	6
	Résultats des analyses.....	6
3	ANNEXES.....	8

1 Préambule

La Camargue abrite **18 espèces de chauves-souris** (10 s'y rencontrent régulièrement) et concentre ainsi plus de la moitié des espèces nationales (33). La Camargue se distingue notamment par la présence, localement importante, du Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), espèce devenue très rare en Provence-Alpes-Côte-d'Azur. En régression à l'échelle de la région, le Grand rhinolophe se maintient en Camargue grâce à une agriculture traditionnelle et à l'élevage. La Camargue a aussi la particularité d'héberger des colonies très importantes de pipistrelles (jusqu'à 1000 individus dans des toitures, d'anciennes caves). Ces pipistrelles insectivores sont notamment connues pour leur propension à consommer des Diptères Nématocères. **Pour ces raisons, il apparaît très important de prendre en compte dans les suivis parallèles aux opérations de démoustication les effectifs des colonies de pipistrelles en zone démoustiquée et non démoustiquées et d'y associer des analyses fines du régime alimentaire de ces espèces.**

L'utilisation de Bti peut réduire de manière importante (jusqu'à 50%) les émergences d'insectes aquatiques et notamment celles des Nématocères. Dans l'état de nos connaissances, cette diminution de proies potentielles pourrait avoir un impact négatif sur les Chiroptères de Camargue en réduisant les effectifs des populations locales par :

- émigration des individus qui ne trouvent plus à se nourrir suffisamment
- baisse de la natalité
- mortalité juvénile accrue

En 2006, une analyse du régime alimentaire de Pipistrelle pygmées de Camargue a montré que les Culicidés ne semblent pas sélectionnés la Pipistrelle pygmée. C'est à dire que cette espèce ne dirige pas sa chasse sur ce groupe de Nématocère. Les pipistrelles sont généralement opportunistes et capturent les insectes en fonction de leur disponibilité. Il est donc surprenant que nous n'ayons pas trouvé de restes de Culicidae dans le guano analysé étant donné l'abondance apparente de ces insectes. Les chauves-souris insectivores ont un temps transit très rapide si bien que les insectes capturés sont évacués dans les quelques heures qui suivent leur ingestion (Morris et al, 1994). Ainsi, les crottes à partir desquelles nous avons réalisé cette étude contenaient les restes d'insectes digérés en fin de nuit, pouvant expliquer l'absence de ce groupe de diptère.

Pour la saison 2008 nous nous sommes posé deux questions :

- 1/ les grandes concentrations de Culicidae sont-elles exploitées par les populations de pipistrelles camarguaises au printemps et à l'automne ?
- 2/ les zones démoustiquées et non démoustiquées enregistrent-elles des niveaux différents de fréquentation par les chauves-souris ?

2 Etudes réalisées pendant l'été 2008

2.1 Analyse de guano

Protocole de récolte

Lieu : Marais du Vigueirat, La Capelière et La Pèbre

Espèces : *Pipistrellus pygmaeus*, *Pipistrellus nathusii* et *Pipistrellus kuhlii*

Hypothèse à tester : Les grandes concentrations de Culicidae sont-elles exploitées par les populations de pipistrelles camarguaises au printemps et à l'automne ?

Protocole général : Les filets japonais sont tendus 1h après l'émergence des premières chauves-souris et pendant 2h. Les chauves-souris capturées ont été identifiées puis placées dans des sacs en coton pour récupérer les crottes.

Tableau 1 : Résultat de la récolte de guano

Lieu de capture	Date	Espèce	Nombre de crottes
Salin de Badon	09/06/2008	Rfe	7
Salin de Badon	09/06/2008	Ppy	>15
Salin de Badon	09/06/2008	Ppy	6
Salin de Badon	09/06/2008	Ppy	10
Salin de Badon	09/06/2008	Pna	4
La Capelière	10/06/2008	Ppy	10
La Capelière	10/06/2008	Ppy	>15
La Capelière	10/06/2008	Pna	3
La Capelière	10/06/2008	Ppy	7
La Capelière	10/06/2008	Ppy	2
La Capelière	10/06/2008	Pna	7
La Pèbre	11/06/2008	Ppy	6
La Pèbre	11/06/2008	Ppy	1
La Pèbre	11/06/2008	Ese	5
La Pèbre	11/06/2008	Ese	Rempli
La Pèbre	11/06/2008	Ese	Rempli
La Pèbre	11/06/2008	Ese	7
Marais du Vigueirat	24/09/2008	Ppy	8
Marais du Vigueirat	24/09/2008	Ppy	4
Marais du Vigueirat	24/09/2008	Ppy	8
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Pku	2
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	3
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	3
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	7
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	2
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	6
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	7
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	5
Marais du Vigueirat	25/09/2008	Ppy	2

Nombre de crottes récoltées par date et par espèce

9/06/08 : Rfe = 7 ; Ppy = 31 ; Pna = 4

10/06/08 : Ppy = 37 ; Pna = 7

11/06/08 : Ppy = 7 ; Ese = >20

24/09/08 : Ppy = 20 ; Pku = 2

25/09/08 : Ppy = 35

Le rapport d'analyse détaillée du guano est fourni en annexe de ce rapport.

Résultats de l'analyse

Les Chironomidae jouent un rôle prépondérant pour les trois espèces de pipistrelles étudiées. De même qu'en 2006, aucun reste de Culicidae n'a été identifié dans les échantillons analysés, y compris parmi les restes de nématocères non identifiés au niveau de la famille.

La présente étude confirme les résultats obtenus pour la pipistrelle soprane en 2006 à La Tour du Valat. Autrement dit, l'image du régime alimentaire obtenue à partir de l'analyse du guano collecté dans un gîte de reproduction est en tout point comparable à celle issue d'individus capturés au crépuscule sur leurs terrains de chasse. L'hypothèse d'une consommation massive de Culicidae dans les premières heures de chasse, correspondant au pic d'activité de nombreuses espèces de moustiques, et d'une perte de cette information via le guano produit hors des gîtes, doit donc être abandonnée.

Les résultats obtenus confirment que les grandes concentrations de Culicidae ne sont pas exploitées par les populations de pipistrelles camarguaises au printemps et à l'automne.

2.2 Comparaison de l'activité de vol et de chasse

Protocole d'enregistrement

Lieu : Zone démoustiquée vs. zone non démoustiquée

Espèces : *Chiroptera*

Hypothèse à tester : les zones démoustiquées et non démoustiquées enregistrent-elles des niveaux différents de fréquentation par les chauves-souris ?

Protocole général : Nous avons réalisé une comparaison simultanée de l'activité de vol et de chasse en zones démoustiquées et non démoustiquées sur des milieux comparables (habitats, disponibilité en gîtes). Une quinzaine de points d'écoute de deux minutes ont été effectués sur chaque site simultanément et par nuit (Tableau 2).

Les prospections ont été réalisées à l'aide d'un Batbox Duet couplé à un mini-disc permettant des enregistrements en division de fréquence. Cette technique de transformation des ultrasons permet des enregistrements en temps réel. L'analyse sur logiciel BatSound (Pettersson Elektronik) permet d'identifier les animaux jusqu'au genre et de comptabiliser les passages de chauves-souris et la plupart des buzzs de chasse (accélération des émissions d'ultrasons précédant la capture d'un insecte). La mesure d'activité de vol peut être réalisée de deux manières : le nombre de passage et la durée d'activité. Dans les conditions de forte activité, la durée d'activité est le meilleur estimateur pour la mesure d'activité (Kapfer, 2007). Cette mesure correspond au temps cumulé pendant lequel nous avons enregistré des passages de chauves-souris (par exemple : 60 secondes d'activité sur les 120 secondes d'enregistrement).

Tableau 2 : Sites sur lesquels ont été réalisés nos comparaisons d'activité

Date	Observateur	Traitement	Site	X	Y
09/06	EC	Non	Pèbre	787238	1828897
09/06	GK	Oui ?	La Bélugue	790640	1827408
10/06	EC	Non	Vedeau	792136	1829200
10/06	GK	Oui ?	Plan de l'âne & du lièvre	790951	1826337
11/06	GK	Non	St Bertrand	788319	1830413
11/06	EC	Oui ?	La Bélugue Bras du Japon/ de fer	789031	1827048
24/09	EC	Non	Le Relais	801415	1832671
24/09	GK	Oui ?	Les Enfores	798262	1827367
25/09	EC	Non	Ligagneau Mas Thibert	799183	1837112
25/09	GK	Oui ?	Bois François	797805	1825777

Résultats des analyses

Tableau 3 : Résultats des analyses concernant les durées d'activité et le nombre de buzzs entre les deux zones. Tests utilisés : T de Student ou U de Mann-Whitney selon la normalité des données.

Date	Durée d'activité	Nombre de buzzs
09/06/08	Pas de différences significatives	Différences significatives $P < 0.013$
10/06/08	Pas de différences significatives	Pas de différences significatives
11/06/08	Pas de différences significatives	Différences significatives $P < 0.008$
24/09/08	Pas de différences significatives	Pas de différences significatives
25/09/08	Pas de différences significatives	Pas de différences significatives

Nous n'avons jamais enregistré des niveaux statistiquement différents d'activité entre les zones théoriques démoustiquées et non démoustiquées. Néanmoins, à deux reprises, nous avons constaté un effort de chasse plus faible dans les zones démoustiquées (Tableau 3).

Nous avons basé notre protocole d'échantillonnage sur la carte théorique des habitats à *Aedes* et des zones théoriques à démoustiquer fournie par le PNRC. Or, il s'est avéré d'après les données de l'EID 2008 récupérée en fin d'année que très peu de ces zones ont fait l'objet de campagnes de démoustication répétées hormis la Palissade ou le They de Roustan traités presque systématiquement. Ainsi, les zones que nous avons cru démoustiquées régulièrement ne l'étaient pas au moment de nos échantillonnages.

Nous demeurons confiants dans la faisabilité de cette méthode pour l'évaluation de la fréquentation des zones démoustiquées et non démoustiquées. Nous souhaitons poursuivre cette analyse de l'activité de vol et de chasse des chauves-souris dans des zones démoustiquées régulièrement comme La Palissade en 2009.

Etude du régime alimentaire de
Pipistrellus spp. en Camargue

Rapport final

Février 2009

Document	130.08_rapport_Pipistrellus_Camargue_2008.doc
Version	1.0
Date	04.02.2009
Elaboration	Alain Lugon
Collaboration	Andres Beck: analyses du guano
Distribution	Groupe Chiroptères de Provence A. Beck

Cadre & Méthodologie

L'étude du régime alimentaire des pipistrelles (*Pipistrellus spp.*) en Camargue s'inscrit dans le cadre d'un suivi des effets de la démoustication au Bti qui a démarré en 2006. Il s'agit de définir dans quelle mesure les chiroptères, et notamment les pipistrelles très abondantes en Camargue au printemps et en automne, peuvent influencer sur les populations de moustiques, et inversement, de déduire les effets éventuels d'une diminution de l'offre en moustiques sur les chauves-souris.

Une première étude menée en 2006 a porté sur le régime alimentaire d'une colonie de reproduction de *Pipistrellus pygmaeus* (La Tour du Valat)¹. Elle a démontré la **prédominance des Chironomidae** dans le régime alimentaire automnal. Aucun reste de Culicidae n'a été retrouvé dans les échantillons analysés.

L'**objectif** de la présente étude est d'analyser le régime alimentaire de pipistrelles capturées sur leurs **terrains de chasse** en début de nuit (22h-minuit), période correspondant au pic d'activité des Culicidae. Nous avons envisagé l'hypothèse que le guano produit en début de nuit soit disséminé hors des gîtes, ce qui pourrait masquer une éventuelle consommation de Culicidae.

A cet effet, 9 *Pipistrellus pygmaeus* et 3 *P. nathusii* ont été capturées au filet les soirées du 9, 10 et 11 juin 2008, de même que 11 *P. pygmaeus* et 1 *P. kuhlii* les 24 et 25 septembre 2008, puis placées dans des sacs de contention afin de récolter leur guano. 3 crottes par individu ont été tirées aléatoirement (3 individus n'ont produit que 2 crottes et 1 une seule), soit un total de **67 crottes** (33 crottes en juin et 34 en septembre).

Les crottes ont été trempées au préalable dans l'alcool 70 % avant d'être disséquées à l'aide de brucelles entomologiques sous une loupe binoculaire 10-40x. Les déterminations ont été faites jusqu'au niveau systématique le plus élevé possible, mais au moins jusqu'à l'**ordre**. Les clés de McANEY *et al.*² et SHIEL *et al.*³ ont été consultées, de même que des collections d'insectes capturés au piège lumineux et des fragments provenant d'études analogues.

Les résultats sont exprimés en **volume relatif moyen** de chaque catégorie de proie, estimé à 5 %. Contrairement au calcul des occurrences, l'analyse des volumes relatifs donne une bonne appréciation de la biomasse de chaque catégorie de proie (KUNZ⁴). Pour l'interprétation des résultats, nous avons réuni par période et par espèce l'ensemble du matériel analysé. Nous possédons ainsi deux échantillons pour *P. pygmaeus* (juin et septembre), un pour *P. nathusii* (juin) et un pour *P. kuhlii* (septembre, basé sur un seul individu).

En parallèle à cette analyse, du guano provenant d'1 *Rhinolophus ferrumequinum* et 4 *Eptesicus serotinus* capturés avec les pipistrelles a également été examiné. Les résultats obtenus sont exprimés sous forme qualitative (présence-absence des taxons) seulement.

¹ LUGON, A. 2007. Analyse du régime alimentaire de *Pipistrellus pygmaeus*. La Tour du Valat, Arles, Camargue (13). L'Azuré, études en écologie appliquée. 7 p + annexes.

² McANEY, C.M., C. SHIEL, C. SULLIVAN & J. FAIRLEY. 1991. The analysis of bat droppings. The Mammal Society, London. 48 pp.

³ SHIEL, C., C.M. McANEY, C. SULLIVAN & J. FAIRLEY. 1997. Identification of arthropod fragments in bat droppings. The Mammal Society, London. 1-56.

⁴ KUNZ, T.H. 1988. Ecological and behaviour methods for the study of bats. Smithsonian Institution Press, Washington. 533 pp.

Résultats & Discussion

Composition du régime alimentaire des *Pipistrellus* spp.

Les Chironomidae jouent un rôle prépondérant pour les trois espèces de pipistrelles étudiées (figure 1 et annexe 1 pour les résultats détaillés). De même qu'en 2006, aucun reste de Culicidae n'a été identifié dans les échantillons analysés, y compris parmi les restes de nématocères non identifiés au niveau de la famille.

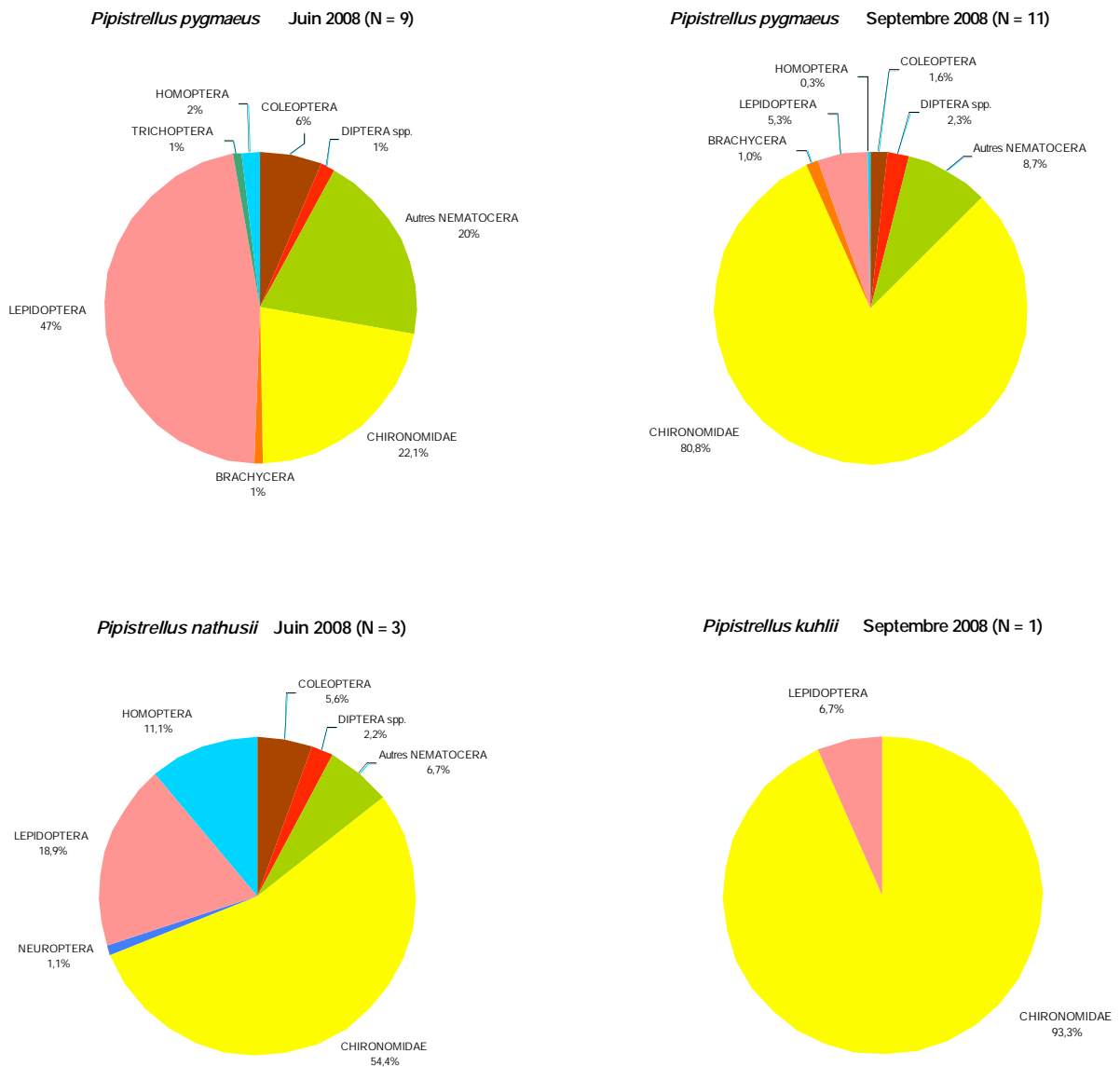


Figure 1. Volume relatif moyen des différents ordres d'invertébrés consommés en Camargue en 2008, par espèces et par période de capture.

La diversité du régime alimentaire, calculée à l'aide de l'indice de Shannon (annexe 1), diminue considérablement en automne chez *P. pygmaeus*, parallèlement à l'accroissement de la capture de chironomes. *P. nathusii* et *P. kuhlii* semblent également se conformer à ce schéma.

La présente étude confirme les résultats obtenus pour la pipistrelle soprane en 2006 à La Tour du Valat. Autrement dit, l'image du régime alimentaire obtenue à partir de l'analyse du guano collecté dans un gîte de reproduction est en tout point comparable à celle issue d'individus capturés au crépuscule sur leurs terrains de chasse. L'hypothèse d'une consommation massive de Culicidae dans les premières heures de chasse, correspondant au pic d'activité de nombreuses espèces de moustiques, et d'une perte de cette information via le guano produit hors des gîtes, doit donc être abandonnée.

BARLOW⁵ et REHAK *et al.*⁶ ont montré que *P. pygmaeus* consomme occasionnellement des Culicidae. Il n'y a donc pas *a priori* de problème de détectabilité de ce type de proie. Par contre, malgré leur abondance, les moustiques ne forment pas d'essaims denses, contrairement aux Chironomidae dont les mâles effectuent des vols nuptiaux en essaims très compacts. Nous avons montré dans l'étude de 2006 que les mâles de chironomes dominaient largement dans le régime alimentaire. Les résultats suggèrent que l'exploitation de ces concentrations est plus profitable pour les pipistrelles.

Composition du régime alimentaire des autres espèces capturées

Le guano de *Rhinolophus ferrumequinum* est composé principalement de restes de Coleoptera et Lepidoptera. Des fragments de Tipulidae et d'Homoptera ont également été retrouvés à une reprise.

Eptesicus serotinus a consommé des Coleoptera (Scarabaeidae) et des Homoptera essentiellement, et des Tipulidae à une reprise.

Aucun reste de Culicidae n'a été retrouvé chez ces deux espèces.

Conclusion

Les résultats obtenus confirment que les grandes concentrations de Culicidae ne sont pas exploitées par les populations de pipistrelles camarguaises au printemps et à l'automne.

La présente étude met en exergue le rôle central joué par les chironomes en termes de ressource alimentaire pour les pipistrelles. Il est donc fondamental de s'assurer que les campagnes de démoustication ne réduisent pas de manière significative les populations de Chironomidae, également à la base du régime alimentaire de nombreuses autres espèces (oiseaux, amphibiens, invertébrés, etc.).

⁵ BARLOW, K.E. 1997. The diet of two phonic types of the bat *Pipistrellus pipistrellus* in Britain. *Journal of Zoology* 243: 597-609.

⁶ REHAK, Z., T. BARTONICKA & M. ANDREAS. 2005. Diet composition of *Pipistrellus pygmaeus* in a floodplain forest. Abstracts of the 10th European Bat Research Symposium, Galway, Ireland, 21-26 August 2005.

Pipistrellus spp .- Camargue

Dates de prélèvement: 09-10-11.06.2008

Espèce	Ppy			Ppy			Ppy		Ppy			Ppy	Pna	Ppy
	rose 5	rose 5	rose 5	rose 6	rose 6	rose 6	rose 7	rose 7	rose 8	rose 8	rose 8	rose 9	Moyenne juin 2008	
Code Ependorf	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1		
N° crotte	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1		
COLEOPTERA	10	30	10					80					5.56	6.46
DIPTERA													2.22	1.25
NEMATOCERA	30	30		90	50	90	50	10					6.67	20.00
Tipulidae / Limoniidae													0.00	0.00
Chironomidae			60		40				50	50	40	30	54.44	22.08
BRACHYCERA / CYCLORRHAPHES													0.00	0.83
NEUROPTERA														
Hemerobiidae													1.11	0.00
LEPIDOPTERA	40	40	30	10	10	10	50	10	50	50	40	70	18.89	46.46
TRICHOPTERA											20		0.00	0.83
HOMOPTERA													0.00	0.63
Aphididea													5.56	0.63
Cicadoidea	20												5.56	0.83
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Diversité (H Shannon)

1.16

1.11

Pipistrellus spp . - Camargue

Dates de prélèvement: 24-25.09.2008

Espèce	Ppy			Ppy		Ppy			Ppy			Ppy			Ppy		Ppy	Pku
	G	G	G	H	H	I	I	I	J	J	J	K	K	K	L	L		
Code Ependorf	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	Moyenne septembre 2008	
N° crotte	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
COLEOPTERA																	1.61	0.00
DIPTERA							20	20		10		20					2.26	0.00
NEMATOCERA															10	40	7.42	0.00
Tipulidae / Limoniidae					20										10		1.29	0.00
Chironomidae	100	100	100	90	80	90	50	80	100	90	100	70	100	80	70	60	80.81	93.33
BRACHYCERA / CYCLORRHAPHES							30										0.97	0.00
NEUROPTERA																		
Hemerobiidae																	0.00	0.00
LEPIDOPTERA				10		10						10		20			5.32	6.67
TRICHOPTERA																	0.00	0.00
HOMOPTERA															10		0.32	0.00
Aphididea																	0.00	0.00
Cicadoidea																	0.00	0.00

100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100

Diversité (H Shannon)

0.47 0.24