

2015

Suivi des ouvrages de l'A89 : le cas des Chiroptères

Autoroute A89 section Balbigny - Violay

02 février 2015

RAPPORT DE SYNTHESE

Pour le compte de :
Autoroute du Sud de la France (ASF)



FRAPNA Loire
Maison de la Nature
11 rue René Cassin
42100 Saint-Etienne



www.frapna-loire.org

AGENCE Languedoc-Roussillon
Green Park, Bât C
149, avenue du Golf
34 670 Baillargues



www.naturalia-environnement.fr

SUIVI DES OUVRAGES DE L'A89 : LE CAS DES CHIROPTERES

AUTOROUTE A89 SECTION BALBIGNY - VIOLAY

RAPPORT DE SYNTHESE

Rapport remis le :	2 février 2015
Pétitionnaire :	Autoroute du Sud de la France
Coordination :	Benjamin ALLEGRINI
Rédaction :	Émilien JOMAT et Fiona BASTELICA
Relecture :	<u>Pour Naturalia Environnement :</u> Benjamin ALLEGRINI <u>Pour ASF :</u> Philippe CHAVAREN <u>Pour la FRAPNA :</u> Mélanie HIGOA, Mickaël VILLEMAGNE et André ULMER
Chargée d'études (FRAPNA) :	<u>Etude acoustique (SM2) :</u> Mélanie HIGOA
Chargés d'études (NATURALIA) :	<u>Détection visuelle (Caméra thermique) :</u> Fiona BASTELICA, Émilien JOMAT et Lénaïc ROUSSEL

Suivi des modifications :

Versions	Date des modifications	Commentaires
Rapport de Synthèse– version provisoire	23/01/2015	Pour avis
Rapport de Synthèse– version provisoire	02/02/2015	Version finalisée

Crédits photographiques :

L'ensemble des photographies présentées dans le présent document, sauf mentions contraires, ont été réalisées par l'équipe de Naturalia Environnement et de la FRAPNA, dans le cadre des prospections relatives à l'étude du suivi des passages à Chiroptères sur la section de l'A89 entre Balbigny et Violay en 2014.

Citation :

Naturalia Environnement & FRAPNA 2015. Suivi des ouvrages de l'A89 : le cas des Chiroptères, Autoroute A89 section Balbigny – Violay, Rapport de Synthèse pour le compte d'ASF. 23 p.

SOMMAIRE

Table des illustrations	4
1. Contexte.....	5
2. Méthodologie.....	5
2.1. Les sites d'étude.....	5
2.2. Les techniques d'étude	9
2.2.1 Enregistrements automatisés des ultrasons	9
2.2.2 Détection visuelle à l'aide d'une caméra à vision thermique.....	12
2.2.1 Observations crépusculaires	12
3. Résultats.....	14
3.1. Enregistrements automatisés des ultrasons	14
3.2. Détection visuelle à l'aide de la caméra à vision thermique.....	24
4. Discussion.....	27
5. Conclusion	29
6. Bibliographie	29

Table des illustrations

Figure 1 - Localisation des ouvrages de l'A89 pour le franchissement des Chiroptères	6
Figure 2 - Wildlife Acoustics SM2 Bat Detector	9
Figure 3 - Sonogramme d'une Barbastelle d'Europe issu d'un enregistrement effectué sur le Chiroduc de Moulin Paris	9
Figure 4 - Localisation des points d'enregistrements à la caméra thermique	13
Figure 5 - Répartition du nombre de contacts recensés sur les différents sites étudiés	15
Figure 6 - Proportion de contacts par groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'enregistrement	16
Figure 7 - Répartition du nombre de contacts de pipistrelles sur la saison complète d'enregistrement.....	18
Figure 8 - Répartition du nombre de contacts de sérotules sur la saison complète d'enregistrement	19
Figure 9 - Répartition du nombre de contacts de barbastelles sur la saison complète d'enregistrement	20
Figure 10 - Répartition du nombre de contacts de murins sur la saison complète d'enregistrement.....	21
Figure 11 - Répartition du nombre de contacts d'oreillard sur la saison complète d'enregistrement	22
Figure 12 - Répartition du nombre de contacts de rhinolophidés sur la saison complète d'enregistrement	23
Figure 13 - Trajectoire de vol d'un chiroptère empruntant le Chiroduc de Millonnais	24
Figure 14 - Trajectoire de vol d'un chiroptère empruntant le Chiroduc de Moulin Paris.....	25
Figure 15 - Trajectoire de vol d'un chiroptère passant à côté du Chiroduc de Moulin Paris	26
Figure 16 - Hauteur de vol des différents groupes de Chiroptères.....	27
Tableau 1 - Description des sites d'études.....	7
Tableau 2 - Effort de prospection pour chacun des ouvrages inventoriés <i>via</i> la méthode acoustique.....	9
Tableau 3 - Listing des espèces susceptibles d'être inventoriées et du groupe auxquelles elles ont été affiliées.....	11
Tableau 4 - Effort de prospection <i>via</i> le protocole de la caméra thermique	12
Tableau 5 - Détail des nuits d'inventaire engagées pour ce suivi	14
Tableau 6 - Récapitulatif des contacts recensés pour l'année 2014 par ouvrage et groupe d'espèces inventoriés	17
Tableau 7 - Nombre de passages de Chiroptères par passerelle, saisons et type d'ouvrage	26

1. CONTEXTE

La section de l'autoroute A89 entre Balbigny et Violay dans la Loire (42) a pour principal objectif d'achever la liaison autoroutière entre Bordeaux et Lyon. A ce titre, elle a été déclarée d'utilité publique (DUP) par décret en Conseil d'État du 17 avril 2003. Traversant une zone d'intérêt national pour les Chiroptères, des mesures limitant les impacts pour la chiroptérofaune ont dû être prises. Des ouvrages permettant le franchissement de l'autoroute pour les Chiroptères ont été construits. Ces derniers ont pour but de limiter la fragmentation des populations de chauvesouris engendrée par ce type d'infrastructure routière. Un type expérimental d'ouvrage de franchissement spécialement dédié aux chauvesouris, nommé chiroduc, a été testé pour la première fois en France et en Europe lors de ce projet, en parallèle à un autre modèle construit sur l'A65 en 2013. La FRAPNA Loire a été mandatée pour effectuer un suivi des ouvrages réalisés sur l'A89 en partenariat avec Naturalia Environnement.

Suite aux inventaires de 2011 et 2012 pendant la phase de travaux, 2014 est l'année de référence concernant le suivi des Chiroptères sur les ouvrages de franchissement au-dessus de l'A89, après ouverture de l'autoroute à la circulation début 2013. Cette étude a pour objectifs :

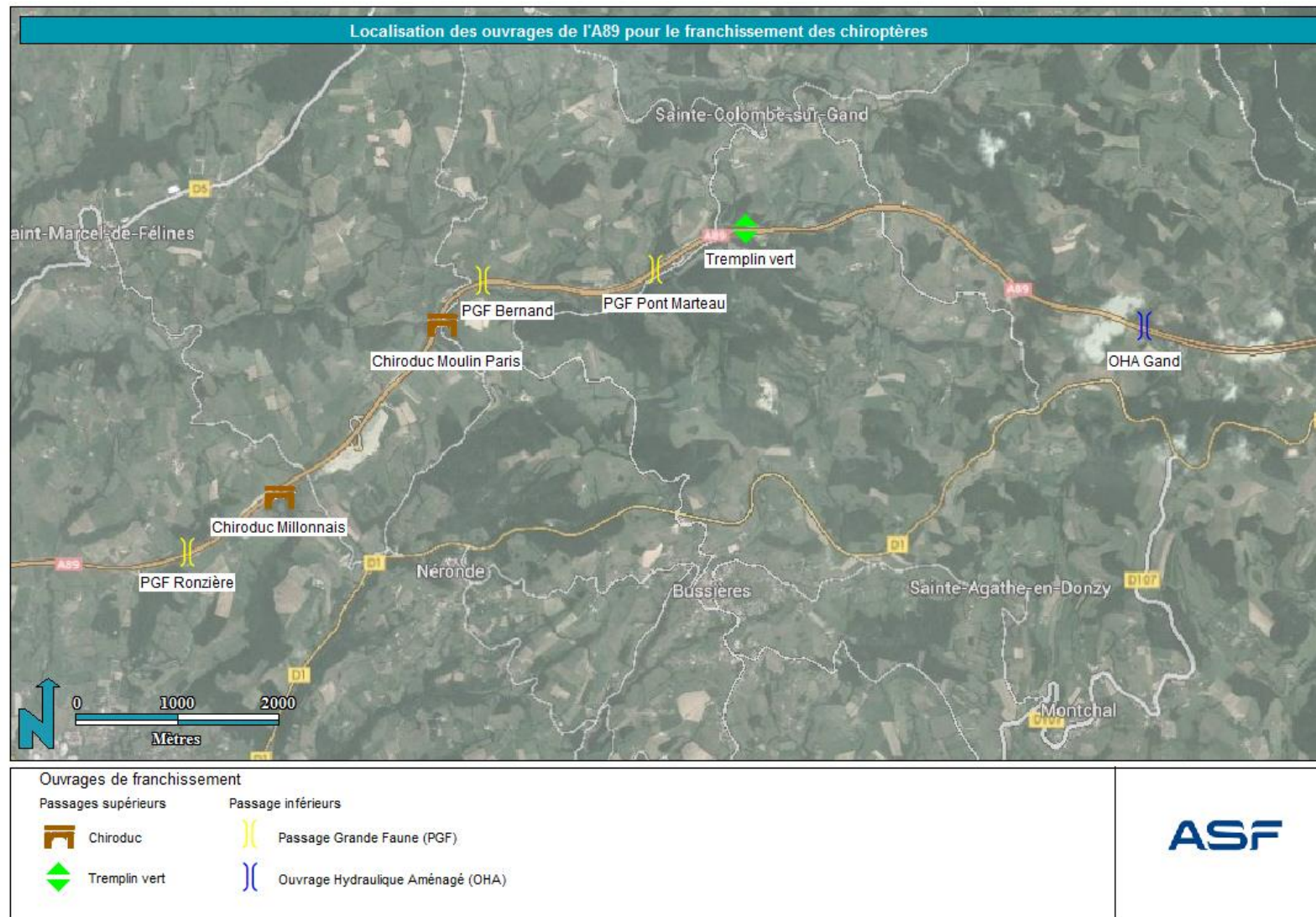
- D'identifier les ouvrages les plus empruntés par les chauvesouris et dans quelles mesures ;
- Et d'évaluer à terme l'efficacité des ouvrages.

2. METHODOLOGIE

Les protocoles menés sur l'A89 ont visé à répondre aux interrogations nécessaires au suivi des passages à Chiroptères sur les ouvrages réalisés.

2.1. LES SITES D'ETUDE





Pour l'année 2014, les suivis se sont répartis sur 7 sites (Cf. figure 1) correspondant à des ouvrages de franchissement (Cf. tableau 1) de l'autoroute A89 pour les Chiroptères.



Source : BDORTHO® - IGN / Naturalia Janvier 2015 / Cartographe : EJ




Figure 1 - Localisation des ouvrages de l'A89 pour le franchissement des Chiroptères

Tableau 1 - Description des sites d'études

Ouvrage	Commune	Description / Rôle	Photographie
Passage Grande Faune (PGF) de Ronzière	Saint-Marcel-de-Félines	<p>Ouvrage inférieur¹</p> <p>Les variations topographiques ainsi que le petit cours d'eau peuvent constituer une route de vol pour les Chiroptères qui sont ainsi susceptibles de franchir l'autoroute. Des gîtes artificiels (nichoirs) ont été disposés dans le PGF.</p>	
Chiroduc de Millonnais	Saint-Marcel-de-Félines	<p>Ouvrage supérieur²</p> <p>Les Chiroptères se déplaçant à cet endroit dans le sens nord/sud en suivant les linéaires boisés pourront plus facilement franchir l'axe autoroutier tout en minimisant l'effet barrière et le risque de collision.</p>	
Chiroduc de Moulin Paris	Saint-Just-la-Pendue	<p>Ouvrage supérieur</p> <p>Comme pour le précédent chiroduc, l'objectif est de faire prendre de la hauteur aux chauves-souris pour limiter les collisions routières sur un axe de vol identifié.</p>	
PGF de Bernard	Saint-Just-la-Pendue	<p>Ouvrage inférieur</p> <p>Les importantes dimensions de cet ouvrage lié au cours d'eau permanent du Bernard offrent une voie de déplacement entre les différents territoires de chasse propres à chacune des espèces. Des gîtes artificiels (nichoirs de type briques plâtrières) ont été disposés dans le PGF.</p>	

¹ Passant sous l'autoroute.

² Passant au-dessus de l'autoroute.

Ouvrage	Commune	Description / Rôle	Photographie
PGF de Pont Marteau	Sainte-Colombe-sur-Gand	<p>Ouvrage inférieur</p> <p>Les importantes dimensions de cet ouvrage offrent une voie de déplacement entre les différents territoires de chasse propres à chacune des espèces. Des gîtes artificiels (nichoirs) ont été disposés dans le PGF.</p>	
Tremplin vert	Sainte-Colombe-sur-Gand	<p>Les bordures de l'autoroute sont largement surélevées par rapport aux habitats qui jouxtent l'infrastructure linéaire de part et d'autre. Cette modification volontaire de la topographie implique une élévation de la hauteur de vol des chauvesouris. Ceci est d'autant plus efficace pour les espèces qui se déplacent dans ou au-dessus de la canopée.</p>	
Ouvrage Hydraulique Aménagé (OHA)	Violay	<p>Il relie à l'aide du cours d'eau « Gand » deux entités forestières particulièrement attrayantes. Les imposantes dimensions de cet ouvrage sont d'autant plus favorables pour l'utilisation de ce dernier par les chauvesouris. Des gîtes artificiels (nichoirs) ont été disposés dans l'OHA.</p>	

Afin d'identifier les espèces de Chiroptères ainsi que leur utilisation des ouvrages de franchissement de l'autoroute, deux protocoles distincts ont été utilisés :

- les enregistrements automatisés des ultrasons,
- la détection visuelle à l'aide d'une caméra à vision thermique.

2.2. LES TECHNIQUES D'ETUDE

2.2.1 ENREGISTREMENTS AUTOMATISES DES ULTRASONS

Ce suivi a été réalisé à l'aide d'enregistreurs automatisés de type Wildlife Acoustics SM2 Bat Detector (Cf. figure 2).

Ces derniers, dotés d'une mémoire numérique, enregistrent toutes les informations sonores situées dans une très large gamme de fréquences (10 à 150 ou 200 kHz). L'enregistrement est ensuite ralenti d'un facteur 10. La fréquence de chaque signal est ainsi ramenée dans les limites audibles pour l'oreille humaine. Les sons expansés peuvent ainsi faire l'objet d'analyses ultérieures sur ordinateur *via* divers logiciels (Batsound 4.2pro, AnalookW, SonoChiro, ...) permettant de déterminer l'espèce ou le groupe d'espèces en présence (Barataud, 1996 et 2012).



Figure 2 - Wildlife Acoustics SM2 Bat Detector

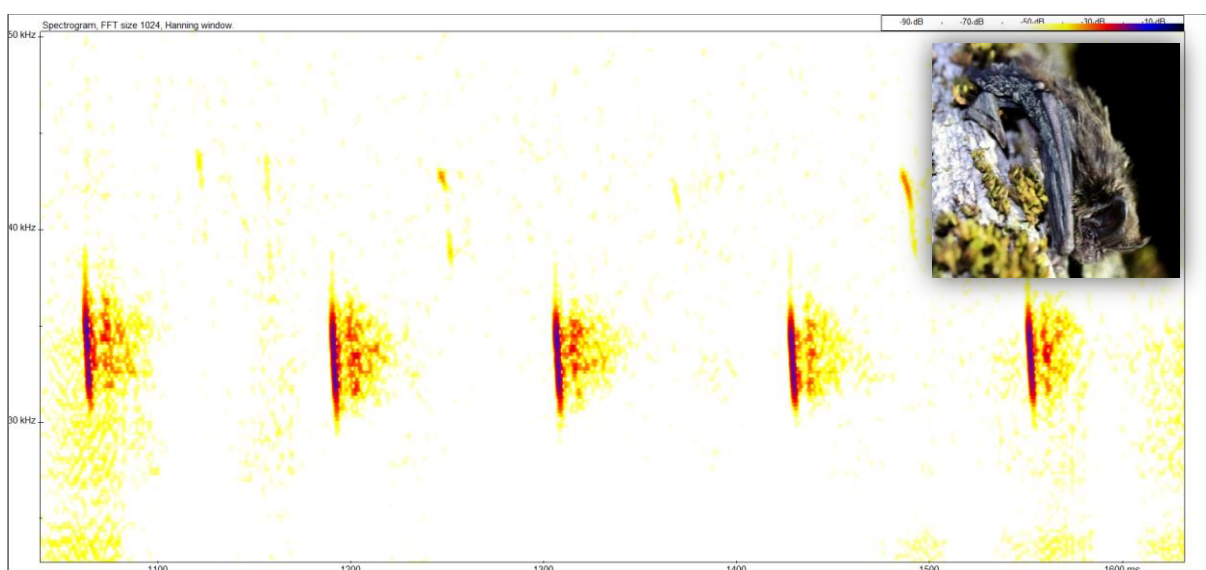


Figure 3 - Sonogramme d'une Barbastelle d'Europe issu d'un enregistrement effectué sur le Chirodud de Moulin Paris

Le protocole consiste à poser simultanément les enregistreurs automatiques (SM2 Bat Detector) sur les 7 ouvrages étudiés. Chaque SM2 Bat Detector a été réglé pour se déclencher 30 minutes avant le coucher du soleil et s'arrêter 30 minutes après son lever. Ainsi, les SM2 Bat Detector ont fonctionné durant 6 mois (de mai à octobre 2014) à raison d'une semaine complète, soient 7 jours consécutifs, par mois (Cf. Tableau 2).

Tableau 2 - Effort de prospection pour chacun des ouvrages inventoriés *via* la méthode acoustique

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Date de début (soir)	12/05/14	16/06/14	16/07/14	14/08/14	23/09/14	14/10/14
Date de fin (matin)	19/05/14	23/06/14	23/07/14	21/08/14	30/09/14	21/10/14
Changement cartes SD et piles	15/05/2014 dans la journée	19/06/14 dans la journée	18/07/14 dans la journée	18/08/14 dans la journée	26/09/14 dans la journée	17/10/14 dans la journée

Afin d'obtenir des pas de temps équivalents entre chaque session, la pose des enregistreurs a été fixée la troisième semaine de chaque mois.

Pour les ouvrages dits « inférieurs » (PGF et OHA), les SM2 Bat Detector ont été placés à l'intérieur des passages. Le microphone a été déporté des parois à l'aide d'une baguette en bois. Cette méthode minimise les interférences engendrées par le mur des ouvrages qui est une surface plane. De cette façon, un nombre limité d'individus chassant et transitant à proximité mais en dehors de l'ouvrage considéré sont détectés induisant un léger biais méthodologique. Ainsi, et afin de conserver le même ordre de grandeur pour ce biais, les enregistreurs devront, d'une année sur l'autre, être disposés de manière identique en termes notamment de distance de pose vis-à-vis de l'entrée des ouvrages. Ce biais sera reproduit d'années en années mais permettra néanmoins de faire ressortir des tendances de fréquentation.

Pour les passages dits « supérieurs » (Chiroducs et Tremplin vert), les SM2 Bat Detector ont été placés sur les passages potentiels des individus qui empruntent l'ouvrage. A noter que tous les individus contactés n'empruntent pas forcément l'ouvrage.

Enfin, du fait d'une grande ressemblance interspécifique pour certains Chiroptères, la détermination à l'espèce *via* la méthode acoustique n'est pas aisée. C'est le cas notamment des oreillards où seule une identification en main le permettrait de manière certaine. Ainsi, pour une meilleure lisibilité des résultats de cette étude, il a été nécessaire de définir des groupes d'espèces. Ces derniers sont présentés dans le tableau 3 qui suit.

Tableau 3 - Listing des espèces susceptibles d'être inventoriées et du groupe auxquelles elles ont été affiliées

Groupes d'espèces définis pour l'étude	Espèces rassemblées									Total
Groupe des pipistrelles	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Minoptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i>	Vespère de Savi <i>Hypsugo savii</i>				6
Groupe des sérotules	Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine bicolore <i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine de Nilsson <i>Eptesicus nilssonii</i>	Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Grande noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	Molosse de Cestoni <i>Tadarida teniotis</i>			7
Barbastelle d'Europe	Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>									1
Groupe des murins	Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	Murin de Daubenton <i>Myotis daubentonii</i>	Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	Murin d'Alcathoe <i>Myotis alcathoe</i>	Murin de Brandt <i>Myotis brandtii</i>	Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteinii</i>	Petit murin <i>Myotis blythii</i>	Grand murin <i>Myotis myotis</i>	Murin du groupe « Natterer » <i>Myotis nattereri / spA</i>	9
Groupe des oreillards	Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>								2
Groupe des Rhinolophidés	Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Rhinolophe euryale <i>Rhinolophus euryale</i>	Petit rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>							3

2.2.2 DETECTION VISUELLE A L'AIDE D'UNE CAMERA A VISON THERMIQUE

Outre les observations directes de chauvesouris effectuées à l'œil nu, au crépuscule, des sessions d'observations nocturnes ont été réalisées à l'aide d'une caméra thermique FLIR (T640 bx). Ces observations ont uniquement été menées sur les ouvrages supérieurs afin d'identifier des individus franchissant l'A89. Dans le but d'avoir des précisions quant aux espèces contactées *via* ce protocole, les sessions d'observations ont été couplées à des écoutes ultrasonores. Un SM2 a été déposé à proximité du point d'observation de la caméra et un détecteur mobile de type Pettersson D100 et/ou D240X fonctionnant en hétérodyne³ a également été utilisé. Les sites concernés sont le Tremplin vert, le Chiroduc de Moulin Paris et le Chiroduc de Millonnais.

Le protocole a consisté à réaliser une session d'observation en mai, en août et une autre en septembre 2014 (Cf. tableau 4). Les premières heures de la nuit étant celles où les chauvesouris sont les plus actives, les enregistrements de la caméra se sont déroulés du crépuscule jusqu'à ce qu'une baisse significative de l'activité des Chiroptères soit détectée, c'est-à-dire en moyenne 4-5 heures après. Ils ont ensuite été revus au ralenti afin de ne pas manquer de contacts.

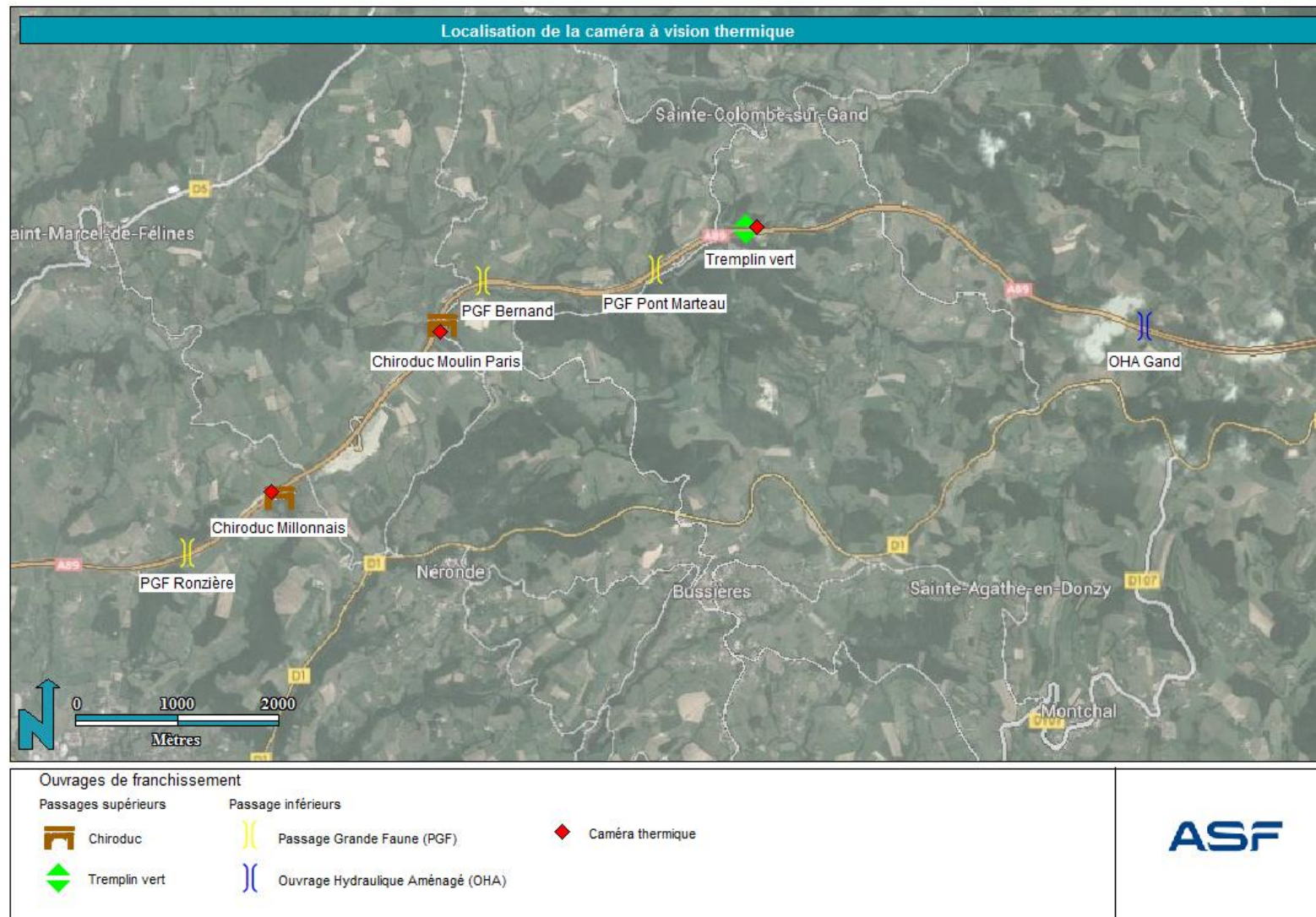
Tableau 4 - Effort de prospection via le protocole de la caméra thermique

Ouvrages		Mai	Août	Septembre
Chiroduc de Millonnais	Date	15/05/14	06/08/14	16/09/14
	Heure de début	20h00	21h00	19h50
	Durée	4h00	4h00	5h10
Chiroduc de Moulin Paris	Date	16/05/14	05/08/14	15/09/14
	Heure de début	20h00	21h00	19h50
	Durée	4h00	4h00	5h10
Tremplin vert	Date	14/05/14	07/08/14	17/09/14
	Heure de début	20h00	21h00	19h50
	Durée	4h00	4h00	5h10

2.2.1 OBSERVATIONS CREPUSCULAIRES

Des observations crépusculaires ont également été engagées aux mêmes périodes que les sessions d'enregistrement menées *via* la caméra thermique, en mai, août et septembre 2014. Afin de déterminer les espèces observées, celles-ci ont été couplées à de la détection mobile en hétérodyne réalisée au moyen d'un Pettersson D100 et/ou D240X.

³ Méthode de détection acoustique qui ne transforme qu'une petite partie du domaine ultrasonore. Elle repose sur la comparaison entre la fréquence captée par le microphone et celle, constante, émise dans le circuit interne du détecteur, ajustable grâce à un variateur. L'utilisateur choisit manuellement la bande de fréquence qu'il veut, ce qui permet d'écouter en direct les ultrasons émis par les Chiroptères.



Source : BDORTHO® - IGN / Naturalia Janvier 2015 / Cartographe : EJ

Figure 4 - Localisation des points d'enregistrements à la caméra thermique

3. RESULTATS

3.1. ENREGISTREMENTS AUTOMATISES DES ULTRASONS

Avant toute analyse, il est à noter que l'un des enregistreurs a été volé durant la session du mois de juillet 2014. Il n'y a, de ce fait, aucune donnée sur le site du PGF de Pont Marteau pour ce mois-ci, ce qui entraîne un biais dans les résultats qui sont présentés ci-après. De même, deux ouvrages, l'OHA de Gand et le Tremplin vert, n'ont chacun bénéficié en mai 2014 que de 5 nuits d'enregistrements et non de 7.

L'ensemble des enregistrements ultrasonores de l'année 2014 représentent un total de 283 nuits complètes d'enregistrements sur l'ensemble des sites étudiés.

Tableau 5 - Détail des nuits d'inventaire engagées pour ce suivi

Sites inventoriés	Nombre de nuits engagées par mois d'inventaires						Total de nuits engagées par ouvrage inventorié
	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	
Chiroduc du Millonnais	7	7	7	7	7	7	42
Chiroduc de Moulin Paris	7	7	7	7	7	7	42
OHA de Gand	5	7	7	7	7	7	40
PGF de Bernand	7	7	7	7	7	7	42
PGF de Pont Marteau	7	7	0	7	7	7	35
PGF de Ronzière	7	7	7	7	7	7	42
Tremplin vert	5	7	7	7	7	7	40
Total de nuits engagées par mois d'inventaires	45	49	42	49	49	49	283

L'ensemble de ces nuits a permis de recenser 155 573 contacts de 5 secondes chacun ce qui représente une moyenne de 550 contacts environ par nuit.

Par ordre croissant du nombre de contacts recensés, les ouvrages prospectés se classent de la manière suivante :

- l'Ouvrage Hydraulique Aménagé (OHA) de Gand totalise le plus grand nombre de contacts (plus de 55 000 contacts),
- le Passage Grande Faune (PGF) de Bernand recense environ 37 000 contacts,
- le PGF de Ronzière concentre plus de 22 000 contacts,
- le Chiroduc de Moulin Paris réunit plus de 17 000 contacts,
- le PGF Pont Marteau rassemble plus de 14 000 contacts,
- le Chiroduc de Millonnais en inventorie plus de 5 000,
- et, pour finir, le Tremplin vert, avec un peu plus de 2 000 contacts, se positionne en dernier.

L'ensemble de ces résultats est présenté sur la figure 5.

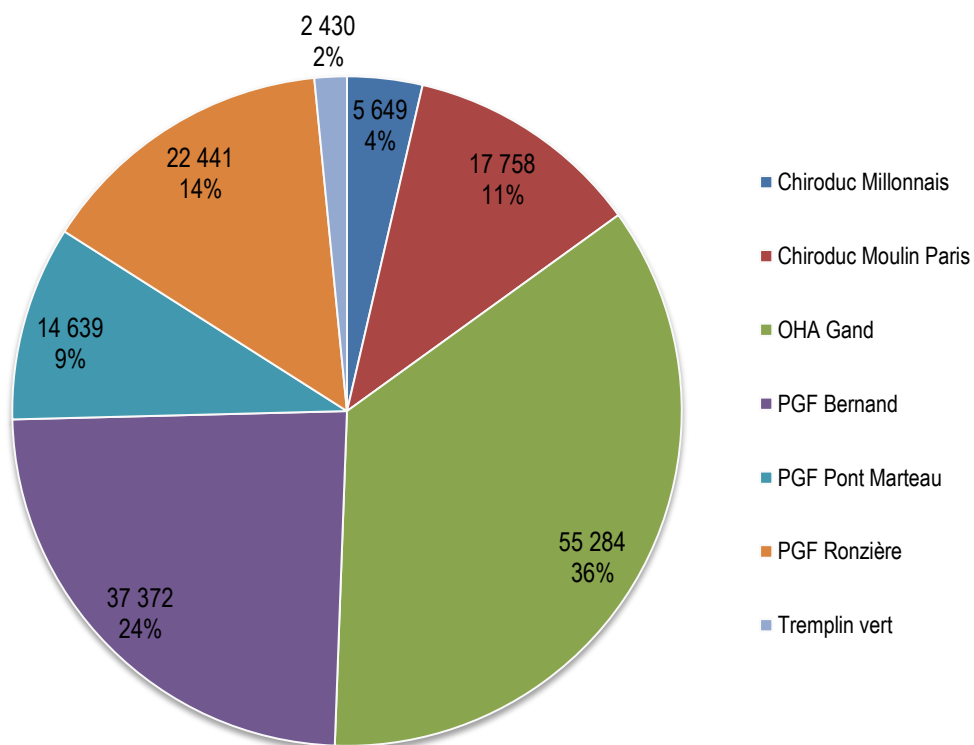


Figure 5 - Répartition du nombre de contacts recensés sur les différents sites étudiés

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, une très grande majorité de contacts recensés concerne le groupe des pipistrelles *Pipistrellus sp.*. Ce sont 93,95 % des contacts acoustiques qui correspondent à ce taxon soit plus de 145 000 séquences de 5 secondes. Le groupe des murins *Myotis sp.* arrive en seconde position avec près de 2,5 % soit plus de 4 500 contacts. La Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus* à elle seule représente 3 000 contacts soit près de 2% des séquences. Le groupe des sérotules (Sérotines *Eptesicus sp.*, Noctules *Nyctalus sp.* et Molosse de Cestoni *Tadarida teniotis*) avec presque 1 500 contacts représente un peu moins de 1% de la chiroptérofaune détectée. Les oreillards *Plecotus sp.* quant à eux, représentent 0,12 % des contacts, soit un peu moins de 200 contacts et les rhinolophidés *Rhinolophus sp.* seulement 0,05 % de la chiroptérofaune détectée avec 72 séquences (Cf. figure 6).

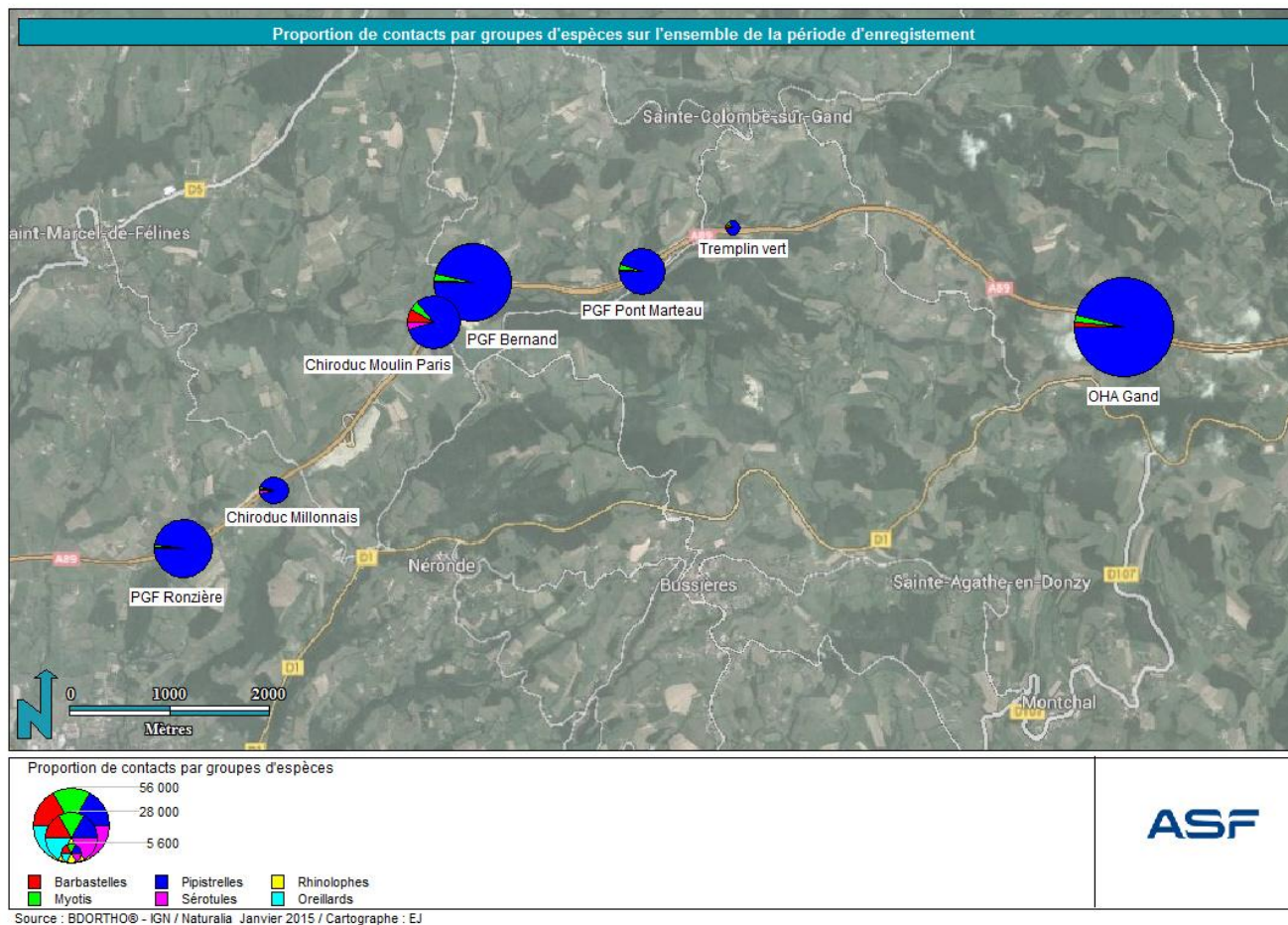


Figure 6 - Proportion de contacts par groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'enregistrement

Les passages inférieurs rassemblent 129 736 contacts, soit environ 83 % des contacts de chauvesouris recensés sur l'année 2014, tandis que les passages supérieurs en totalisent 25 837, soit environ 17 % (Cf. tableau 6). Ainsi, pour l'année 2014, les enregistrements menés à hauteur des passages inférieurs révèlent un plus grand nombre de contacts de Chiroptères que ceux menés à hauteur des passages supérieurs.

Tableau 6 - Récapitulatif des contacts recensés pour l'année 2014 par ouvrage et groupe d'espèces inventoriés

Ouvrages	Groupes d'espèces inventoriés						Nb de contacts	Nb de contacts / nuit
	Barbastelle d'Europe	Groupe des murins	Groupe des pipistrelles	Groupe des sérotules	Groupe des rhinolophidés	Groupe des oreillards		
Chiroduc de Millonnais	88	120	5 098	306	2	35	5 649	134,5
Chiroduc de Moulin Paris	1379	1 132	14 313	857	5	72	17 758	422,81
OHA de Gand	871	1 302	53 080	20	0	11	55 284	1382,1
PGF de Bernard	266	911	35 923	246	0	26	37 372	889,81
PGF de Pont Marteau	123	616	13 821	20	49	10	14 639	418,26
PGF de Ronzière	161	235	22 016	15	0	14	22 441	534,31
Tremplin vert	190	259	1 908	31	16	26	2 430	60,75
Nb de contacts	3 078	4 575	146 159	1 495	72	194	155 573	549,73
	1,98%	2,94%	93,95%	0,96%	0,05%	0,12%		

Les pipistrelles sont de très loin les espèces les plus contactées lors de ce suivi. Représentant 93,95% des contacts enregistrés, les variations d'activité de ce groupe d'espèces d'un site à l'autre ont largement influencé les résultats obtenus en termes d'activité globale des ouvrages. Il est cependant possible de noter de fortes disparités entre les sites avec plus de 53 000 contacts pour l'OHA de Gand et seulement 1 900 contacts sur le Tremplin vert. De façon générale, les ouvrages inférieurs sont plus empruntés par ce groupe d'espèces que les ouvrages supérieurs sur l'année 2014 (Cf. figure 7).

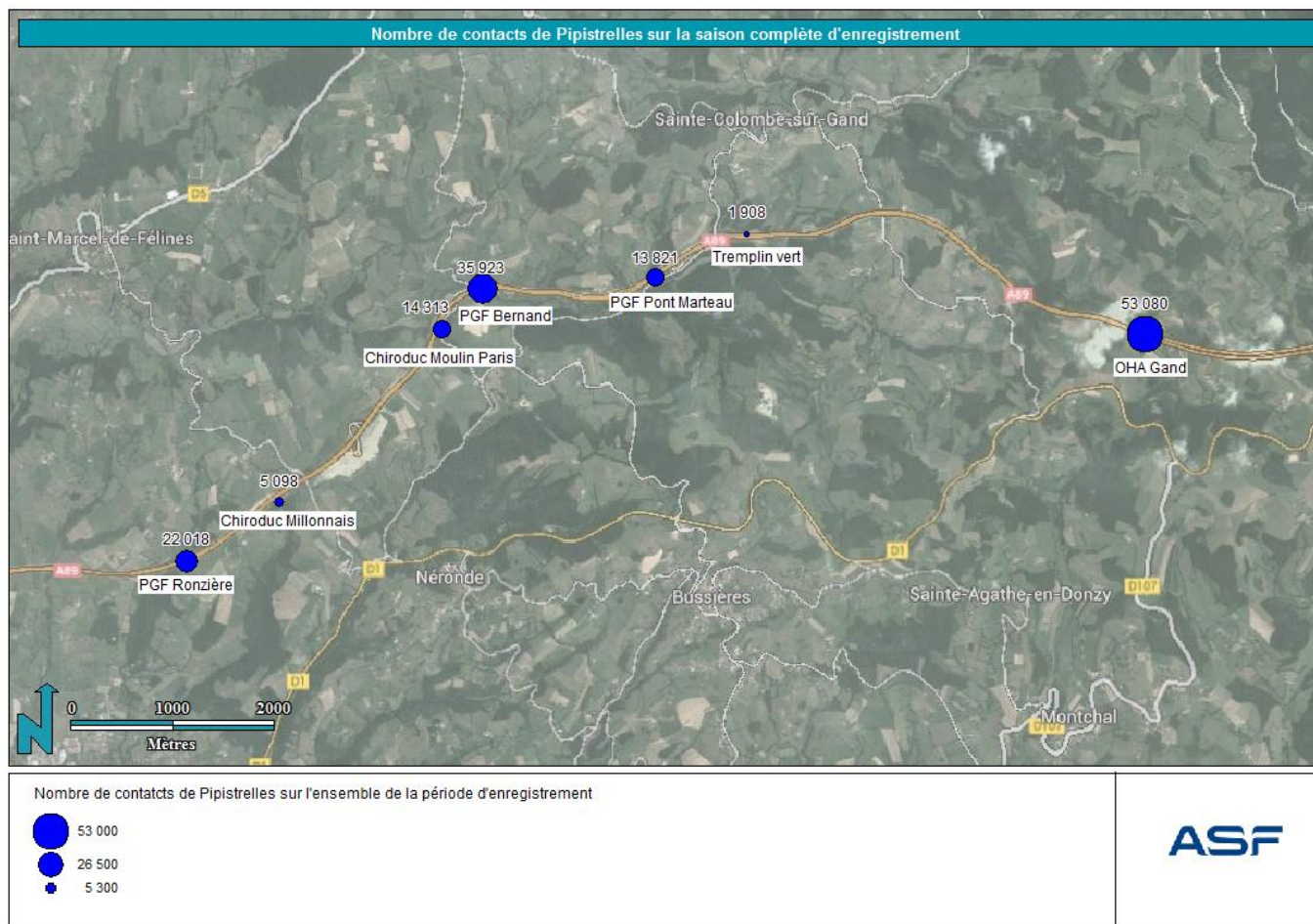


Figure 7 - Répartition du nombre de contacts de pipistrelles sur la saison complète d'enregistrement

Les sérotules sont assez peu représentées sur les enregistrements de ce suivi. Majoritairement localisées, en 2014, sur les deux chiroducts (857 contacts sur le Chiroduc de Moulin Paris et 306 sur celui de Millonnais), ces espèces semblent très peu utiliser les passages inférieurs avec seulement 20 % des contacts recensés (Cf. figure 8).

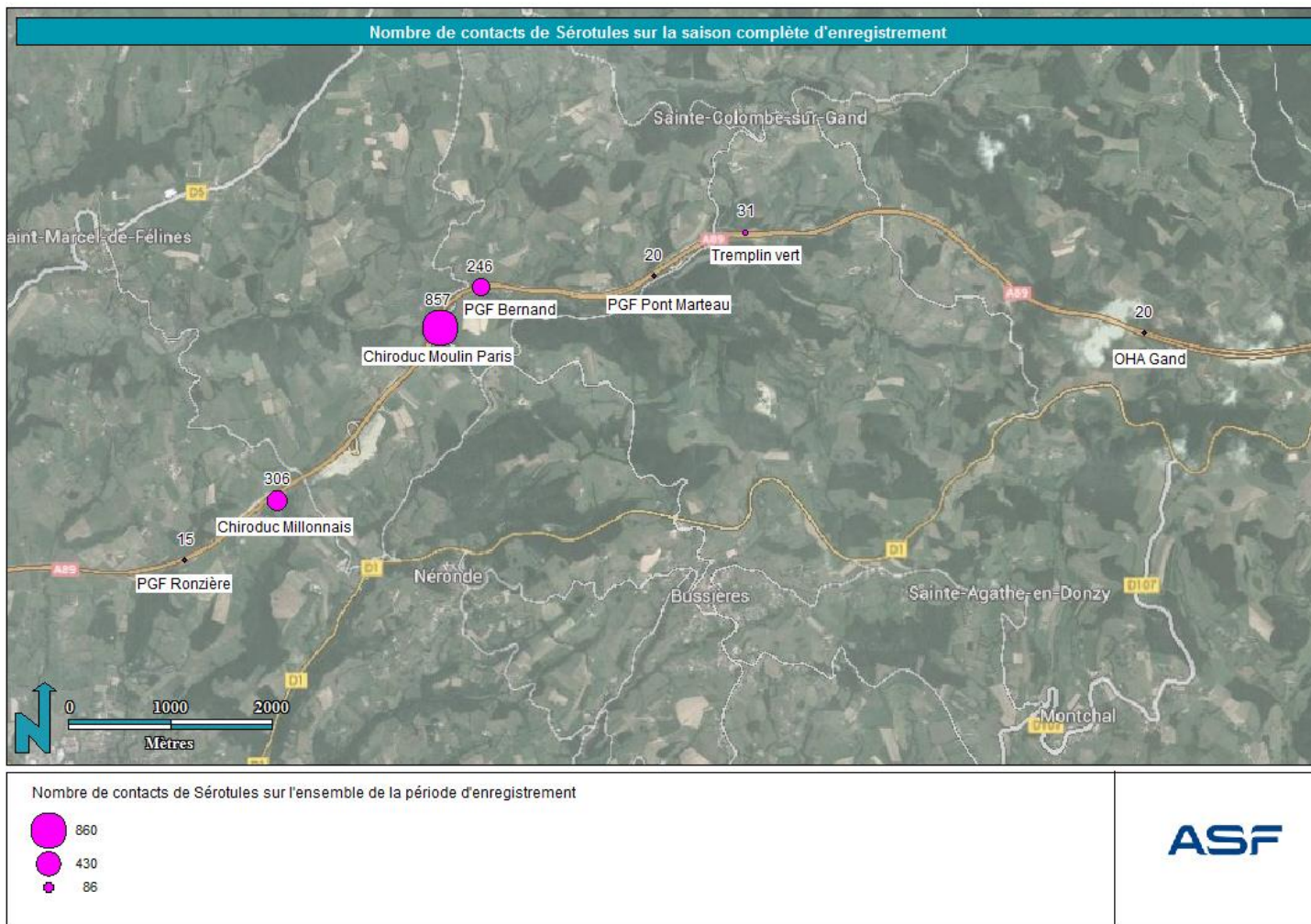


Figure 8 - Répartition du nombre de contacts de sérotules sur la saison complète d'enregistrement

La Barbastelle d'Europe est une des espèces les mieux représentées après le groupe des pipistrelles sur les enregistrements qui ont été réalisés en 2014. Cette espèce à forte valeur patrimoniale, inscrite à l'annexe II de la Directive Habitat Faune Flore, trouve dans les milieux bocagés environnant l'A89 un habitat qui lui est favorable. Le Chiroduc de Moulin Paris et l'OHA de Gand sont les sites où il a pu être enregistré le plus grand nombre de contacts pour cette espèce avec respectivement 1 379 et 871 contacts, soit environ 73 % des contacts totalisés pour cette espèce.

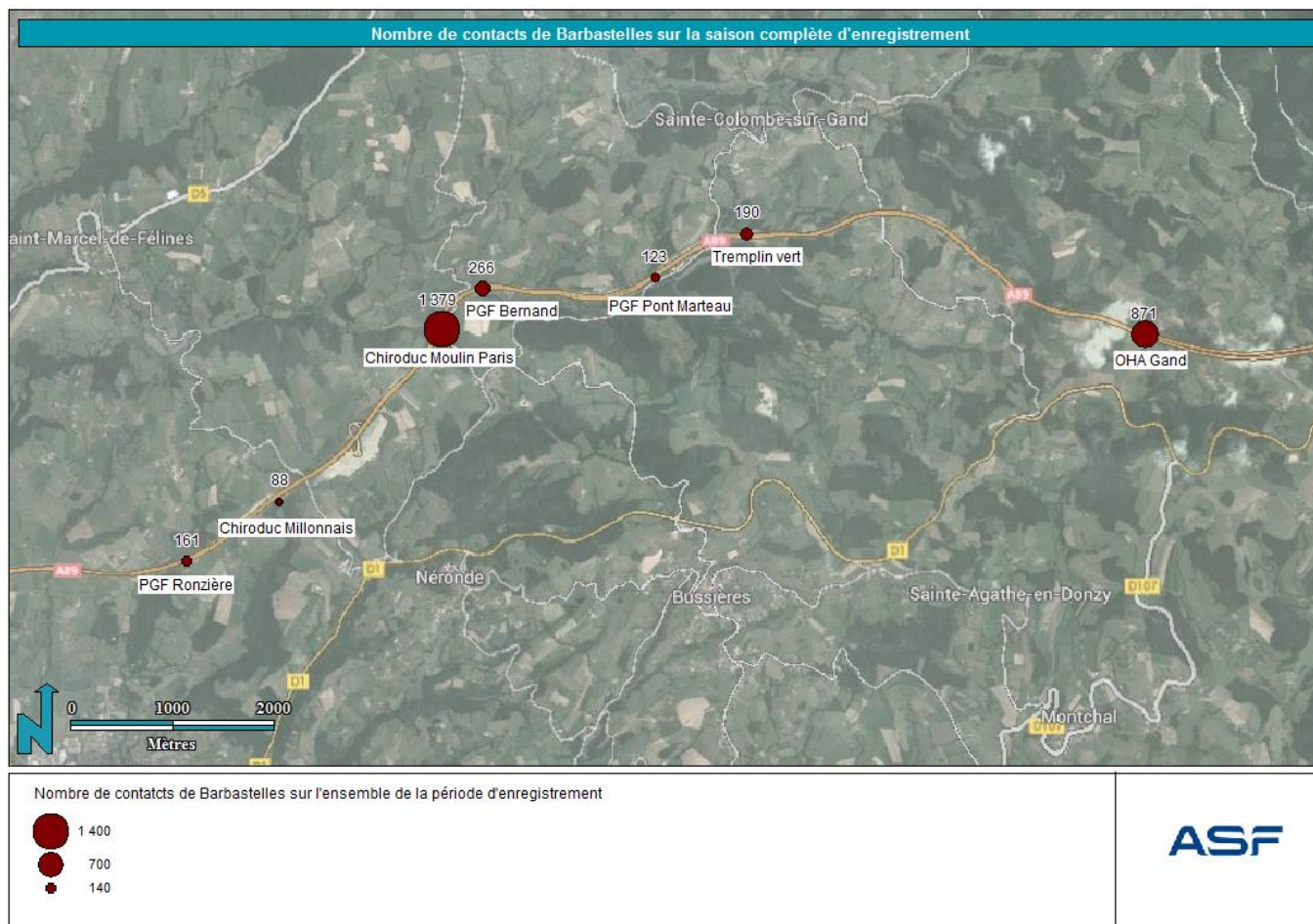


Figure 9 - Répartition du nombre de contacts de barbastelles sur la saison complète d'enregistrement

Le groupe des murins est le deuxième plus important en termes de nombres de contacts avec 4 575 contacts comptabilisés sur l'ensemble des ouvrages inventoriés (Cf. figure 10). Avec seulement 235 contacts de murins enregistrés à hauteur du PGF de Ronzière et 120 au niveau du Chiroduc de Millonnais, les sites situés à l'ouest semblent recenser moins de contacts que ceux à l'est.

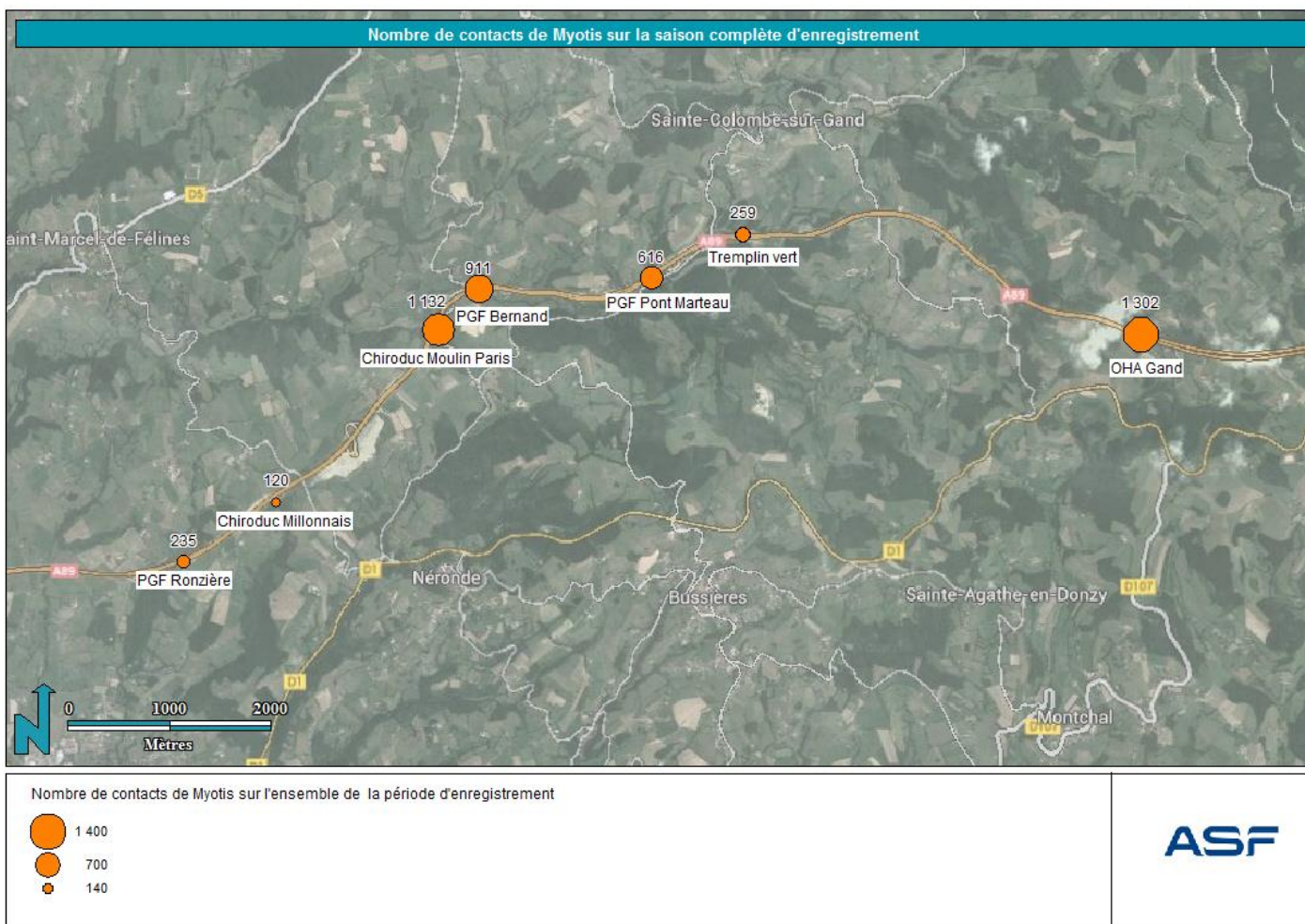


Figure 10 - Répartition du nombre de contacts de murins sur la saison complète d'enregistrement

Les oreillards sont peu représentés sur l'ensemble du suivi acoustique mené en 2014 (194 contacts au total) (Cf. figure 11). Un maximum de 72 contacts a été noté pour ce groupe d'espèces à hauteur du Chiroduc de Moulin Paris tandis qu'avec seulement 10 contacts, le PGF de Pont Marteau est le moins fréquenté en 2014 par les oreillards.

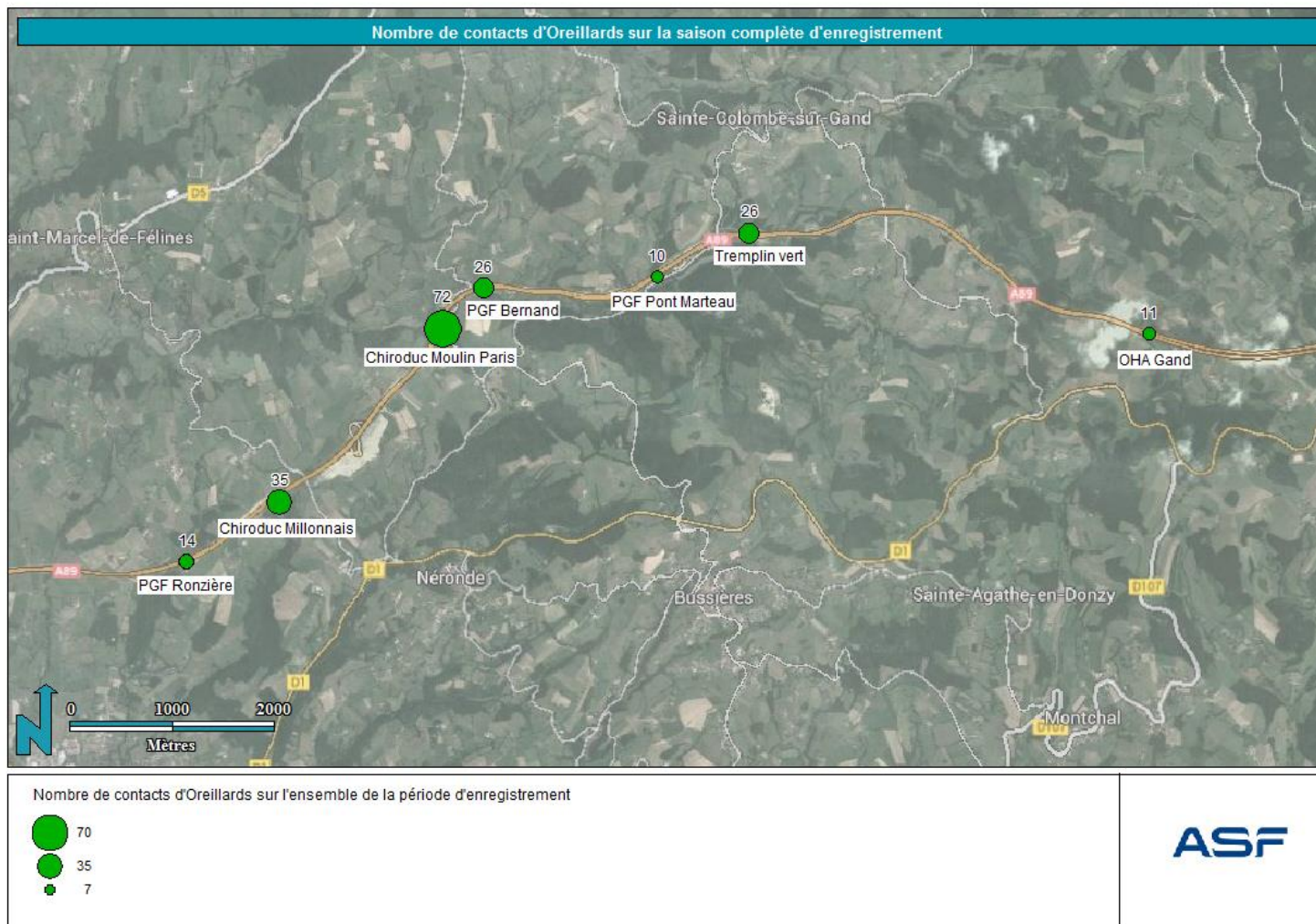


Figure 11 - Répartition du nombre de contacts d'oreillards sur la saison complète d'enregistrement

Le groupe d'espèces des rhinolophidés est le moins représenté sur ce suivi. Les contacts se concentrent sur la partie centrale du tronçon d'autoroute (Cf. figure 12). Le PGF de Pont Marteau avec 49 contacts de rhinolophidés recensés est l'ouvrage qui comptabilise le plus grand nombre d'enregistrements pour ce groupe d'espèces.

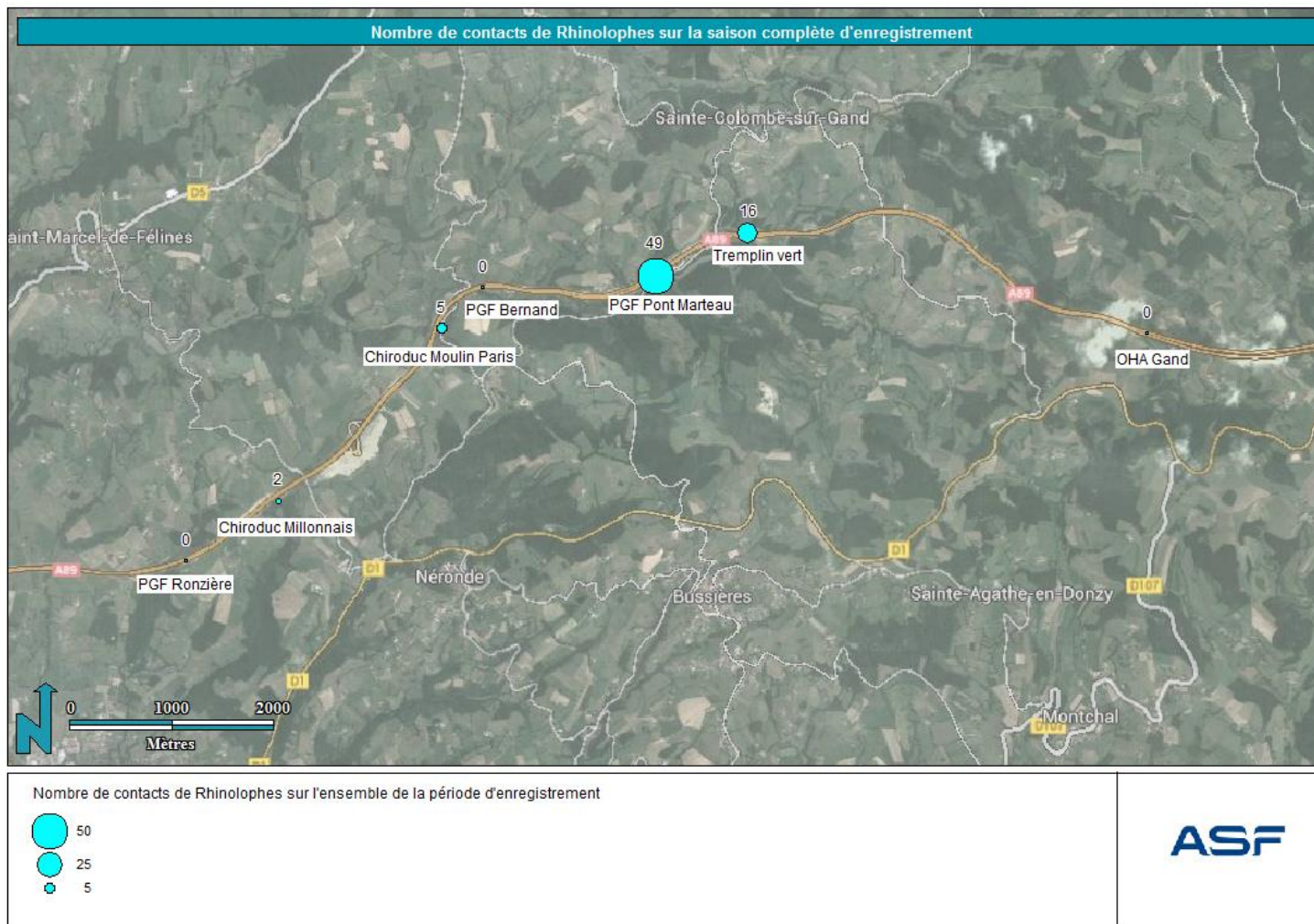


Figure 12 - Répartition du nombre de contacts de rhinolophidés sur la saison complète d'enregistrement

3.2. DETECTION VISUELLE A L'AIDE DE LA CAMERA A VISION THERMIQUE

Les sessions de visionnage et d'enregistrement à la caméra thermique ont permis d'observer les comportements des chauvesouris sur un total de 27h30 de film archivé.

Le mois de mai n'a pas permis d'observer de Chiroptères. Sur le site du Tremplin vert, aucun chiroptère n'a également été observé sur les deux sessions d'enregistrement d'août et de septembre 2014.

Sur le site du Chiroduc de Millonnais, l'enregistrement du mois d'août 2014 a permis d'observer un total de 19 chauvesouris. Aucune d'entre elles n'a été observée franchissant l'autoroute de part en part. 3 ont été notées en transit à haute altitude et ne semblaient pas gênées pour traverser l'autoroute sans suivre le chiroduc. Certaines d'entre elles suivaient même l'autoroute. Les 16 autres individus observés étaient en chasse ou en transit et sont soit passés devant la caméra soit étaient en chasse sur le talus opposé.

Lors de la deuxième session d'enregistrement, en septembre 2014, sur le site du Chiroduc de Millonnais, seuls 4 individus ont pu être observés. Deux d'entre eux l'ont été en chasse ou en transit sur les talus et n'ont pas traversé l'autoroute. Un autre a pris le chiroduc jusqu'à sa moitié avant de sortir du demi-cylindre pour rejoindre le talus d'où il venait. **Le dernier individu a été noté en train de traverser l'autoroute en longeant l'ouvrage par son extérieur, à l'ouest.** La figure 13, ci-dessous, est une superposition d'images successives permettant de suivre la trajectoire de l'individu lors du franchissement de l'autoroute. **Le chiroptère utilise le chiroduc sur toute la traversée de l'autoroute avant de modifier sa trajectoire pour longer le talus.**

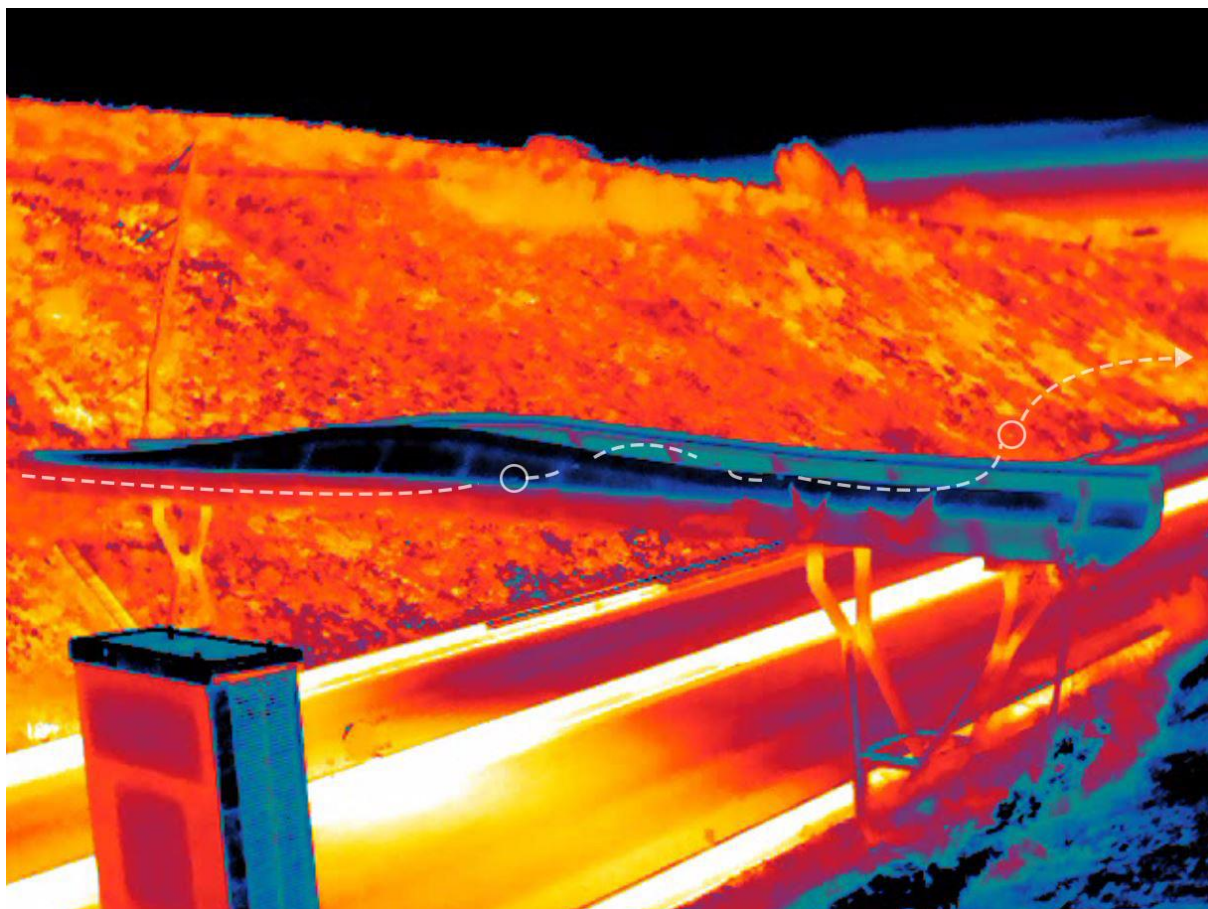


Figure 13 - Trajectoire de vol d'un chiroptère empruntant le Chiroduc de Millonnais (les pointillés symbolisent la trajectoire globalement suivie tandis que les cercles marquent l'individu apparaissant et disparaissant de l'image)

Le site du Chiroduc de Moulin Paris est celui sur lequel il a été possible d'observer le plus de chauvesouris et de comportements différents.

Sur la session d'enregistrements du mois d'août 2014, 31 individus ont été contactés dans le champ de vision de la caméra. Au total, **11 individus ont été observés traversant le chiroduc. Tous ces individus ont emprunté l'ouvrage en se plaçant à l'intérieur du demi-cylindre comme il est possible de le voir sur la figure 14, construite sur le même principe que la figure 13. A ceux-ci s'ajoutent 2 individus ayant longé le chiroduc par l'extérieur de l'ouvrage pour franchir l'A89.**

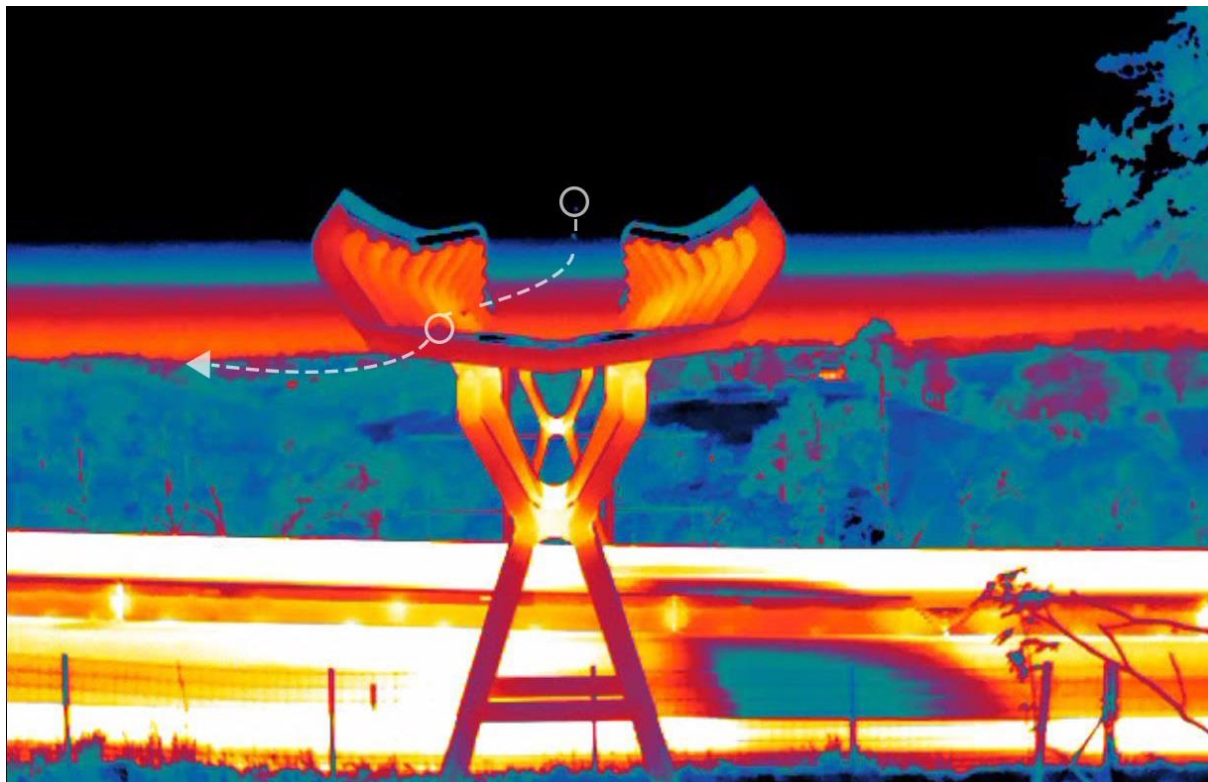


Figure 14 - Trajectoire de vol d'un chiroptère empruntant le Chiroduc de Moulin Paris (les pointillés symbolisent la trajectoire globalement suivie tandis que les cercles marquent l'individu apparaissant et disparaissant de l'image)

Des individus ont également été observés traversant l'A89 en altitude sans prêter attention à l'ouvrage leur étant destiné.

La session d'observations du mois de septembre 2014 sur ce même site a permis d'identifier 51 Chiroptères dans le champ de vision de la caméra. **Sur ces individus, 14 ont suivi le chiroduc pour traverser. De la même façon que lors de la session d'observations précédente, ils ont emprunté l'intérieur du demi-cylindre pour franchir l'autoroute sauf 6 qui sont passés à côté (Cf. figure 15).** Des individus ont également été observés en chasse et en transit devant la caméra et en vol à plus haute altitude sans comportement d'évitement de l'autoroute.

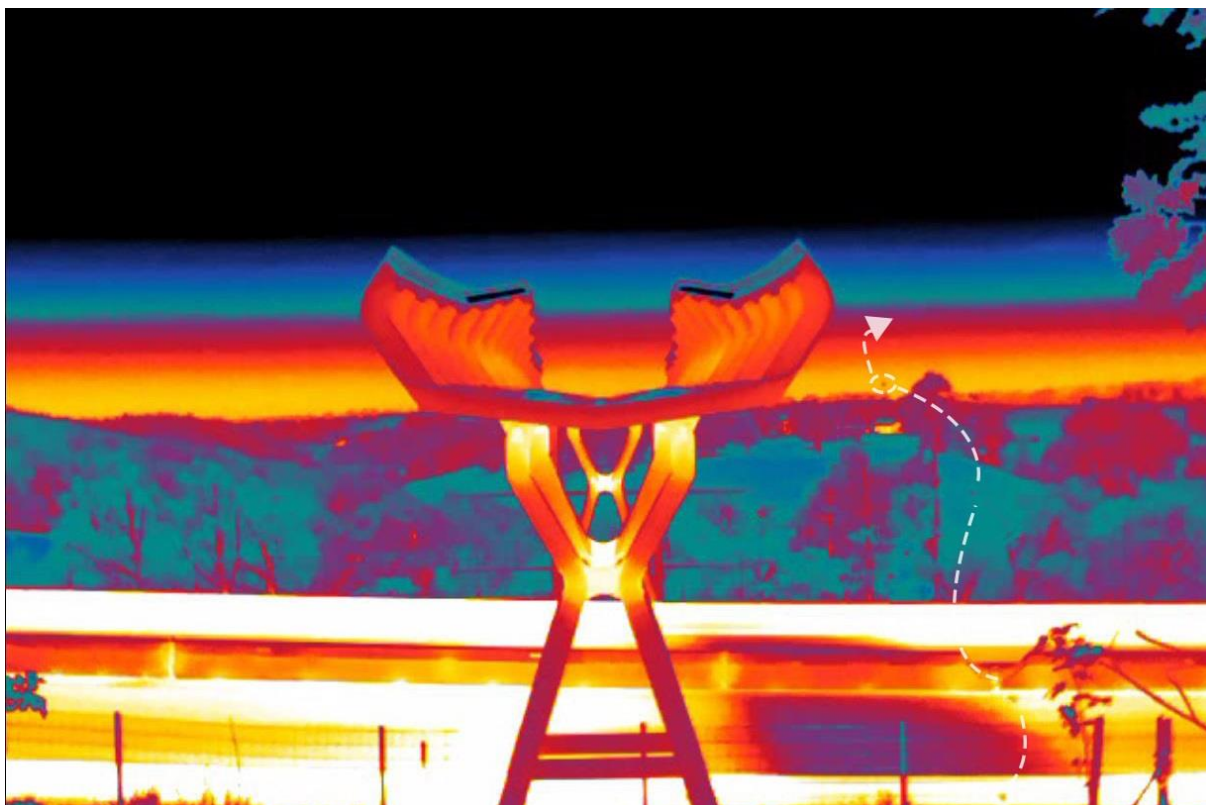


Figure 15 - Trajectoire de vol d'un chiroptère passant à côté du Chiroduc de Moulin Paris (les pointillés symbolisent la trajectoire globalement suivie tandis que les cercles marquent l'individu apparaissant et disparaissant de l'image)

Le tableau ci-après synthétise les observations de traversées de l'A89 par des Chiroptères *via* les chiroduc. Pour l'année 2014, seul le Chiroduc de Moulin Paris comptabilise des Chiroptères ayant emprunté l'ouvrage pour franchir l'A89 en août et en septembre 2014. Durant le mois de septembre 2014, un unique individu a traversé l'axe autoroutier en suivant l'extérieur du Chiroduc de Millonnais.

Tableau 7 - Nombre de passages de Chiroptères par passerelle, saisons et type d'ouvrage

Types de passages	Types d'observations	Août 2014		Septembre 2014	
		Chiroduc de Millonnais	Chiroduc de Moulin Paris	Chiroduc de Millonnais	Chiroduc de Moulin Paris
Passages réussis	Traversée de l'A89 par l'intérieur du chiroduc	0	11	0	8
	Traversée de l'A89 par l'extérieur du chiroduc en le suivant (sur les côtés ou en-dessous)	0	2	1	6
	Traversée de l'A89 sans suivi du chiroduc, en hauteur ou en diagonale	3	4	0	0
Passages avortés	Début de traversée puis demi-tour de l'individu	0	0	1	0
Absence de passage	Absence de traversée (chasse et/ou transit dans le champ de vision de la caméra)	16	14	2	37
Nb total d'observations de Chiroptères <i>via</i> la caméra thermique		19	31	4	51

Pour ce qui est des espèces ayant traversé l'A89, il s'agit essentiellement de pipistrelles et notamment de Pipistrelles de Kuhl auxquelles s'ajoutent quelques sérotules.

4. DISCUSSION

De façon générale, l'effort de prospection mené sur cette année 2014 a permis de mettre en évidence une plus grande activité chiroptérologique dans les ouvrages de franchissement de l'A89 dits « inférieurs » que pour ceux dits « supérieurs ». En effet, ils comptabilisent globalement plus de contacts acoustiques (SM2).

Cela peut s'expliquer de diverses manières. Tout d'abord l'ensemble des ouvrages inférieurs disposent de gîtes artificiels de type nichoirs qui peuvent accueillir des espèces et notamment des pipistrelles.

Ensuite, certains ouvrages comme l'OHA de Gand suivent un corridor écologique, un cours d'eau en l'occurrence, qui constitue un axe de déplacement voire de chasse privilégié pour la chiroptérofaune et donc un site d'attrait évident.

Enfin, l'essentiel des contacts recensés ont été attribués au groupe des pipistrelles qui, à l'exception du Minoptère de Schreibers et du Vespère de Savi, rassemblent des espèces qui se déplacent et chassent préférentiellement à faible hauteur et, de fait, sont davantage susceptibles de passer sous l'A89 qu'au-dessus (Cf. figure 16) (Bas, 2013).

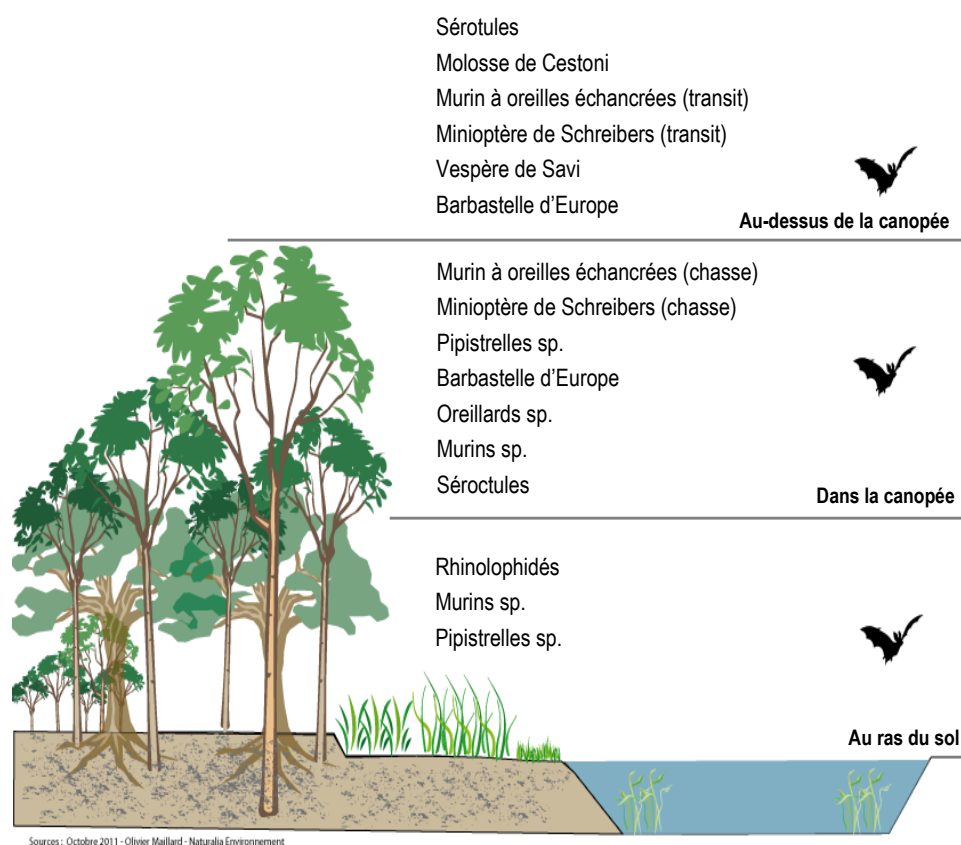


Figure 16 - Hauteur de vol des différents groupes de Chiroptères

Ce résultat est d'autant plus surprenant que les microphones des SM2 placés à proximité des chiroducs et du Tremplin vert captent non seulement les individus franchissant l'A89 mais également ceux chassant et transitant dans les habitats alentours tandis que ceux installés dans les PGF et l'OHA recensent essentiellement les contacts des individus empruntant le passage.

Néanmoins, le fait que les enregistreurs disposés dans les ouvrages inférieurs recensent plus de contacts que ceux installés aux abords des ouvrages supérieurs peut, dans les années à venir, être amené à changer en raison, entre autres, de l'existence d'une période d'apprentissage chez les Chiroptères. Cette période pouvant être longue au sein d'une

population et variable d'une espèce à l'autre, il est possible que les ouvrages supérieurs mis en place sur l'A89 en 2013, c'est-à-dire il y a 1-2 ans seulement, ne soient pas encore connus par les espèces en présence susceptibles de les exploiter. Le suivi sur le long terme permettra d'affiner ce point et est donc à poursuivre impérativement. Les observations futures montreront ou non si une phase d'apprentissage de leur territoire incite les Chiroptères à modifier leurs routes de vol pour emprunter de façon plus importante les ouvrages leur étant dédié afin de franchir l'A89. Dans un second temps, une analyse complète des sons collectés permettra d'identifier avec plus de précision le cortège d'espèces qui utilise les ouvrages de franchissement et, ainsi, avoir un premier retour sur les comportements de chacune face à une fracturation comme l'A89.

D'ores et déjà, les sessions d'observations à la caméra thermique réalisées en 2014 permettent de confirmer que certaines chauvesouris utilisent les chiroduc pour traverser l'A89, limitant ainsi les risques de collisions routières pour ces espèces. De façon générale, une corrélation se dégage entre le nombre de contacts obtenus avec la méthode acoustique et le nombre d'individus notés traversant le chiroduc à l'aide de la caméra à vision thermique. Parmi les ouvrages supérieurs suivis à l'aide de ces deux méthodologies, la même tendance s'inscrit : les chiroduc sont davantage exploités par la chiroptérofaune du secteur que le Tremplin vert et, parmi les chiroduc, celui de Moulin Paris totalise le plus grand nombre de contacts recensés (acoustiques et visuels).

D'après les résultats d'analyse, les pipistrelles et les sérotules font partie des espèces qui se servent des chiroduc pour traverser l'axe autoroutier les plus contactées en 2014 *via* les deux méthodes mises en place. Cela peut, par exemple, s'expliquer par le fait que les sérotules sont des espèces de haut vol et que, par conséquent, elles auront davantage tendance à passer au-dessus de l'autoroute qu'en dessous. Toutefois, plusieurs éléments sont à prendre en considération afin de discuter cet état de fait.

Les différents groupes de Chiroptères définis pour cette étude ne rassemblent pas tous le même nombre d'espèces et parfois même des espèces avec une écologie diamétralement différente. Ainsi, le Murin de Bechstein aura tendance à voler à basse altitude et, de fait, à suivre les ouvrages inférieurs pour franchir les infrastructures linéaires contrairement au Murin à oreilles échancrées dont le vol de transit dans des zones sans végétation se fait en moyenne à 2 mètres de hauteur (Kerth & Melber, 2009, Krull *et al.*, 1991).

Les différentes espèces de Chiroptères mises en évidence dans cette étude ont des distances d'émission variées. Ainsi, la faible portance du sonar des rhinolophidés peut expliquer en partie le faible nombre de contacts recensés pour ce groupe. En effet, au-delà de plus de 5 à 10 mètres, il est très difficile de capter les ultrasons qu'ils émettent.

La présence de colonies à proximité est également un critère qui peut accroître sensiblement le nombre de contacts pour une espèce donnée. La concentration de contacts de rhinolophidés sur la portion centrale de l'A89, et plus particulièrement à hauteur du PGF de Pont Marteau et du Tremplin vert, semble aller dans ce sens. Bien que la bibliographie ne fasse état d'aucune colonie connue dans ce secteur (Higoa *comm. pers.*), ce groupe d'espèces pour lesquelles la capacité de dispersion reste limitée (moins de 10 km du gîte) gîte très vraisemblablement non loin de ces ouvrages. De même, le grand nombre de contacts de Barbastelle d'Europe recensés semble étroitement lié à la présence de sites d'importance pour l'hibernation de l'espèce en Rhône-Alpes comme notamment le tunnel sous Bois Mallevall (commune de Sainte-Colombe-sur-Gand – 42), celui de la Petite-Grange ou de Salamard (commune de Néronde – 42) ou encore celui de Viricelles (sous le bourg de Viricelles – 42) (Prat, 2011).

De plus, les mauvaises conditions météorologiques sont aussi à prendre en considération. Outre le fait qu'elles peuvent contribuer à un faible nombre d'enregistrements (voire aucun comme cela a été le cas avec la caméra thermique en mai 2014), de forts épisodes venteux et/ou pluvieux peuvent être à l'origine de différences de détectabilité interspécifiques et de variations comportementales. En effet, les espèces de petites tailles davantage gênées par les rafales de vent limiteront leur temps de chasse et de déplacement, et nombre d'autres chercheront à s'abriter, volant à proximité des formations boisées et privilégiant les ouvrages inférieurs au détriment des passages supérieurs.

Et pour finir, le comportement même des Chiroptères diffère d'une espèce à une autre aux abords d'une autoroute. Ainsi, Kerth & Melber (2009 *op. cit.*) ont comparé celui du Murin de Bechstein, espèce qui glane sa proie à proximité de la végétation et près du sol, à celui de la Barbastelle d'Europe, espèce qui recherche sa nourriture dans les zones dégagées à plus grande hauteur. Ils ont pu montrer que le premier ne traverse que rarement l'autoroute et que, lorsqu'il est amené à la franchir, il emprunte exclusivement les ouvrages inférieurs tandis que la seconde, pendant la phase de recherche alimentaire, passe aussi bien au-dessus qu'en-dessous de l'autoroute.

Ainsi, au terme d'une année de suivi, il semble encore trop tôt pour évaluer l'efficacité réelle des chiroducus et les espèces qui sont le plus enclines à les utiliser pour franchir l'A89. Les années à venir permettront de mieux apprécier la prise en compte de cet élément dans le paysage par les Chiroptères.

5. CONCLUSION

En conclusion l'usage par les Chiroptères des chiroducus de l'A89 ressort clairement suite aux suivis menés en 2014 avec une grande majorité de pipistrelles contactées. Certaines chauvesouris se servent donc de l'ouvrage supérieur pour franchir l'axe autoroutier, que ce soit par l'intérieur ou l'extérieur du chiroduc.

Afin d'évaluer dans quelle mesure ces ouvrages spécialement mis en place pour la chiroptérofaune participent à la conservation des espèces en les incitant à prendre de la hauteur pour traverser l'A89, limitant ainsi les risques de collisions routières mais également la fragmentation de leur habitat, les suivis devront être poursuivis.

Les premiers résultats sur les passerelles à Chiroptères sont néanmoins très encourageants, et les suivis de 2015 permettront de préciser ces derniers.

6. BIBLIOGRAPHIE

Bas Y. 2013. Evolution des techniques d'inventaire automatisé des oiseaux et chauves-souris - Application des techniques de radar, d'acoustique et d'imagerie thermique à la problématique éolienne. Biotope. 16 p.

Barataud, M. 1996. Ballades dans l'inaudible. Méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France. Double CD + livret. 51 pp. éd. Sittelle.

Barataud, M. 2012. Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle., Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.

Kerth G. & Melber M. 2009. Species-specific barrier effects of motorway on habitat use of two threatened forest-living bat species. *Biological Conservation* 142(2) : 270-279 (10 p., 2 fig., 3 tab., 51 réf.).

Krull, D., A. Schumm, W. Metzner & G. Neuweiler. 1991. Foraging areas and foraging behavior in the notch-eared bat, *M. emarginatus*. *Behav.Ecol.Sociobiol.* 28 : 247-253.

Prat C. 2011. Résultats des comptages de Chiroptères en hibernation dans 5 tunnels de la LOIRE (42) - hiver 2010-2011. 3 p.