

Analyse de la présence de Chiroptères dans le cadre de travaux de rénovation des ouvrages d'art

CAPITANIO Anissa

Août 2018



Commanditaire : Direction Départementale des Routes
du Sud-Ouest

Stage réalisé du 5 mars 2018 au 31 août 2018

ECOTONE, Recherche et Environnement

779 Rue Max Planck, 31670 Labège

Stage effectué sous la direction scientifique de Madame FERNANDES Elsa



« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'entreprise ou du Laboratoire d'accueil »

Table des matières

I.	Contexte général	2
1.	Présentation du bureau d'études ECOTONE	2
2.	La DIRSO (Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest).....	3
3.	Objectifs de l'étude	3
4.	Les Chiroptères : quelques éléments de biologie et d'écologie.....	4
5.	La réglementation en lien avec la prise en compte de la faune et la flore dans les travaux d'aménagements	4
6.	Aire d'étude	5
II.	Matériel et méthodes	6
1.	Recherches bibliographiques.....	6
2.	Prospections de terrain	6
2.1	Périodes d'échantillonnage.....	6
2.2	Conditions météorologiques des relevés de terrain.....	7
2.3	Préparation de terrain.....	7
2.4	Phasage de la mission	7
2.5	Repérage des gîtes à prospecter selon les différents types d'ouvrages.....	10
3.	Analyse des résultats	12
III.	Résultats	13
1.	Résultats des recherches bibliographiques	13
2.	Résultats des inventaires.....	13
2.1	Résultats des prospections de terrain réalisés en 2018	13
2.2	Résultats des analyses statistiques des données obtenues de 2015 à 2018.....	15
IV.	Discussion	23
1.	Occupation des ponts par département	23
2.	Occupation des ponts en fonction du contexte environnant	23
3.	Occupation des ponts en fonction du type de structure	24
4.	Occupation des ponts en fonction de la taille des ouvrages d'art	24
5.	Gîtes observés et gîtes occupés	24

6. Occupation d'un pont en fonction de la note de favorabilité	25
7. Analyse des composantes multifactorielles	25
8. Influence des différents biais rencontrés	26
V. Conclusion	27
Bibliographie.....	28
Webographie	28
Annexes	29

Tables des figures

<u>Figure 1.</u> Organigramme du bureau d'études ECOTONE	2
<u>Figure 2.</u> Schéma du cycle biologique des Chiroptères.....	4
<u>Figure 3 :</u> Carte du périmètre d'étude d'ECOTONE	5
<u>Figure 4.</u> Prospections d'une cavité à l'aide d'un endoscope couplé à une perche télescopique (CAPITANIO, 2018).....	8
<u>Figure 5.</u> Endoscope émetteur en wifi	9
<u>Figure 6.</u> Schéma présentant la constitution d'un ouvrage d'art de type béton en dalle (Lycée Alphonse Chérioux)	10
<u>Figure 7.</u> Joint de corniche sur un pont de type (5) (CAPITANIO, 2018)	11
<u>Figure 8.</u> Intérieur d'un voussoir dans un pont de type (5) (CAPITANIO, 2018)	11
<u>Figure 9.</u> Joint de chaussées sur un pont de type (1) (CAPITANIO, 2018).....	11
<u>Figure 10.</u> Parements sur un pont de type (1) (CAPITANIO, 2018)	11
<u>Figure 11.</u> Anfractuosités sur l'intrados de la voûte sur un pont de type (6) (CAPITANIO, 2018)	11
<u>Figure 12.</u> Joint de corniche avec colonie de Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>) sur un pont de type (5) (CAPITANIO, 2018).....	11
<u>Figure 13.</u> Anfractuosités sur l'intrados de la voute sur un pont de type (6) (CAPITANIO, 2018)	11
<u>Figure 14.</u> Anfractuosité sur le tympan d'un pont de type (6) (CAPITANIO, 2018).....	11
<u>Figure 15.</u> Image de chauves-souris sous un pont, capturée avec une caméra thermique de type FLIR T620.....	13
<u>Figure 16.</u> Présentation de l'occupation des ponts par les Chiroptères de 2015 à 2018	15
<u>Figure 17.</u> Présentation du pourcentage d'occupation des ponts par les Chiroptères de 2015 à 2018	15
<u>Figure 18.</u> Nombre de ponts visités par départements du périmètre d'étude.....	16
<u>Figure 19.</u> Nombre de ponts occupés par départements de l'aire d'étude	16
<u>Figure 20.</u> Pourcentage de ponts occupés par département.....	17
<u>Figure 21.</u> Pourcentage de ponts occupés en fonction du contexte environnant.....	17
<u>Figure 22.</u> Pourcentage de ponts occupés en fonction de la structure de l'ouvrage d'art.....	19
<u>Figure 23.</u> Pourcentage d'occupation d'un pont en fonction de sa taille	19
<u>Figure 24.</u> Nombre ponts occupés en fonction de la note de favorabilité	20

<u>Figure 25.</u> Pourcentage du nombre de gîtes occupés sur la totalité des gîtes occupés	21
<u>Figure 26.</u> Représentation graphique de l'ACM réalisée sur les dimensions 1 et 2 des variables	22
<u>Figure 27.</u> Hiérarchisation des biais rencontrés selon l'importance de leur influence.....	26
<u>Figure 28.</u> Ouvrage d'art prospecté en Haute-Garonne (CAPITANIO, 2018)	27
<u>Figure 29.</u> Murin de Daubenton (Myotis Daubentonni) observé dans une anfractuosité sous l'intrados de la voûte d'un pont en maçonnerie dans le Gers (CAPITANIO, 2018	27

Table de tableaux

<u>Tableau 1.</u> Présentation des différents phasages de la mission, avec les objectifs et le matériel utilisé	9
<u>Tableau 2.</u> Présentation des gîtes à prospecter par type d'ouvrage.....	10
<u>Tableau 3.</u> Pourcentages de ponts occupés selon la présence d'eau	18

Remerciements

Je remercie tout particulièrement ma tutrice de stage Elsa Fernandes, chef de projets et chiroptérologue à ECOTONE pour son soutien, sa disponibilité et sa pédagogie tout au long de mon stage. Elle m'a guidée dans mon travail sur le terrain, la rédaction des comptes-rendus et de mon rapport de stage, la création de projets de cartographie, dans mes recherches bibliographiques et n'a pas hésité à me faire participer à plusieurs sujets d'études différentes.

Je tiens aussi à remercier Anthony Jammes, chargé d'études à ECOTONE, que j'ai aussi accompagné pendant ces six mois sur le volet chiroptérologique. Sa disponibilité, sa patience et sa pédagogie m'ont permis de m'investir au mieux dans les missions confiées.

Je remercie aussi toute l'équipe d'ECOTONE sans exception. Nombreux d'entre eux m'ont fait découvrir leurs spécialités et participer à certains de leurs terrains. J'ai particulièrement retenu la disponibilité et l'accueil très chaleureux de toute l'équipe.

Je remercie aussi l'équipe pédagogique de la licence « Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités » pour l'apprentissage et les connaissances transmises pendant la période scolaire.

L'enseignement de la licence couplé avec mon expérience professionnelle ont été très enrichissants et me confortent sans aucun doute dans l'envie de continuer à m'investir dans le domaine de l'Ecologie.

A ce jour en France, trente-quatre espèces de chauves-souris sont recensées. Leurs populations, bien qu'encore peu connues, font l'objet de nombreuses études scientifiques à l'échelle nationale et internationale. L'état de leur population est en perpétuelle évolution et de nombreuses menaces pèsent sur les espèces : l'urbanisme, l'agriculture intensive, les infrastructures de transports, la rénovation des anciens bâtis, etc. (CEN Midi-Pyrénées, 2013). Le déclin de nombreuses populations et la méconnaissance de nombreuses espèces de chauves-souris ont valu leur protection nationale par le Code de l'Environnement depuis 1976. La liste des mammifères protégés et les modalités de leur protection sont fixées par l'arrêté du 23 avril 2007.

La protection des Chiroptères passe notamment par la protection de leurs habitats et de leurs gîtes. En plus des gîtes arboricoles, cavernicoles ou les bâtis, les ponts sont particulièrement appréciés de nombreuses espèces de Chiroptères (ex : les pipistrelles, les murins, etc.) (ARTHUR & LEMAIRE, 2009) (LES SNATS, 2015). C'est pourquoi la Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest (DIRSO, ci-après) dont le but est de gérer le réseau routier du Sud-Ouest de la France a lancé un appel d'offre pour respecter la législation en vigueur concernant la protection des chiroptères. Cela a abouti au travail et à la coordination rigoureuse entre le bureau d'études ECOTONE et la DIRSO.

Ainsi, dans le but de prendre en compte les Chiroptères dans les travaux d'entretien et de réparation des ouvrages d'art, des inventaires sont menés par ECOTONE depuis quatre ans. Ils sont suivis de réflexions autour des impacts des travaux et sur les mesures de préservation à mettre en place sur chaque ouvrage d'art prospecté. Ils permettent de réduire considérablement les facteurs de menaces liées à la perte d'habitats, à la destruction directe et au dérangement des individus sur l'ensemble du réseau routier (ouvrages d'art) gérés par la DIRSO au niveau du sud-ouest de la France.

I. Contexte général

1. Présentation du bureau d'études ECOTONE

Le bureau d'études ECOTONE Recherche et Environnement est une entreprise privée spécialisée dans l'ingénierie écologique. Basée à Labège (Haute-Garonne), elle a été créée en 1997 à l'initiative de trois docteurs en Biologie, Marie WINTERTON, Sylvie COUSSE et Cathy CIBIEN et comprend aujourd'hui 14 salariés. Plus précisément, ECOTONE est spécialisé dans l'expertise écologique et naturaliste, le conseil et l'aménagement des milieux naturels et urbains dans le cadre d'études réglementaires (études d'impacts, dossiers réglementaires, dossiers CNPN, etc.). Son action est répartie sur toute la région Occitanie et s'étend occasionnellement sur d'autres régions voisines.

Son équipe pluridisciplinaire permet à ECOTONE de réaliser ses expertises faune et flore à travers diverses thématiques (flore et habitats, faune, zones humides, etc.). Ainsi la totalité des taxons (en collaboration avec ses partenaires) sont étudiés par l'équipe d'ECOTONE.

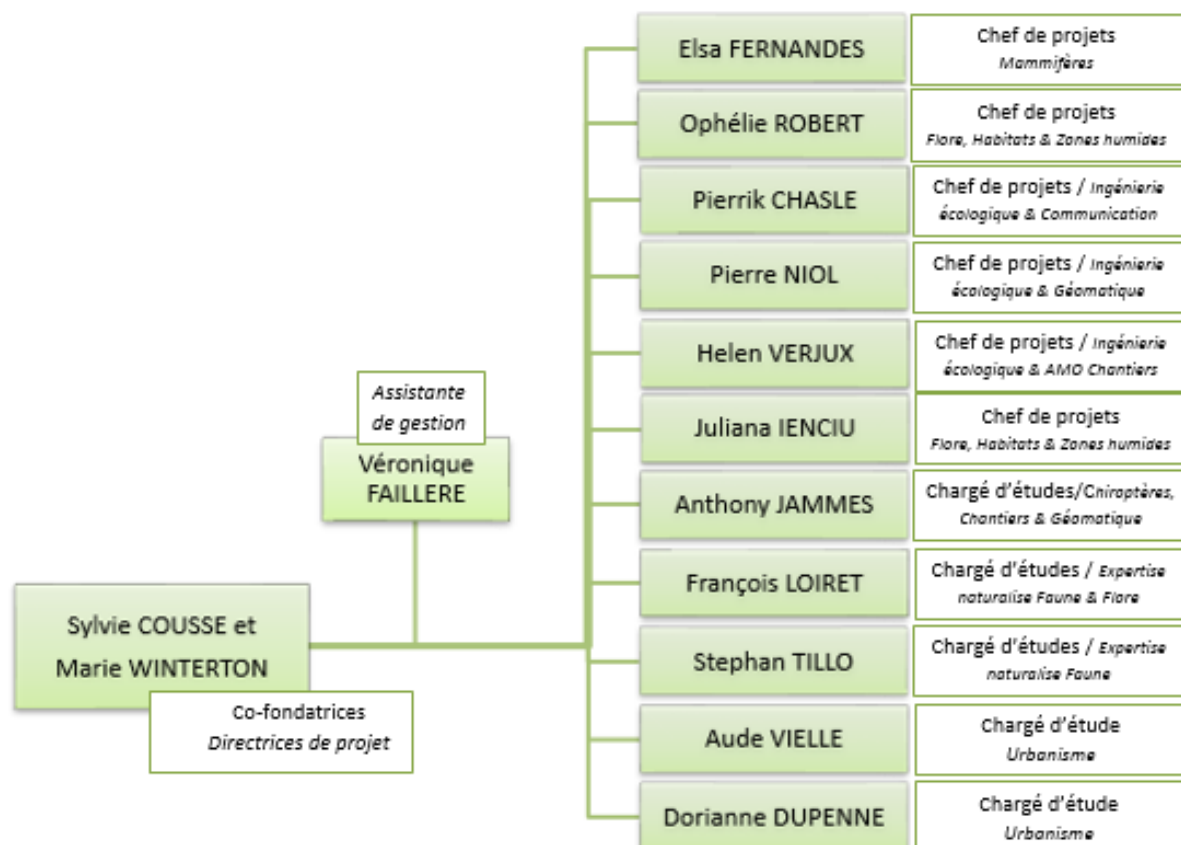


Figure 1. Organigramme du bureau d'études ECOTONE

2. La DIRSO (Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest)

La DIRSO est un service d'administration déconcentré du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES), dont le siège est basé à Toulouse. Comme les onze autres Directions Interdépartementales des Routes, la DIRSO a été créée le 16 mars 2006 par décret et arrêté ministériel. Elle est placée sous l'autorité du préfet de Midi-Pyrénées, du préfet de la Haute-Garonne et du préfet coordonnateur des itinéraires routiers du sud-ouest.

Son rôle est de gérer le réseau routier régional non concédé et assurer l'ingénierie des projets routiers, dont la création et la manutention des ouvrages d'art.

Divisée en quatre districts (Est, Ouest, Sud et Nord), elle intervient sur neuf départements de deux régions (Occitanie et Nouvelle-Aquitaine) : Ariège (09), Aveyron (12), Gers (32), Gironde (33), Landes (40), Haute-Garonne (31), Pyrénées-Orientales (66), Tarn (81) et Hautes-Pyrénées (65) (MTES, 2013).

3. Objectifs de l'étude

Le projet suivi a pour objectif d'intégrer la prise en compte des Chiroptères dans les ponts lors des travaux d'entretien de ces ouvrages d'art. Ces travaux visant la sécurité des usagers, la conciliation réfléchie entre la protection des Chiroptères et la réalisation des travaux est primordiale. Les objectifs sont donc aussi bien liés aux attentes de la DIRSO qu'à celles de la préservation des chauves-souris.

Les objectifs principaux sont les suivants :

- maintenir la sécurité publique via la restauration ou le maintien du bon état des ouvrages d'art ;
- assurer le bon état des populations des Chiroptères dans le sud-ouest de la France.

Ces objectifs sont déclinés en objectifs secondaires comme suit :

- accompagner et assister le Maître d'Ouvrage sur le volet chiroptérologique dans le cadre de sa gestion des ouvrages d'art ;
- éviter, ou réduire au maximum les impacts des travaux sur les chauves-souris potentiellement présentes dans les ponts.

A la suite du marché établi entre la DIRSO et ECOTONE, il a été convenu que les inventaires chiroptérologiques se font sous forme de bons de commande. Ceux-ci sont élaborés suivant les critères suivants :

- type d'ouvrage d'art (taille, type, etc.) ;
- phasage de la mission (phase études, phase travaux et phase post-travaux) (cf. « Phasage de la mission », page 7).

Certaines de ces phases demandent plus ou moins de temps, de même que les différents types d'ouvrages sont plus ou moins difficiles à prospecter. ECOTONE répond donc aux commandes de la DIRSO selon le type d'ouvrage d'art, la période de prospection et l'effort de prospection évalué.

4. Les Chiroptères : quelques éléments de biologie et d'écologie

Le cycle annuel des Chiroptères est divisé en quatre périodes, suivant les saisons de l'année.

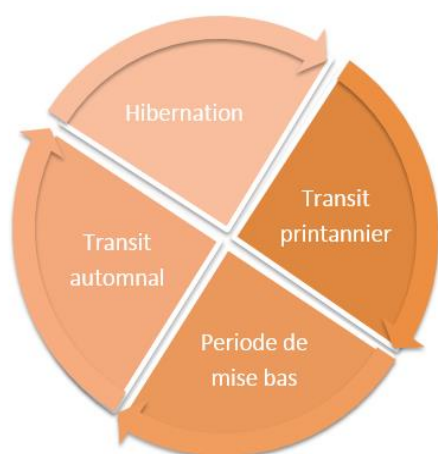


Figure 2. Schéma du cycle biologique des Chiroptères

1. Transit automnal

Fin août, les chauves-souris quittent les gîtes d'été pour rejoindre les sites d'accouplement (swarming) et finaliser leurs réserves de graisses pour l'hiver. La fécondation a lieu au printemps.

2. Hibernation

De décembre à février, les chauves-souris entrent en léthargie et hibernent dans leurs gîtes hivernaux (cavités souterraines, arbres creux, ponts, caves, etc.).

3. Transit printannier

A partir du mois de mars jusqu'en mai, les chauves-souris sortent de leurs gîtes hivernaux et commencent à chasser les premiers insectes avant de se déplacer vers les gîtes de mise-bas.

3. Période de mise bas

Les femelles se regroupent en colonies et élèvent les petits qui commencent à voler en quelques semaines. L'activité de chasse est très élevée.

Les périodes d'activité sont variables selon les conditions climatiques de chaque année et du site géographique.

5. La réglementation en lien avec la prise en compte de la faune et la flore dans les travaux d'aménagements

Des mesures de protection de nombreuses espèces faunistiques et floristiques sont imposées par le code de l'environnement (articles L. 411-1 et R. 411-1 à R. 411-5) (MTES, 2013) (ECOTER 2014). Ces mesures de protection sont fixées dans un souci de préservation du patrimoine naturel ou pour un intérêt scientifique. Divers arrêtés fixent les listes d'espèces protégées qui traduisent en droit français les directives européennes.

Afin de garder une cohérence entre les travaux d'intérêt public ou visant la sécurité publique et la préservation de la faune et de la flore, des mesures de dérogation concernant la destruction, d'espèces protégées ou de leurs habitats sont prévues dans l'article L.411-2 du code de l'environnement (MTES, 2013). L'autorisation de demande de dérogation d'une espèce protégée découle d'une procédure obligatoire (cf. Annexe 4) qui demande la rédaction d'un dossier dit « Dossier CNPN » (Conseil National de la Protection de la Nature). Le CNPN est la commission qui

donne un avis favorable ou défavorable, sur laquelle se base le Préfet pour prendre un arrêté donnant l'autorisation de destruction pour réaliser les travaux. L'arrêté préfectoral n'est pris que sous réserve de mesures ERC (éviter/réduire/compenser).

6. Aire d'étude

Le projet d'accompagnement de la DIRSO par le bureau d'études ECOTONE concerne neuf départements soit 60 334 km² (superficie calculée sur le logiciel QGIS 2.18) et un réseau routier de 939 km (MTES, 2018) (Figure 3).

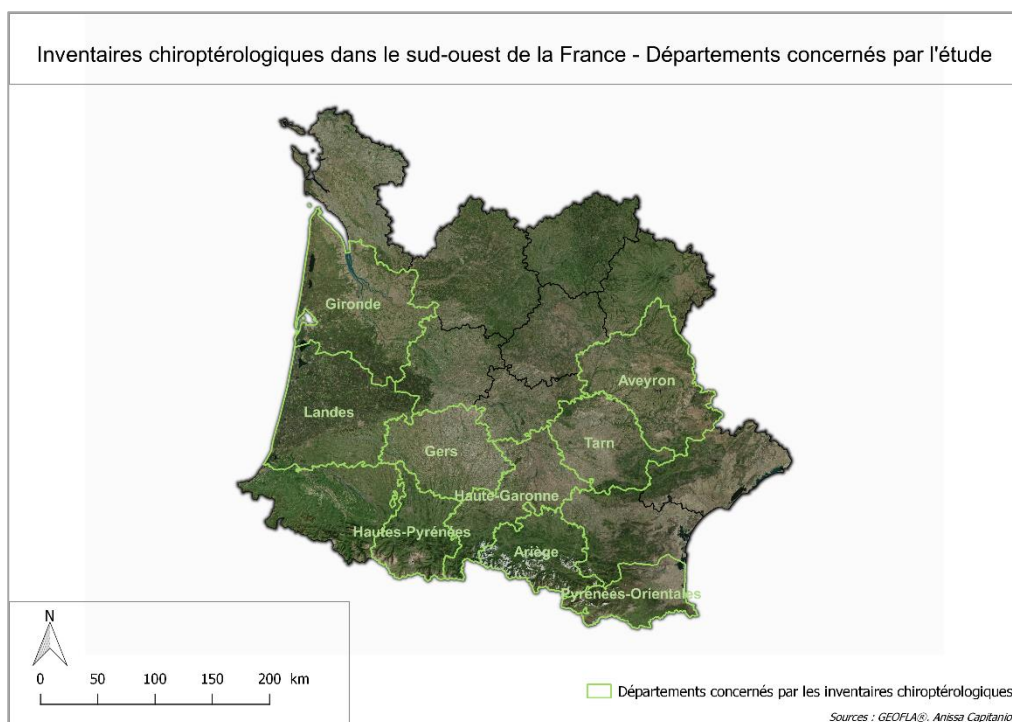


Figure 3 : Carte du périmètre d'étude d'ECOTONE

L'aire d'étude recouvre des contextes paysagers et écologiques très variés et plus ou moins riches en biodiversité. Selon les départements, les sites d'études se situent en zones agricoles, bocagères, montagnardes, urbaines, péri-urbaines ou forestières.

II. Matériel et méthodes

1. Recherches bibliographiques

Depuis quatre ans, la méthode d'inventaires des ouvrages d'art est en perpétuelle évolution. Celle-ci s'adapte à l'évolution des connaissances sur la biologie et l'écologie des chauves-souris, sur l'innovation des techniques et matériels à utiliser, sur les différentes techniques de construction des ponts, etc. De plus, de nombreuses limites méthodologiques biaisent le bon déroulement des inventaires (cf. « Limites méthodologiques rencontrées », page 14), ce qui amène à constamment s'interroger sur la méthode d'inventaires à mettre en œuvre.

C'est pourquoi, en début de stage, il a été nécessaire de rechercher des techniques d'inventaires innovantes pouvant pallier à ces biais et à assurer le recensement le plus exhaustif possible des chauves-souris (cf. Annexe 3). Des prises de contact ont été réalisées avec plusieurs chiroptérologues professionnels en France afin d'échanger et de comparer les différentes techniques utilisées. Plusieurs outils et matériels ont ainsi été recherchés :

- matériel optique (caméras et monoculaires thermiques et infrarouge) ;
- drones (avec caméra positionnée sur le dessus du drone, couplée à une caméra thermique ou infrarouge, avec bras rotatif sur 45°C avec caméras thermique ou infrarouge, etc.) ;
- utilisation de deux miroirs réfléchissant le soleil ;
- chariot pour ouvrage d'art fabriqué à la main ;
- ballons captifs. Photo

Certaines de ces méthodes ont été testées ou sont en cours de test. Elles sont présentées dans la partie « Résultats des recherches bibliographiques, p 13».

2. Prospections de terrain

Les prospections de terrain ont suivi une méthodologie bien précise. Elles dépendent de plusieurs facteurs climatiques, temporels, financiers, matériels et humains. Cette méthodologie est présentée ci-dessous.

2.1 Périodes d'échantillonnage

Les relevés de terrain ont été réalisés du mois d'avril à la fin du mois de juillet, pendant la période de transit printanier des chauves-souris et la période estivale. Le choix de la période est dû au fait qu'il est assez rare d'observer des individus en hibernation dans les ponts, ceux-ci ne présentant pas tout à fait les conditions optimales pour les chauves-souris (FERNANDES, *com. pers.*) à cette période. A ceci s'ajoute le fait qu'une partie de la rénovation des ponts s'effectue à l'automne. La période estivale (période de mise-bas) a été privilégiée pour la réalisation détaillée des inventaires. C'est à cette période que le chiroptérologue est le plus à même

d'appréhender l'occupation des ponts notamment par des colonies de mise-bas. Les Chiroptères s'y installent pendant une période assez longue sans se déplacer. Le chiroptérologue risque moins de ne pas apercevoir de chauves-souris un jour alors qu'elles y étaient le jour précédent ; cette situation est très fréquente en période de migration des chauves-souris.

2.2 Conditions météorologiques des relevés de terrain

Vérifier les conditions météorologiques avant chaque sortie sur le terrain a été une étape primordiale pour éviter un maximum de biais et réaliser le plus exhaustivement possible les inventaires, ceci en particulier pour les comptages en sortie de gîte. Les nuits les plus chaudes et les moins venteuses ont été privilégiées. Les journées fortement pluvieuses ont aussi été évitées. En effet, d'une manière générale, les conditions optimales pour les Chiroptères sont un temps sec, peu venteux et une température supérieure à 7°C (BURETTE, 2013, *com. pers.*). Cela dit, il arrive parfois qu'il y ait de l'activité chiroptérologique par temps humide, avec des pluies fines ou encore avec un vent allant jusqu'à 35 km/h environ.

2.3 Préparation de terrain

La préparation de terrain en amont est déterminante pour le bon déroulement des inventaires. Il s'agit de repérer géographiquement et cartographier le site d'étude, de prendre connaissance des contextes environnants par orthophotographie et de se renseigner sur la configuration du pont. Il est aussi parfois nécessaire de se renseigner auprès de la DIRSO pour connaître les conditions d'accès sur le site. La préparation du matériel adéquat se fait en fonction des travaux prévus sur le pont à prospecter et des informations citées ci-dessus.

2.4 Phasage de la mission

Les prospections réalisées ont pour but de relever puis de comprendre l'occupation qualitative et éventuellement quantitative des ouvrages d'art par les chauves-souris. La méthode d'inventaires varie en fonction du type d'ouvrage, des besoins de la DIRSO, du contexte du site et en particulier, de la période de prospections.

Ainsi, dès lors qu'un pont a été mandaté par la DIRSO, les inventaires de terrain se sont déroulés suivants trois grandes phases : la phase études, la phase travaux et la phase post-travaux.

La phase études se divise en deux grands points.

➤ Phase études, pré-visite (pré-diagnostic)

La pré-visite consiste à évaluer les potentialités que présente le pont et l'occupation de celui-ci par les chauves-souris. Elle se fait du mois d'avril à la fin du mois de mai (pendant la période de migration printanière). L'évaluation de l'occupation se fait par la recherche d'indices de présence (fèces, coulures d'urine, etc.) ou d'individus. Les inventaires sont le plus souvent réalisés à l'aide jumelles et de lampes LEDS et d'un détecteur à ultrasons (par exemple, Pettersson D240x ou Echo Meter Touch).

Dans le cas où il est estimé que les travaux pourraient avoir des impacts sur les chauves-souris potentiellement présentes et les gîtes favorables observés, une visite détaillée est systématiquement commandée. Dans ce cas, deux bons de commandes sont prévus, un pour la visite diurne et un pour le comptage en sortie de gîte. Le matériel nécessaire pour la visite détaillée est défini pendant la pré-visite.

➤ Phase études, visite détaillée (diagnostic)

La visite détaillée en journée consiste à prospecter en détail les anfractuosités favorables repérées pendant la pré-visite. Elle est réalisée au mois de juin à la fin du mois de juillet (pendant la période de mise bas). La recherche se fait à l'aide de lampes LEDS, de jumelles, de longues vues, de détecteurs et enregistreurs à ultrasons (type SM2, Pettersson D240X ou Echo Meter Touch), d'un endoscope et d'une échelle télescopique. En soirée, la visite en sortie de gîte permet de déterminer l'occupation des gîtes qui n'ont pas été visités pendant la visite diurne pour cause de manque d'accessibilité et de visibilité (enjambement d'une rivière ou d'une route, pont trop haut, joints de chaussées, non accessibles etc.). Cette visite crépusculaire permet de comptabiliser le nombre d'individus occupant le pont.

Plusieurs observateurs interviennent dans ce cadre, de manière à se poster devant tous les gîtes non visités de jour, pour analyser quantitativement les individus observés et, idéalement, identifier les espèces. Les impacts des travaux sont ciblés et des mesures de préservation sont proposées.



Figure 4. Prospections d'une cavité à l'aide d'un endoscope couplé à une perche télescopique (CAPITANIO, 2018)

➤ Phase travaux

Les mesures préconisées à la suite de la visite détaillée sont mises en œuvre lors de la phase travaux. La phase travaux consiste donc à mettre en œuvre les mesures préconisées, ou d'accompagner la DIRSO lors de leur mise en œuvre. Le matériel utilisé est variable selon les mesures préconisées (textile, pans de bois, systèmes anti-retours, chanvre etc.).

➤ Phase post-travaux

La phase post-travaux se fait uniquement pour les ponts à très fort enjeu. Elle consiste à évaluer l'évolution de l'occupation du pont une fois les travaux réalisés. Jusqu'à présent, pour la saison 2018, aucun des ponts n'a fait l'objet de visite en phase post travaux.

Après chacune de ces visites, un compte rendu associé est rédigé et envoyé à la DIRSO (cf. Annexe 1). Ce document présente le matériel utilisé lors de la prospection, les limites méthodologiques rencontrées, les résultats de la visite (potentialités, indices de présence, etc.) et la nécessité ou non de réaliser la phase suivante. Le compte-rendu de la visite détaillée présente les impacts et les mesures préconisées pour la phase travaux.

Ces différentes phases sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 1. Présentation des différents phasages de la mission, avec les objectifs et le matériel utilisé

Phase		Objectif(s)	Matériel	Période
PHASE ETUDES	Pré-visite	-Connaître les conditions d'accès -Repérer des potentialités d'accueil -Repérer les indices de présence (fèces, urine, individus...) -Estimer l'enjeu que présente le pont et la nécessité ou pas d'une visite détaillée	Lampes LEDS à lumière blanche et rouge Détecteurs et enregistreurs à ultrasons Jumelles Longue vue Appareil photo Endoscope Waders / Bottes Echelle télescopique Miroirs	avril-mai
	Visite détaillée	-Prospecter en détail les anfractuosités repérées -Si besoin, réaliser un comptage crépusculaire en sortie de gîte afin d'estimer quantitativement l'occupation par les Chiroptères des gîtes non accessibles de jour -Identifier les mesures à mettre en œuvre en faveur de la préservation des Chiroptères		
PHASE TRAVAUX		-Accompagner la DIRSO lors de la réalisation des travaux afin de s'assurer du bon respect des mesures préconisées	Matériel défini en fonction des mesures à mettre en place Ex : textile d'obturation, nacelle, grilles en fer, pants en bois, etc.	septembre octobre
PHASE POST-TRAVAUX		-Evaluer l'évolution de l'occupation suite aux travaux -Evaluer le respect des mesures préconisées et l'impact des travaux sur l'ouvrage d'art, les gîtes potentiels et les chauves-souris présentes	Même matériel qu'en phase études	octobre- novembre



Figure 5. Petterson D240x



Figure 6. Echo Meter Touch



Figure 5. Endoscope émetteur en wifi

2.5 Repérage des gîtes à prospecter selon les différents types d'ouvrages

La méthode de prospection a été adaptée aux différents types d'ouvrages d'arts mandatés. Tous les ponts sont classés et présentés selon six catégories suivant leurs structures très similaires et la même configuration des gîtes potentiels. Ci-dessous, les six catégories de types d'ouvrage d'art :

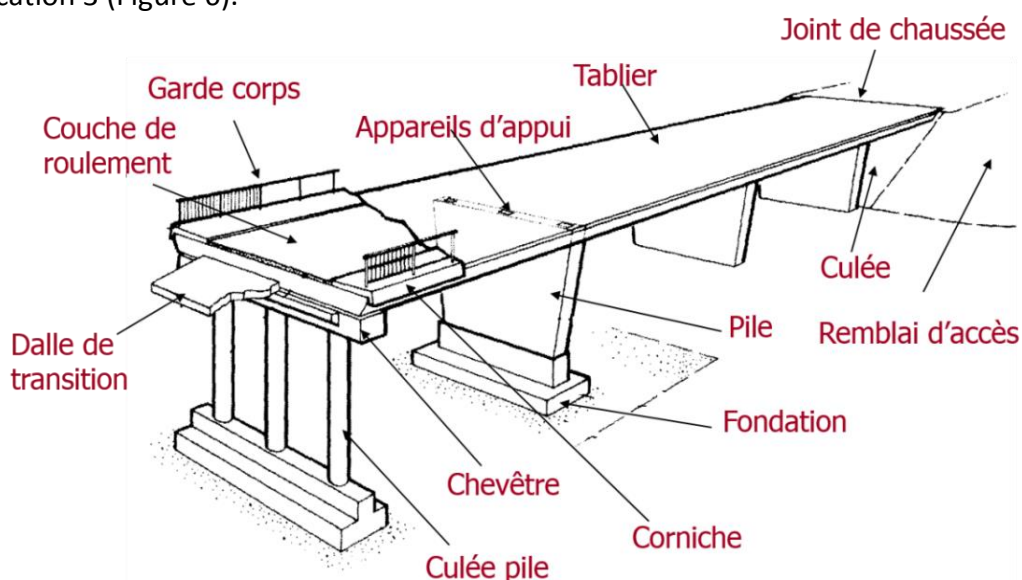
- Pont en béton portique et cadre (1)
- Mur de soutènement en pierre (2)
- Pont en béton avec poutres ou dalles (3)
- Pont avec ossature mixte (métal et béton) (4)
- Pont avec caisson (5)
- Pont voûté en maçonnerie (6)

Ainsi, en arrivant sur le site, il a été nécessaire de pointer les gîtes à prospecter suivant la structure du pont. Les gîtes à rechercher ont été les suivants :

Tableau 2. Présentation des gîtes à prospecter par type d'ouvrage

Joint de chaussée	Joint de corniche	Trou de coffrage	Parement	Drain	Anfractuosité	Voussoir	Joint de dilatation	Joint entre les éléments de la corniche	Espacement sur la culée
Ponts en béton à codification (1)									
-	X	-	X	X	X	-	X	X	-
Ponts en béton à codification (3)									
X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
Ponts à ossature mixte à codification (4)									
X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
Pont avec caisson à codification (5)									
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ponts et murs en pierre à codification (2) et (6)									
-	-	-	-	-	X	-	-	-	-

Ci-dessous un schéma présentant la composition d'un ouvrage d'art de type Béton en dalle à codification 3 (Figure 6).



Les figures suivantes présentent quelques gîtes favorables à prospecter pendant les inventaires de terrain :



Figure 7. Joint de corniche sur un pont de type (5) (CAPITANIO, 2018)



Figure 8. Intérieur d'un voussoir dans un pont de type (5) (CAPITANIO, 2018)

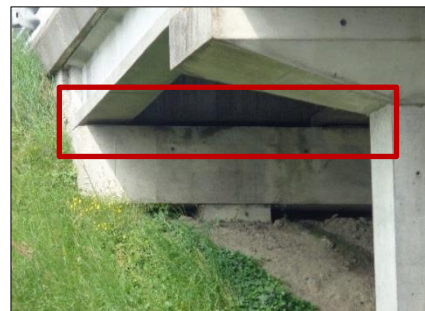


Figure 9. Joint de chaussées sur un pont de type (1) (CAPITANIO, 2018)



Figure 10. Parements sur un pont de type (1) (CAPITANIO, 2018)



Figure 11. Anfractuosités sur l'intrados de la voûte sur un pont de type (6) (CAPITANIO, 2018)



*Figure 12. Joint de corniche avec colonie de Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) sur un pont de type (5) (CAPITANIO, 2018)*



Figure 13. Anfractuosités sur l'intrados de la voûte sur un pont de type (6) (CAPITANIO, 2018)



Figure 14. Anfractuosité sur le tympan d'un pont de type (6) (CAPITANIO, 2018)

3. Analyse des résultats

Des tests statistiques ont été utilisés pour mieux comprendre l'occupation des ponts par les Chiroptères sur les neuf départements qui constituent l'aire d'étude, et d'évaluer au mieux l'effort de prospection en amont du terrain.

Seules les variables qualitatives, soit des données de présence-absence, ont été manipulées. Les résultats étant influencés par de trop nombreux biais (météo, expérience de l'observateur, visibilité de la chauve-souris, accessibilité ou non au gîte potentiel, etc.), il n'est pas judicieux de s'intéresser aux données quantitatives (nombre de chauves-souris observées, par exemple).

Dans un premier temps, des tests bivariés ont été réalisés dans le but d'évaluer la corrélation entre l'occupation d'un pont et la structure du pont, l'occupation d'un pont et le contexte environnant, l'occupation du pont en fonction de la taille de l'ouvrage et l'occupation d'un pont en fonction de sa note de favorabilité (nombre de gîtes différents observés).

Le test du χ^2 a été utilisé pour déterminer l'indépendance ou non des variables. Le calcul du χ^2 est réalisé à l'aide du logiciel RStudio 1.1.456. Pour ce calcul, une hypothèse appelée, hypothèse nulle (H_0) est définie telle que : H_0 = « Les deux variables sont indépendantes ». Si la P-value obtenue est bien inférieure au seuil de significativité alpha ($=0.05$), l'hypothèse H_0 est rejetée et donc, l'indépendance entre les deux variables est rejetée. Par conséquent elles sont liées : les variables présentent une association statistiquement significative. Il sera donc possible de dire que l'occupation du pont dépend de la structure de l'ouvrage, du contexte environnant ou de la taille de l'ouvrage.

Dans un deuxième temps, le pourcentage de chaque type de gîte occupé sur la totalité des gîtes occupés a été calculé sur Excel. Il permet d'estimer la favorabilité de plus ou moins importante des différents types de gîtes.

Une Analyse des composantes multifactorielles a été réalisée pour décrire les relations deux à deux entre les variables. Elle se traduit par une représentation graphique des groupes d'individus correspondant aux diverses modalités.

Les graphiques et tableau ont été obtenus à partir de tableaux croisés dynamiques sur le logiciel Excel.

III. Résultats

1. Résultats des recherches bibliographiques

La caméra thermique a été testée sur un ouvrage d'art situé sur la commune de Castres (département du Tarn). Bien que son utilisation se soit avérée très satisfaisante dans certaines situations, l'usage de la caméra thermique art ne semble pas pallier aux limites rencontrées dans le cadre des prospections des ouvrages. En effet, les chauves-souris sont très petites et ne pèsent que quelques grammes. La chaleur de leur corps se différencie donc difficilement des corps environnants, d'autant plus qu'en été le béton du pont à une température très proche de celle de la chauve-souris, aussi bien le soir qu'à l'aube. Cela-dit, jusqu'à une dizaine de mètres, il est encore possible de repérer des individus dans leurs gîtes. Mais, sur une distance plus grande cela s'avère plus compliqué.

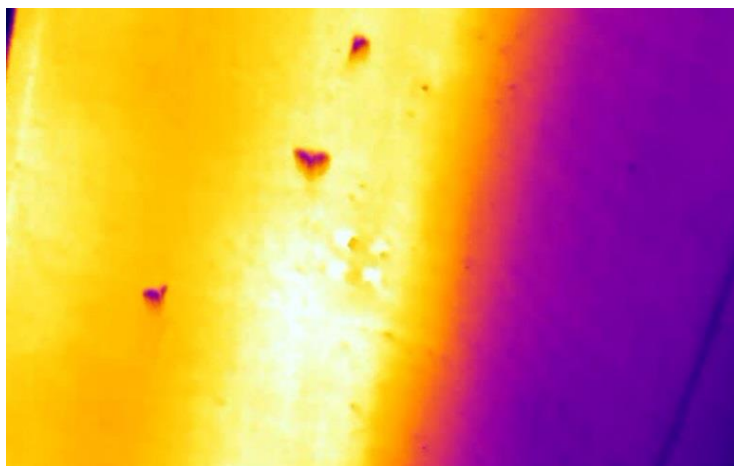


Figure 15. Image de chauves-souris sous un pont, capturée avec une caméra thermique de type FLIR T620

C'est pourquoi les recherches bibliographiques ont abouti à la nécessité de réaliser un nouveau test avec un drone couplé à une caméra thermique. Ce test est planifié pour le mois de septembre. Le drone permettrait de s'approcher au maximum des gîtes inaccessibles et de capturer des images et des vidéos (analysées a posteriori) avec la caméra thermique.

2. Résultats des inventaires

2.1 Résultats des prospections de terrain réalisés en 2018

2.1.1 Récapitulatif des visites réalisées en 2018

Pendant la saison de l'année 2018, 36 ponts ont été mandatés par la DIRSO. Une pré-visite a été réalisée sur chacun de ces ponts, soit 36 pré-visites. À la suite de ces pré-diagnostics, 14 visites-détaillées ont été commandées, lesquelles ont abouti à dix visites en phases travaux,

lesquelles sont toujours en court. Ainsi, en 2018, la demande de la DIRSO dans le cadre des travaux d'entretien des ponts a engendré 60 visites de terrain.

2.1.2 Limites méthodologiques rencontrées sur le terrain

De nombreuses limites méthodologiques ont biaisé les résultats des inventaires chiroptérologiques. Il s'agit de facteurs météorologiques, matériels, humains ou liés à la propre structure des ouvrages d'arts.

De fortes pluies n'ont pas permis de réaliser correctement quelques sorties de gîtes, en particulier cette année. La montée des eaux du printemps pluvieux de 2018 a empêché de prospecter de nombreux ponts en maçonnerie sous l'intrados de la voûte (impossible d'y accéder avec les bottes ou les waders).

Concernant la configuration des ponts, quelques gîtes potentiels situés au centre des ponts enjambant un cours d'eau ou un axe routier n'ont pas été prospectés pour cause de non accessibilité et/ou visibilité. Il a donc été impossible d'estimer l'occupation de quelques ouvrages d'art. De plus, selon la taille et la structure de l'ouvrage, le comptage en sortie de gîte ne permet pas de visualiser correctement la totalité de l'ouvrage et donc d'en estimer l'occupation ou l'effectif réel des individus présents. Or, l'impossibilité d'être exhaustif sur le nombre de Chiroptères occupant un pont peut biaiser totalement les analyses des données récoltées.

2.1.3 Les types d'impacts relevés

Selon les résultats des inventaires de terrain (cf. ci-dessous) et les types de travaux engendrés par la DIRSO, il a été retenu que les principaux impacts sur les habitats des Chiroptères et les individus eux-mêmes se rassemblent en trois grandes catégories qui sont les suivantes :

- la destruction des individus présents ou potentiellement présents ;
- la destruction des habitats ;
- le dérangement des individus présents ou potentiellement présents.

■ *Les mesures préconisées*

En ce qui concerne les mesures préconisées, il peut s'agir de mesures :

- **d'évitement** (sensibilisation auprès du personnel de la DIRSO, vérification de l'absence de chauves-souris par le chiroptérologue, mise en place de dispositifs d'obturation des gîtes vides, mise en place de systèmes anti-retour, etc.) ;
- **de réduction** (travaux hors période estivale et de nuit, limiter l'éclairage, le niveau sonore etc.) ;
- **d'accompagnement** (pendant tout ou partie du déroulement des travaux) ;
- **de compensation** (mise en place de gîtes artificiels par exemple).

2.2 Résultats des analyses statistiques des données obtenues de 2015 à 2018

Ci-dessous est résumée la totalité des résultats obtenus à partir des données recueillies ces quatre dernières années (Annexe 4). Plusieurs aspects sont abordés, lesquels permettent de comprendre l'utilisation des ponts par les Chiroptères, notamment en fonction du type d'ouvrage, de sa taille, du département et du contexte environnant l'ouvrage.

2.2.1 Récapitulatif général de l'occupation des ponts prospectés

Au total 86 ponts ont été prospectés depuis 2015. En tout 30 ouvrages d'art, soit 35% de ces ponts, sont occupés et 42 soit 50% ne sont pas occupés par les Chiroptères. Sur 13 ponts, soit 15% des ouvrages d'art, il n'a pas été possible de déterminer l'occupation par les chauves-souris. Il s'agit des ponts dont la totalité des gîtes n'ont pas pu être prospectés pendant la pré-visite (cf. Limites méthodologiques rencontrées) et qui n'ont pas fait l'objet d'une visite détaillée (pas d'impacts par les travaux).

Ces chiffres sont représentés dans les [Figure 17](#) et [Figure 16](#).

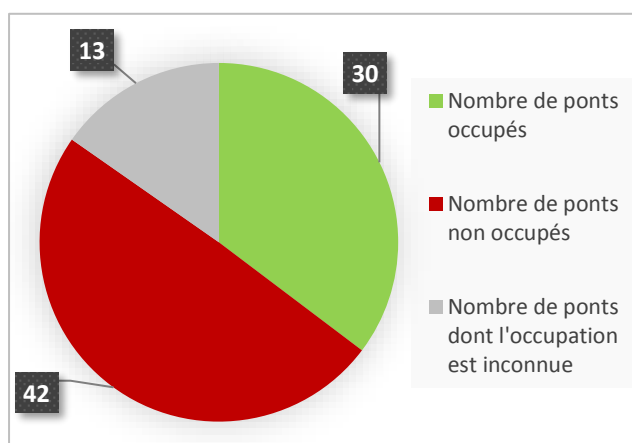


Figure 16. Présentation de l'occupation des ponts par les Chiroptères de 2015 à 2018

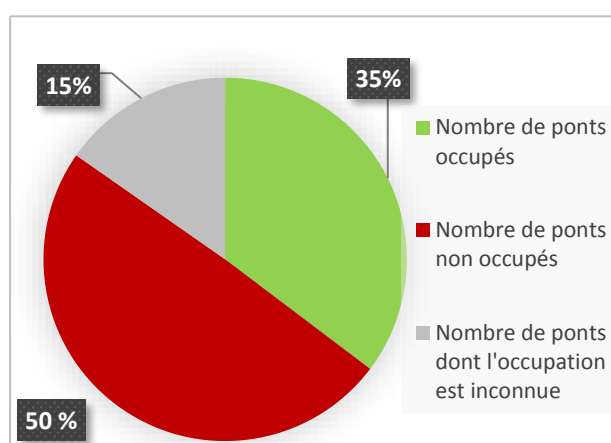


Figure 17. Présentation du pourcentage d'occupation des ponts par les Chiroptères de 2015 à 2018

2.2.2 Occupation des ponts par département

Le nombre de ponts occupés diffère selon les départements. Le nombre de ponts visités et occupés sont présentés dans la [Figure 19](#) et [Figure 18](#).

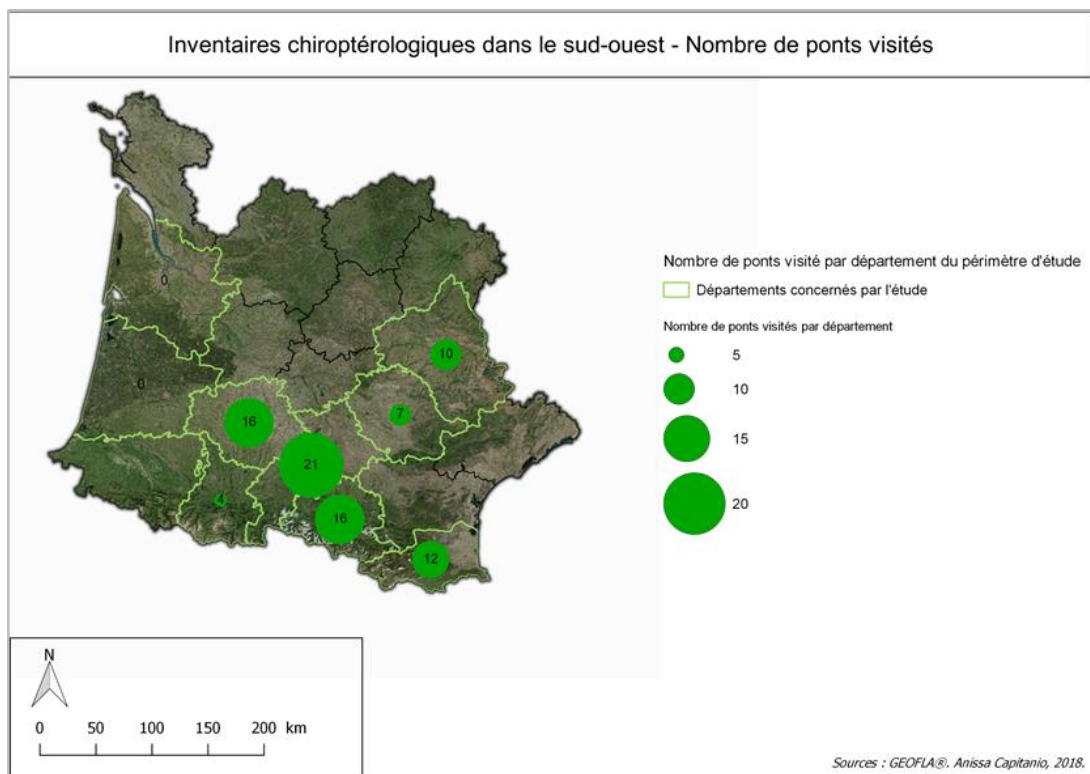


Figure 18. Nombre de ponts visités par départements du périmètre d'étude

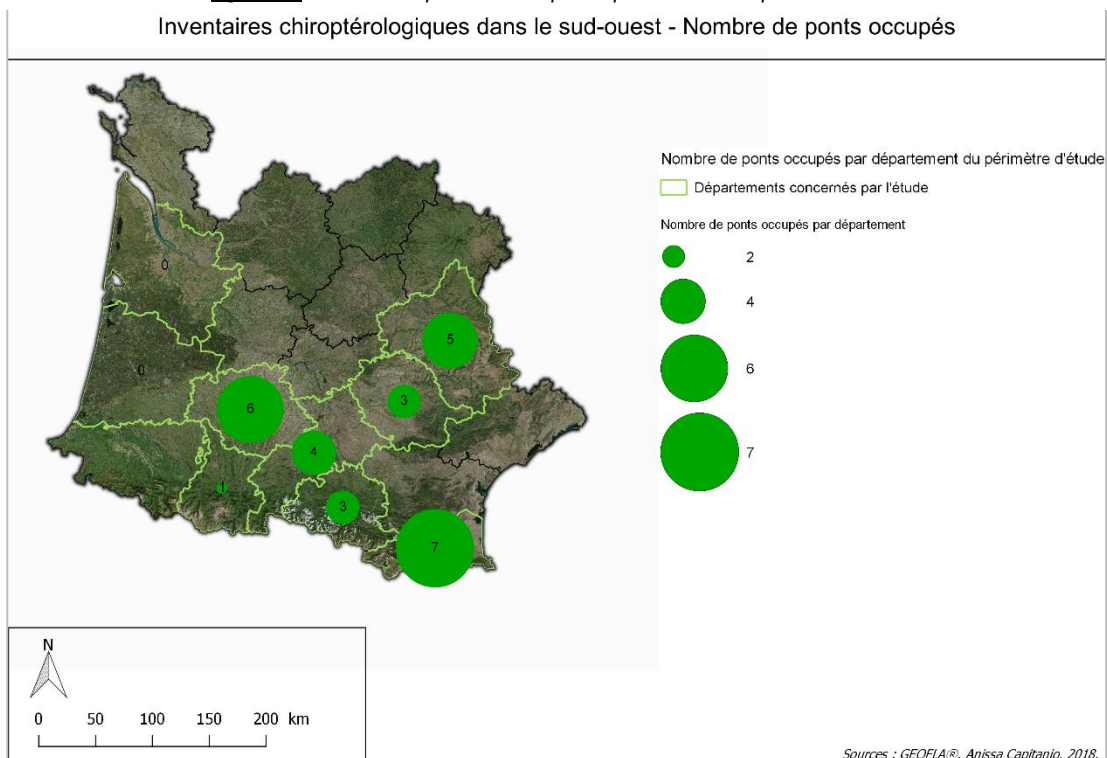


Figure 19. Nombre de ponts occupés par départements de l'aire d'étude

D'après la Figure 20, les départements ayant le plus de ponts prospectés sont la Haute-Garonne l'Ariège, le Gers et la Haute-Garonne avec respectivement 20, 16 et 16 ponts visités. En revanche, peu d'inventaires ont été réalisés dans les Hautes-Pyrénées et dans le Tarn avec respectivement 4 et 7 ponts prospectés seulement.

La transcription du nombre de ponts occupés en pourcentage permet d'obtenir le graphique suivant :

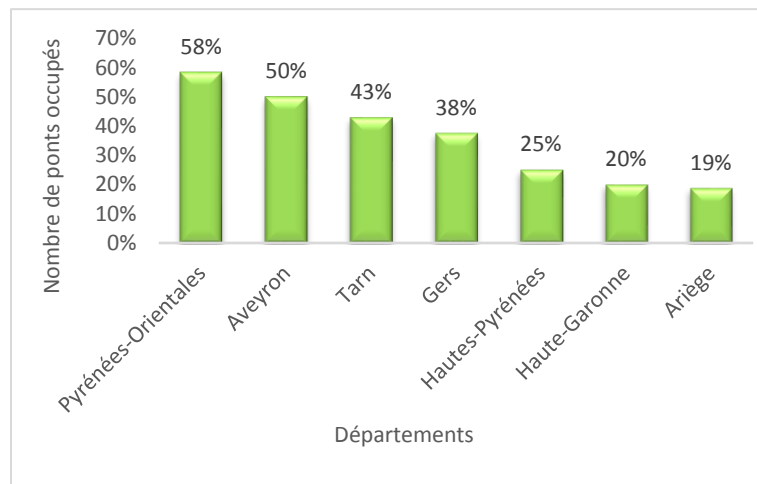


Figure 20. Pourcentage de ponts occupés par département

Ce graphique indique que, sur les 20 ponts prospectés en Haute-Garonne, seulement 4 sont occupés, soit 20%. En revanche, dans le Pyrénées-Orientales, 7 ponts sur 12 sont occupés, soit 58%. D'après les résultats ci-dessus (cartes et graphique), il semble donc que la précision du pourcentage de ponts occupés varie en fonction du nombre de ponts visités par département (cf : IV. Discussion. 1. 23Occupation des ponts par département, p 27).

2.2.3 Occupation des ponts en fonction du contexte environnant

D'après l'analyse paysagère de terrain, il semblerait que le contexte environnant des ouvrages d'art influence fortement la présence ou non de Chiroptères dans les ponts. Il est donc intéressant d'en estimer statistiquement l'influence (Figure 21).

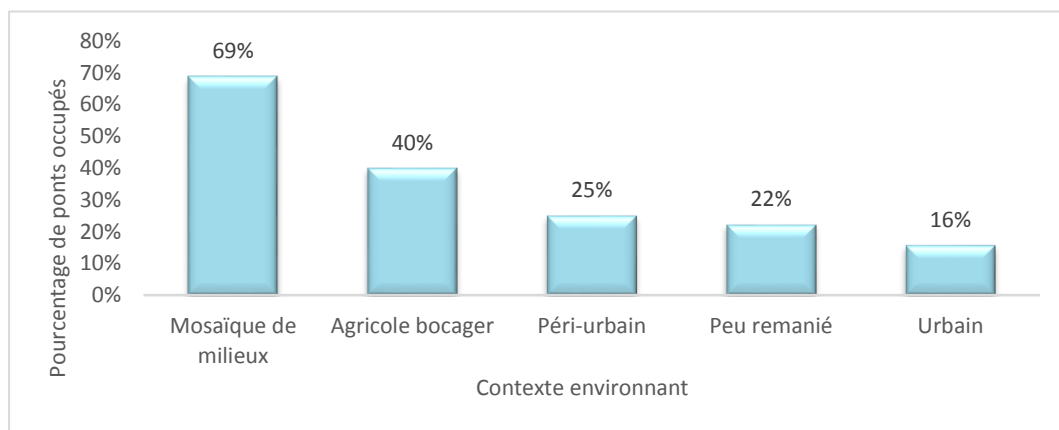


Figure 21. Pourcentage de ponts occupés en fonction du contexte environnant

La Figure 21 montre que la majorité de ponts occupés sont entourés de milieux riches en biodiversité et d'une structure paysagère adaptée à l'écologie des Chiroptères. Le mode absolu (pourcentage le plus élevé) est de 69% et est situé au niveau des ponts entourés d'une mosaïque d'habitat. Il est suivi de très près par les ponts entourés de milieux bocagers qui ont un pourcentage d'occupation de 40%. Les ponts situés en zones péri-urbaines et en milieux peu remaniés par l'Homme semblent avoir un pourcentage d'occupation similaire (25% et 22%). Les ponts situés en zones anthropisées ont un pourcentage d'occupation de seulement 16%.

Le test de χ^2 est nécessaire pour affirmer ou non le fait que l'occupation des ponts dépend du contexte environnant. Les résultats du test d'indépendance sont : $X\text{-squared} = 17.682$, $df = 8$, $p\text{-value} = 0.02374$

La P-valeur étant inférieure à 0.05, il semble que les différences d'occupation sont significatives. On rejette l'hypothèse H_0 , c'est-à-dire que l'indépendance est rejetée. L'occupation des ponts dépend donc du contexte environnant.

La question de l'occupation des ponts selon la présence ou absence d'eau est aussi pertinente (Tableau 3).

Tableau 3. Pourcentages de ponts occupés selon la présence d'eau

Présence d'eau	Nombre de ponts occupés par les Chiroptères	Nombre de ponts non occupés par les Chiroptères	Nombre de ponts dont l'occupation reste inconnue	Pourcentage de ponts occupés
NON	12	23	8	28%
OUI	18	19	6	42%
Total	30	30	30	70%

D'après ce tableau 70 % des ponts occupés sont situés proches d'un cours d'eau ou enjambent un cours d'eau.

2.2.4 Occupation des ponts en fonction du type de structure

Identifier l'occupation chiroptérologique en fonction de chaque type d'ouvrage d'art permet de cibler, en amont du terrain, les ouvrages d'art susceptibles d'être très favorables ou occupés. En s'appuyant sur ces données, l'effort de prospection, la méthode de prospection et le matériel à prévoir pourraient ainsi être déterminés plus facilement. Afin de faciliter les tests et de limiter le déséquilibre de l'échantillon, les différents types de ponts ont été regroupés en six classes de la même manière que dans la partie « 2.5.Repérage des gîtes à prospecter selon les différents types d'ouvrage : p 10 » Les résultats obtenus sont présentés dans la Figure 22.

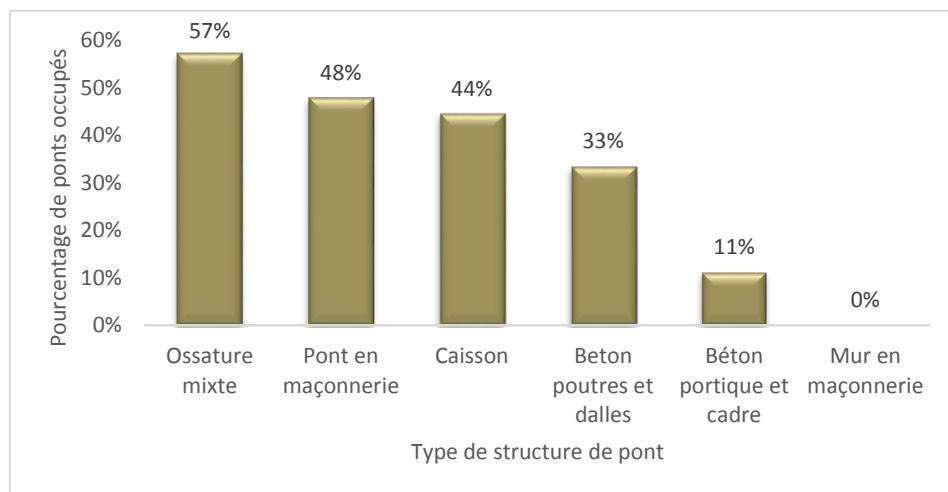


Figure 22. Pourcentage de ponts occupés en fonction de la structure de l'ouvrage d'art

D'après ce graphique, les ponts qui semblent les plus favorables (de 44% à 57% d'occupation), sont ceux avec une ossature mixte, en maçonnerie et avec un caisson. Les ponts en poutres en béton semblent un peu moins favorables (33% d'occupation) et les ponts constitués de portique ou avec un cadre ont un pourcentage d'occupation de seulement 11%. Jusqu'à présent, aucun des murs en maçonnerie n'a été recensés comme occupés.

A première vue, il semblerait que certaines constitutions rendent certains ponts plus ou moins favorables que d'autres. La réalisation d'un test du χ^2 est nécessaire pour déterminer l'indépendance ou non entre l'occupation d'un pont et sa constitution. Les résultats du test du Khi-deux : $X\text{-squared} = 26.691$, $df = 10$, $p\text{-value} = 0.002914$

La p-value est inférieure au seuil α de 0.05 ce qui signifie que l'on rejette H_0 (= hypothèse nulle) et donc on rejette l'indépendance entre l'occupation d'un pont et sa structure. L'occupation d'un pont semble dépendre de sa structure.

2.2.5 Occupation des ponts en fonction de la taille des ouvrages d'art

La Figure 23 et le test du χ^2 permettent d'évaluer le lien entre la taille d'un pont et son occupation par les chauves-souris.

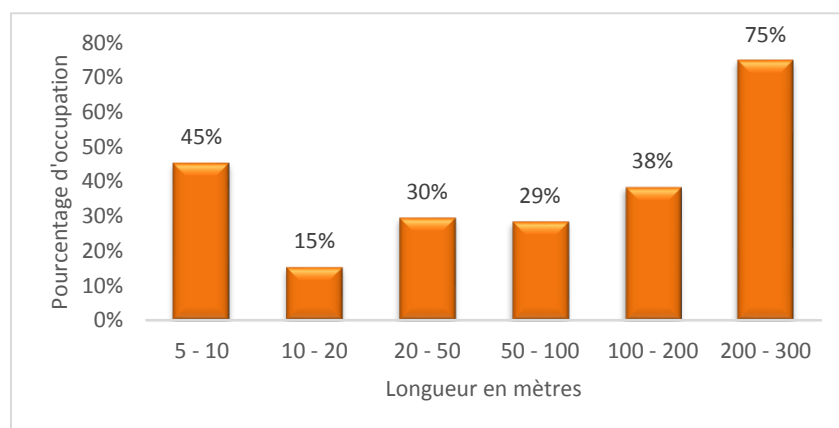


Figure 23. Pourcentage d'occupation d'un pont en fonction de sa taille

Ce graphique montre que le mode absolu (pourcentage le plus fort ; ici 75%) se situe sur la classe de 200 à 300 mètres de longueur. Cela-dit, il est suivi de près par l'extrême opposé qui est de 45% et qui se situe au niveau de la classe de 5 à 10 mètres de longueur et par la classe de 100 à 200 mètres qui présente un pourcentage de 38%. Les classes plus centrales ont des valeurs allant de 15% à 29% d'occupation seulement.

D'après le graphique et du pourcentage élevé des deux classes extrêmes, il ne semble pas que l'occupation soit dépendante de la taille de l'ouvrage.

De plus, d'après les résultats du test du χ^2 ; X-squared = 20.622, df = 14, p-value = 0.1117, il n'y a effectivement aucune dépendance entre ces deux variables. La p-value est supérieure au seuil de significativité α . On ne peut pas rejeter l'hypothèse H_0 . L'occupation d'un pont n'est pas liée à sa taille.

2.2.6 Occupation des ponts en fonction de la note de favorabilité

La note de favorabilité (nombre de gîtes différents favorables observés) est couplée avec les données de présence/absence des Chiroptères. Il est ainsi possible d'évaluer le nombre de ponts occupés en fonction du nombre de types de gîtes qu'ils présentent (Figure 24).

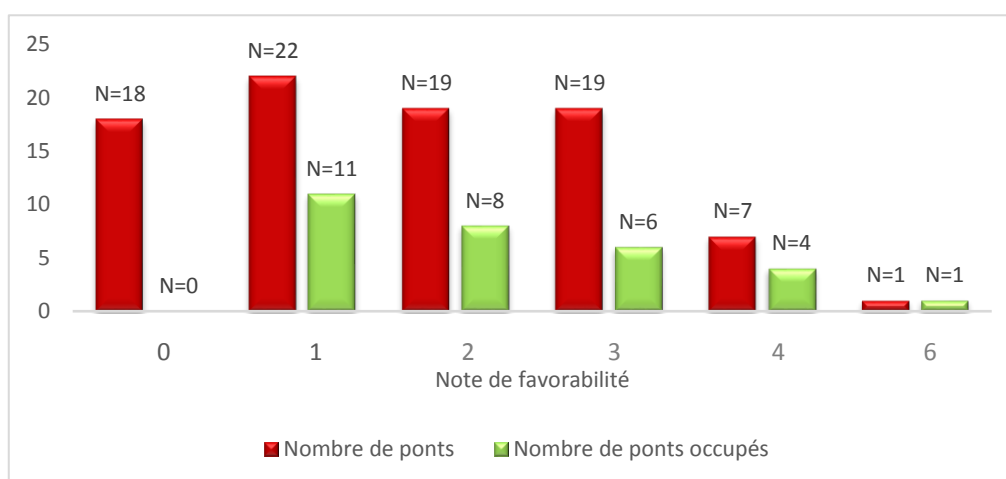


Figure 24. Nombre ponts occupés en fonction de la note de favorabilité

D'après ce graphique, il semblerait qu'il n'y a pas de lien entre la note de favorabilité d'un pont et son occupation. Le mode absolu est de 11 et se situe au niveau de la note 1. Au niveau des notes de favorabilité 2, 3 et 4, il y a 8, 6 et 4 ponts occupés ce qui montre que la probabilité qu'un pont soit occupé n'augmente pas en fonction du nombre de gîtes différents qu'il présente. En ce qui concerne la note de favorabilité 6, seulement 1 pont a été prospecté. Il est donc difficile de prendre en compte ce résultat de 1/1. De toute évidence, les ponts qui ne présentent aucun gîte potentiel ne sont pas occupés (0%).

Les résultats du χ^2 sont les suivants : X-squared = 8.7253, df = 5, p-value = 0.1205. La p-value est supérieure à 0.05 ce qui indique qu'il n'y a pas de dépendance entre la note de favorabilité et l'occupation d'un pont.

2.2.7 Pourcentage d'occupation des différents types de gîtes

Sur la totalité des ponts prospectés sur quatre années consécutives, dix types de gîtes potentiels différents ont été repérés. Certains ont été observés à de nombreuses reprises. Ils sont présentés dans la Figure 25.

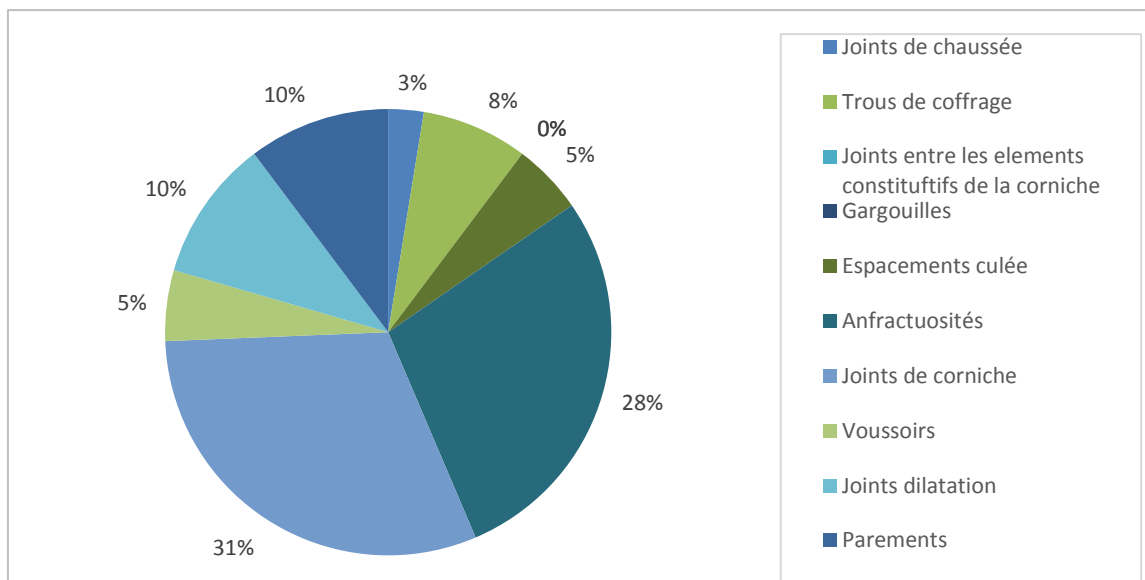


Figure 25. Pourcentage du nombre de gîtes occupés sur la totalité des gîtes occupés

Au total, 218 gîtes potentiels ont été observés. Le pourcentage de leur occupation est signalé dans la Figure 24.

Sur les 218 gîtes potentiels, 39 sont occupés. Il semble que les joints de corniche et les anfractuosités sont les gîtes les plus favorables. En tout, 31% des gîtes occupés sont des joints de corniche, et 28% sont des anfractuosités.

2.2.8 Analyse des composantes multifactorielles

L'analyse des composantes multifactorielles (ACM) permet de lier toutes les variables étudiées. Il est ainsi possible d'identifier l'influence de chaque facteur sur l'occupation d'un pont par les Chiroptères et de voir le lien entre tous ces facteurs. Les variables « Contexte », « Structure de pont », « Taille », « Note » et « présence d'eau » ont été utilisées pour réaliser une ACM à deux dimensions.

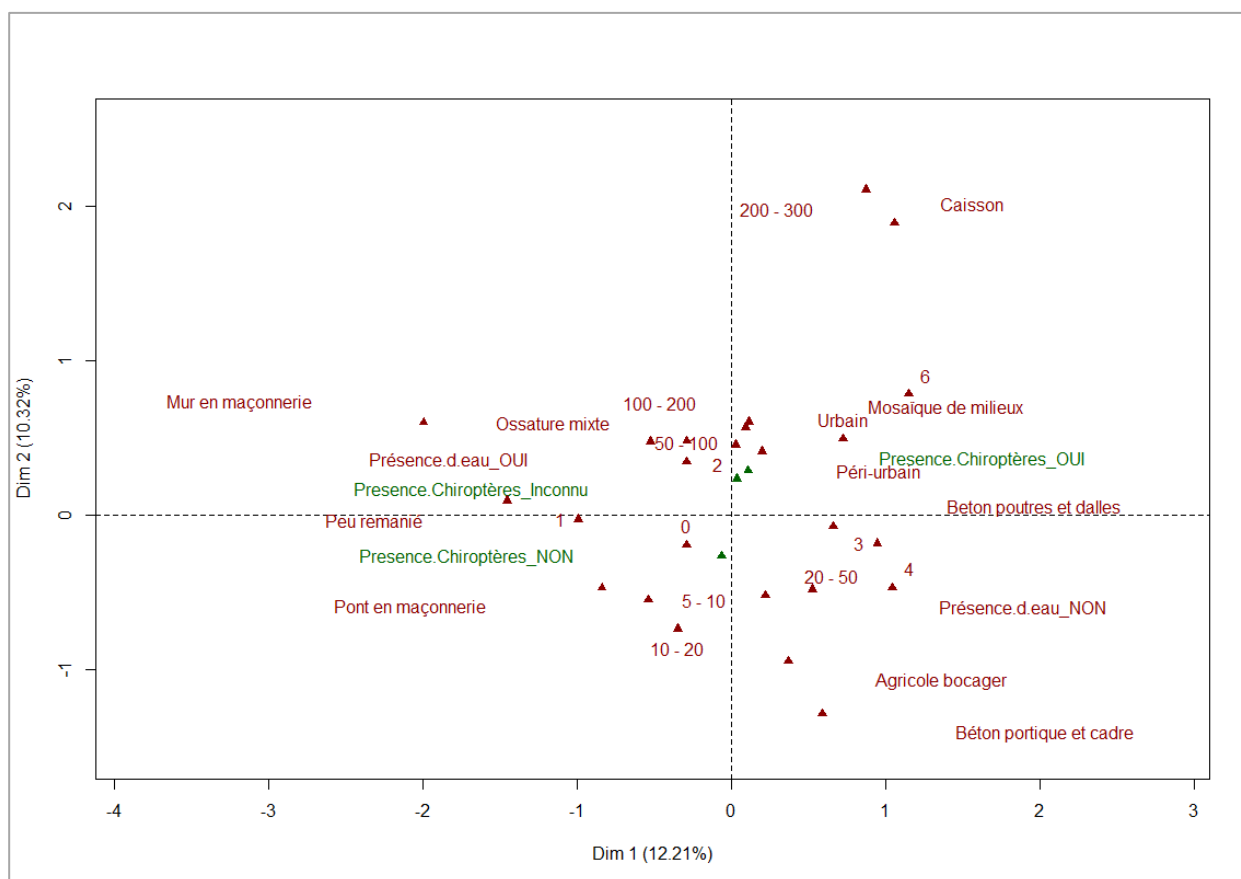


Figure 26. Représentation graphique de l'ACM réalisée sur les dimensions 1 et 2 des variables

Les axes des dimensions 1 et 2 expliquent à 22% la répartition des variables.

La note de favorabilité « 1 » et la structure « Béton poutres et dalles » sont très proches, voire sur l'axe de la Dimension 1 ce qui veut dire qu'elles contribuent fortement à la formation de cet axe. D'après le tableau brut, ce sont des modalités qui présentent beaucoup de données (31 données pour les ponts en poutres et dalles et 22 données pour la note de 1) ce qui explique ce placement sur l'axe. Inversement, la modalités « 200 – 300 » et « Caisson » sont très éloignées de l'axe. Ce sont des valeurs dites « originales » et ne présentent pas beaucoup de données. Toutes les modalités se trouvant au centre du graphique sont des valeurs moyennes.

Certaines modalités semblent être associées, comme par exemple les ponts en caisson avec la taille de 200 à 300 mètres de longueur ou encore les ponts en maçonnerie avec la taille de 5 à 10 mètres. Les ponts à ossature mixte sont très proches de la taille de 50 à 100 mètres.

IV. Discussion

1. Occupation des ponts par département

En comparant les résultats de l'histogramme (pourcentages d'occupation) avec les cartes (nombre de ponts occupés), il est notable que le pourcentage d'occupation dépend aussi du nombre de ponts prospectés. L'échantillon étant très déséquilibré, il est difficile de comparer les pourcentages d'occupation des ponts entre le département. Cela-dit, d'après les relevés de terrain, la plupart des ponts visités en Haute-Garonne sont situés en zone urbaine, ce qui explique probablement le pourcentage faible de ponts occupés malgré l'échantillon assez élevé de ponts visités dans ce département.

2. Occupation des ponts en fonction du contexte environnant

Les ponts ayant le plus de pourcentage d'occupation sont situés en zones avec des mosaïques d'habitats et en milieux bocagers.

Ces résultats semblent parfaitement correspondre aux exigences écologiques et biologiques des Chiroptères. De nombreuses espèces utilisent les haies et lisières forestières pour se déplacer comme par exemple les pipistrelles (*Pipistrellus sp.*). Les cours d'eau sont particulièrement privilégiés du fait qu'ils constituent aussi un corridor de déplacement et que de nombreux insectes (principale ressource alimentaire des chauves-souris) s'y développent. Le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) par exemple, a une activité très élevée au-dessus des plans d'eau et cours d'eau. Ceci explique probablement que 70% des ponts occupés sont situés sur un cours d'eau.

Etonnamment, il y a un pourcentage d'occupation de seulement 22% en milieu peu remanié par l'Homme. Ce résultat peut éventuellement s'expliquer par le fait qu'il y a peu de linéaires d'arbres pour se déplacer ou par la configuration des ouvrages d'art.

En milieu urbain, très peu de ponts ont été recensés comme occupés jusqu'à présent, même en présence d'un cours d'eau. Il est évident que le contexte fortement urbanisé n'est pas favorable aux chiroptères, d'autant plus que certains sont situés sur les périphérie toulousain (aucune entité écologique, routes très fréquentées et peu de richesse alimentaire).

Toutefois, ces résultats sont à interpréter avec précaution du fait des nombreux biais qui les influencent. Les limites méthodologiques de terrain et les biais liés à la pression d'observation ont une importance majeure. L'occupation d'un pont peut différer selon l'observation réalisée, selon le jour de l'observation (chauve-souris non présente ce jour-là en particulier), selon les conditions météorologiques ou encore selon la visibilité ou l'accessibilité aux gîtes occupés.

Il est donc nécessaire d'étayer ces résultats par un échantillonnage plus large qui permettrait d'affirmer ces résultats avec plus de certitude.

3. Occupation des ponts en fonction du type de structure

En se référant à la simple connaissance de terrain et au résultat du test du khi², il semble que certains de ces chiffres s'expliquent par la constitution des ponts. Les ouvrages constitués de peu d'éléments assemblés présentent moins de gîtes (espacements entre les éléments, joints de dilatation, etc.). A l'opposé, Les ponts voutés en pierre présentent très souvent beaucoup d'anfractuosités et de cavités profondes. Ils sont donc très favorables. Les caissons sont aussi des abris particulièrement privilégiés des chauves-souris. Les ponts à ossature mixte et les ponts en poutres et dalles sont constitués de plusieurs éléments et présentent donc plusieurs joints et espacements favorables pour les chauves-souris.

Tout comme pour l'analyse précédente, il est important de ne pas oublier l'influence de nombreux facteurs sur ces résultats. A noter que tous les types de ponts ont été réunis en seulement 6 classes ce qui a notamment permis de rééquilibrer l'échantillon (cf.2.5.Repérage des gîtes à prospecter selon les différents types d'ouvrages¹⁰). En réalité, d'après les données récoltées, seulement 7 ponts en ossature mixte ont été prospectés, alors que 22 ponts en maçonnerie ont été visités. Un échantillon plus large et équilibré permettrait d'avoir une idée plus précise de la dépendance ou non entre ces variables, et de comparer au mieux, les analyses statistiques avec le travail de terrain.

4. Occupation des ponts en fonction de la taille des ouvrages d'art

Les ponts les plus petits et les plus grands semblent être le plus souvent occupés par des Chiroptères. D'après le graphique et le test du khi², il ne semble pas y avoir de relation entre la taille de l'ouvrage et la présence de chauves-souris.

En réalité, ces chiffres semblent plutôt être liés à la configuration des ouvrages et au contexte environnant d'art qu'à la taille. En se référant aux données de terrain, on s'aperçoit en effet que 45% des ponts qui mesurent entre 5 et 10 mètres sont des ponts en maçonnerie et qu'ils sont situés en milieux riches en biodiversité. Aussi, 75% des ponts qui mesurent entre 200 et 300 mètres sont des ponts disposant de caisson. Or, comme précisé dans la partie « IV. 2. » et « III. 2.2.4 », p 27, ces ponts sont particulièrement favorables pour les chauves-souris.

Dans le cas présent, les éléments et biais à prendre en compte dans l'interprétation sont les mêmes que pour les parties précédentes.

5. Gîtes observés et gîtes occupés

Il est difficile de hiérarchiser de manière certaine la favorabilité des gîtes. A noter que la pression d'observation reste le facteur premier qui influence ces résultats. D'autres facteurs tels que la météo, l'accessibilité aux gîtes, ou encore l'expérience de l'observateur (cf. « Limites méthodologiques rencontrées p.14») influencent fortement les résultats. Un exemple marquant

est celui des joints de chaussée qui sont la plupart du temps très difficiles d'accès. Ceci explique probablement le pourcentage de 3% seulement de joints de chaussées occupés sur la totalité des gîtes occupés, et de 1% sur la totalité des joints de chaussée favorables.

Il est aussi possible que l'observateur ait plus tendance à prospecter un certain type de gîte en détail plutôt que d'autres, en sachant d'entrée de jeu qu'il s'agit d'un gîte potentiel.

En se basant uniquement sur l'expérience de terrain, il semble tout de même que les joints de corniche et les anfractuosités répondent parfaitement aux exigences écologiques des Chiroptères.

6. Occupation d'un pont en fonction de la note de favorabilité

A priori, le nombre de gîtes différents sur un pont n'influence pas l'occupation de ce pont. Il est nécessaire de faire appel à l'expertise de terrain pour comprendre et interpréter ce résultat contre-intuitif. En réalité, certains gîtes sont plus favorables que d'autres (cf. IV. 3. p 29 et IV. 5 p 29). A noter que 9 des ponts occupés, soit 40%, n'ayant qu'un seul type de gîte, sont des ponts présentant des anfractuosités, lesquelles sont très favorables. C'est pourquoi 11 des 22 ponts qui ont un seul gîte sont occupés.

Ces résultats laissent à penser que l'occupation dépend plus de la structure de l'ouvrage, du type de gîtes potentiels présents et du contexte environnant, que du nombre de gîtes différents présents.

7. Analyse des composantes multifactorielles

D'après le graphique, il semble que les variables sont plus ou moins corrélées et qu'il est nécessaire de toutes les prendre en compte pour comprendre l'occupation d'un pont par les Chiroptères. Les associations retenues sont cohérentes avec les relevés de terrain (ex : 5 ponts en caisson sur 7 mesures entre 200 et 300 mètres).

Cela-dit, les axes des dimensions n'expliquent qu'à 22% la répartition des variables. Ce pourcentage très faible ne permet pas d'interpréter les résultats et d'arriver à une conclusion viable. Ce pourcentage faible peut s'expliquer par de nombreux facteurs. Il se peut par exemple, que les variables choisies pour faire l'analyse ne soient pas les bonnes, ou encore par le fait que toutes les données ont été réunies à partir de comptes rendus, ce qui laisse à penser que ce travail d'interprétation peut fausser quelques données.

Il peut toutefois s'avérer utile de prendre en considération cette méthode de travail et ces résultats, qui laissent une base et une ouverture à une réflexion sur l'analyse de l'occupation des ponts par les chauves-souris.

8. Influence des différents biais rencontrés

Afin de mieux comprendre l'influence de chacun des biais sur la récolte des données de terrain et l'analyse de ces données, il a été nécessaire de les hiérarchiser (Figure 27).

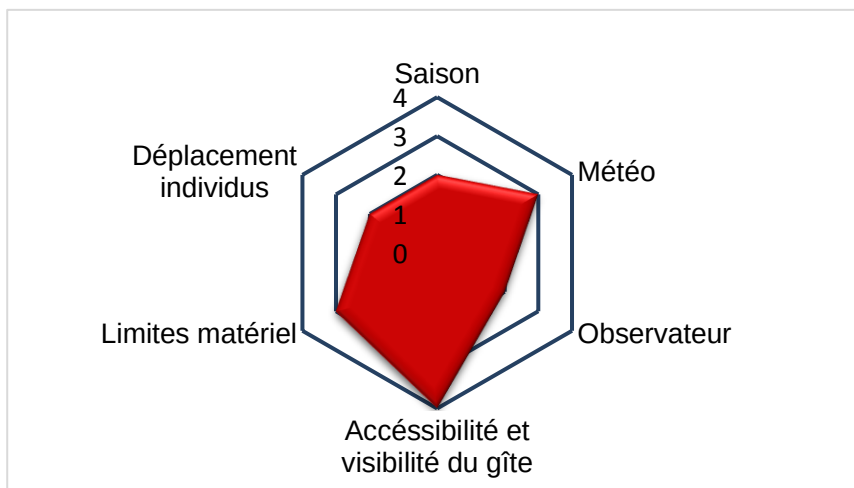


Figure 27. Hiérarchisation des biais rencontrés selon l'importance de leur influence

Il est notable qu'il a été impossible d'accéder ou de prospecter en détail de nombreux gîtes. Cette limite méthodologique apparaît très souvent dans les comptes rendus envoyés à la DIRSO.

Le matériel utilisé par le bureau d'études ECOTONE est très performant et similaire aux autres structures qui réalisent des inventaires chiroptérologiques. Cela-dit, les limites liées au matériel restent non négligeables. Cette constatation est tout à fait cohérente avec l'implication que porte ECOTONE dans la recherche de nouvelles techniques d'inventaires.

Les fortes pluies, en particulier, pendant le printemps 2018, ont été très limitantes. Certains comptages en sortie de gîtes ont dû être reportés, de même que certaines visites de ponts enjambant des cours d'eau.

Les biais liés à l'observateur sont considérés comme moins impactants, du fait que seulement deux observateurs réalisent les inventaires à tour de rôle et que leur expérience chiroptérologique date de plusieurs années déjà.

La saison est aussi peu impactante étant donné que le choix de la période d'inventaire est judicieux (cf. « Périodes d'échantillonnage. p 6 »).

Enfin le déplacement des individus est moins susceptible d'influencer la récolte des données, étant donné que les visites détaillées sont réalisées pendant la période de mise bas, période avec peu de déplacement des Chiroptères.

V. Conclusion

Le marché lancé par la DIRSO a abouti à un grand nombre de relevés chiroptérologiques. Ils ont permis de s'assurer que la DIRSO soit conforme à la réglementation en vigueur, mais aussi d'élargir les connaissances sur l'occupation régionale des ouvrages d'art par les chiroptères et de mettre en avant les différents niveaux d'enjeux que présentent les ponts. De nombreux facteurs réunis semblent conditionner leur favorabilité, certains avec plus de poids que d'autres. D'une manière générale, le contexte écologique d'un site, couplé à la configuration d'un pont, semblent être des éléments phares déterminant la présence de chauves-souris. Cette constatation est tirée aussi bien de l'expertise de terrain que des analyses statistiques. Comme toute expertise de terrain, la récolte des données par le chiroptérologue est dépendante de nombreux facteurs environnementaux, matériels et humains. Il est donc important de prendre en compte ces nombreux biais dans l'interprétation des résultats, de même qu'il est important de savoir remettre en question sa propre expertise de terrain et analyse des données.

Ainsi, depuis quatre ans, cette étude est en constante évolution technique et scientifique, de manière à estimer au mieux la potentialité des ponts et mettre en place des mesures de préservation adéquates en faveur des Chiroptères, espèces qui nécessitent la plus grande attention à l'échelle nationale.



Figure 28. Ouvrage d'art prospecté en Haute-Garonne (CAPITANIO, 2018)



Figure 29. Murin de Daubenton (Myotis Daubentonii) observé dans une anfractuosité sous l'intrados de la voûte d'un pont en maçonnerie dans le Gers (CAPITANIO, 2018)

Bibliographie

- BURETTE Laurie. (2014). Analyse des incidences des éclairages artificiels sur la sélection des gîtes de parturition et sur la phénologie de quatre espèces de Chiroptères. Paris, France : MNHN.
- BURETTE, Laurie L. B. (2013). Utilisation d'un aménagement de type passerelle par les Chiroptères du genre *Rhinolophus*. Bourges, France : MNHN.
- CHEMIN Stéphane, S. T. (2014). Guide de la prise en compte des milieux naturels dans les projets d'aménagement du territoire en Seine-Saint-Denis. Seine-Saint-Denis, France : ECOTER.
- ARTHUR Laurent, L.A, & LEMAIRE Michel, M.L. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Paris, France, Biotope Editions.
- ECOTONE. (2016). Projet de parc éolien sur les communes de Bussière-Poitevine, Adriers et Lathus-Saint-Rémy (86, 87). Toulouse, France : ECOTONE.
- LANNOYE Filip, F. L. (2006). Structurer un long rapport. Bruxelles, Belgique : CIRB.

Webographie

- Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées. (2013). [Prendre en compte les Chiroptères lors de la construction et de l'entretien d'infrastructures de transport]. Récupéré le 23 août, 2018, de http://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fiche_retour_expe_pont_cle799275.pdf
- Interprétation des résultats principaux pour la fonction Test d'association du khi deux. (2017). Récupéré le 23 août, 2018, de <https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/tables/how-to/chi-square-test-for-association/interpret-the-results/key-results/>
- Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. (2013). Les conditions d'application de la réglementation relative à la protection des espèces de faune et de flore sauvages et le traitement des dérogations. Récupéré le 23 août, 2018, de http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_2013-05-02_reglementation_protection_des_especes-derogations.pdf
- LES SNATS. (2015). Méthodes employées pour l'inventaire des chiroptères. Récupéré le 28 août 2018, de <http://www.les-snats.com/savoir-faire-methodologie/mammalogie/methodes-employees-pour-linventaire-des-chiropteres/>

Annexes

Annexe 1

Compte rendu n°50-2018. Visite détaillée d'un ouvrage



DIR Sud-Ouest
Direction Interdépartementale des Routes

FICHE N°50-2018

MISSION D'ASSISTANCE ET D'EXPERTISE CHIROPTÉROLOGIQUE AUPRÈS DE LA DIRSO



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE

direction
interdépartementale
des routes
Sud-Ouest



GÉNÉRALITÉS

Identifiant de l'ouvrage :
Date de la visite détaillée : 18/06/2018 Journée (J) / Soirée (S) / Aube (A) : J et S
Conditions météorologiques:
Peu de nuages et de vent, absence de pluie, T=25°C
Opérateur : Elsa FERNANDES/Anthony JAMMES/ Anissa CAPITANIO/Antoine WINTERTON

**DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE D'ART
ET DU CONTEXTE ENVIRONNANT**

L'ouvrage d'art prospecté est un pont en poutres en caissons d'environ 12 m de largeur et de 208 m de longueur. Situé sur la commune de Castres, dans le département du Tarn, il surplombe la rivière l'Agout et est traversé par la route nationale RN 112. Les milieux ouverts et boisés entourant le pont, la ripisylve de l'Agout et la rivière elle-même, constituent des zones de chasse et de passage privilégiées des chauves-souris. Les secteurs sont également très favorables pour l'installation de chauves-souris dans des gîtes. Ce sont des entités à prendre en compte pour l'analyse de l'occupation du pont par les chauves-souris.

FICHE DE VISITE DÉTAILLÉE



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE
direction
interdépartementale
des routes
Sud-Ouest



DIR Sud-Ouest

Direction Interdépartementale des Routes



TRAVAUX ENVISAGÉS

Selon le District Est, en juillet de 2018, les travaux envisagés sur cet ouvrage d'art sont^o: la reprise des caniveaux en béton, des avaloirs et des joints de chaussées.

Selon la CGOA, d'autres travaux sont envisageables mais ceux-ci ne seront pas effectués en 2018. Ils concernent le ragréage en béton dans le voussoir et la création d'un nouveau dispositif anti-intrusion pour les culées et d'une porte d'accès à l'escalier.

RÉSULTATS SYNTHÉTIQUES DE TERRAIN

Moyens utilisés
La prospection du 28/06/2018 a été réalisée à l'aide de lampes LEDS puissantes (à lumière blanche et rouge; la rouge a été essentiellement utilisée dans le voussoir afin d'éviter des dérangements sur de possibles individus présents à l'intérieur du voussoir), de jumelles, de miroirs, d'une longue-vue et de détecteurs à ultrasons.
Limites méthodologiques
La sortie de gîte n'a pu être effectuée au niveau des parements de la culée de la rive gauche.
Présence de gîtes potentiels et d'indices de présence
OUI, pour les gîtes potentiels. Ils sont situés au niveau : - des joints de corniche (Figure 1). Les joints de corniche ne sont pas favorables sur certaines parties de la rive gauche (côté amont), où ils sont trop étroits^o; - du voussoir, uniquement au niveau de la grille soutenant les fils électriques (Figures 2 et 5)^o; - des espacements entre les parements et la culée sur la rive gauche (Figures 3 et 9)^o; - des joints verticaux entre les éléments constitutifs de chaque corniche (Figure 4). OUI, pour les indices de présence. De nombreuses féces ont été trouvées à l'intérieur du voussoir (Figure 6), probablement de l'espèce Petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>) et au niveau des deux corniches. OUI, pour la présence de chauves-souris. Plusieurs individus et colonies ont été observés dans les zones suivantes^o: - une colonie de 24 d'individus de Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>) (Figure 8) et un individu isolé de Pipistrelle indéterminée (<i>Pipistrellus</i> sp.) ont été observés de jour dans le joint de corniche du côté aval. La taille de la colonie de Murin de Daubenton a été comptabilisée en sortie de gîte et celle-ci se situait sur la rive droite^o; - un individu isolé de Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>) a été observé de jour dans le joint de corniche du côté amont sur la rive droite (Figure 7)^o; - une colonie de 17 pipistrelles indéterminées (<i>Pipistrellus</i> sp.) a été comptabilisée en sortie de gîte dans le joint de corniche du côté amont (rive gauche)^o; - deux individus non identifiés ont été comptabilisés en sortie de gîte dans le joint de corniche du côté amont (rive droite)^o; - quatre individus non identifiés ont été comptabilisés en sortie de gîte du côté aval (rive gauche).



DIR Sud-Ouest
Direction Interdépartementale des Routes



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE






DESCRIPTION DES RÉSULTATS DE TERRAIN

Cette visite a permis de confirmer les potentialités des gîtes favorables observés lors de la pré-visite.

Les joints de corniche sont particulièrement favorables : juste une partie du joint de corniche du côté amont (rive gauche) est trop étroit et n'est donc pas favorable. Donc au total, au niveau des deux joints de corniches, une cinquantaine d'individus de plusieurs espèces ont été identifiées : Murin de Daubenton (colonie de 24 individus et un individu isolé), Pipistrelle sp. (colonie de 17 individus et un individu isolé) et sept individus de Chiroptères non identifiés. La localisation de tous ces individus est précisée ci-dessus. Il est, toutefois, important de signaler que cette localisation peut parfaitement changer et que ces colonies et individus bougent très certainement d'emplacement en fonction notamment des conditions météorologiques. D'ailleurs, de grosses quantités de crottes ont été observées tout le long des deux joints de corniche. Au regard des colonies et des individus isolés installés dans les deux joints de corniche, les joints verticaux de chaque corniche sont également très favorables à l'installation de chauves-souris.

Le voussoir est également très apprécié par les chauves-souris. Les nombreuses fèces, dont certaines fraîches, trouvées au sol (en particulier vers l'entrée de la rive droite) attestent de l'occupation régulière et non permanente du voussoir (vu qu'au moment de cette visite détaillée aucune chauve-souris n'a été observée à l'intérieur du voussoir). Les fèces sont uniquement présentes à l'aplomb de la grille soutenant les fils électriques (zone d'accrochage des chauves-souris) ce qui laisse soupçonner qu'il peut s'agir d'individus de Petit rhinolophe.

Les espacements entre les parements et la culée de la rive gauche sont aussi favorables. Ils sont assez grands (70 cm environ) et constituent donc un très bon abri pour les chauves-souris. La sortie de gîte n'a pas été réalisée à ce niveau-là, car les observateurs étaient plutôt concentrés sur les joints de corniche qui présentent plus de potentialités d'accueil que les parements.



Figure 1°: Joint de corniche



Figure 2 : Intérieur du voussoir



Figure 3°: Parements sur la rive gauche



Figure 4°: Joints verticaux d'une corniche



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE
direction
interdépartementale
des routes
Sud-Ouest



DIR Sud-Ouest
Direction Interdépartementale des Routes

REPRÉSENTATIONS SCHEMATIQUES



Figure 6 : Excréments trouvés au sol et à l'intérieur du voussoir



Figure 5 : Grille soutenant les fils électriques



Figure 7 : Individu de murin indéterminés au niveau du joint de corniche (rive droite) du côté amont



Figure 8 : Détail de la colonie de Murin de Daubenton au niveau du joint de corniche (rive droite) du côté aval



Figure 9 : Détail des parements sur la culée (rive gauche)

FICHE DE VISITE DÉTAILLÉE



DIR Sud-Ouest
Direction Interdépartementale des Routes



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
direction
interdépartementale
des routes
Sud-Ouest

Présence de
gîtes potentiels

OUI

Présence d'indices de présence

OUI

Présence de
chauves-souris

OUI

Niveau d'enjeu

Ouvrage occupé

EVALUATION DES IMPACTS / PROPOSITIONS DE MESURES

Types d'impacts	Proposition de mesures	Espèces concernées
<u>Pour les travaux envisagés en juillet 2018</u>		
Aucun impact	Pas de mesures particulières à mettre en place	-
<u>Pour les travaux envisagés au niveau du voussoir</u>		
<u>Impact 1</u> : Destruction d'individus potentiellement présents <u>Impact 2</u> : Destruction d'habitats potentiels <u>Impact 3</u> : Dérangeant d'individus potentiellement présents	<u>Sont présentées ci-dessous quelques mesures envisageables, qui ne sont toutefois pas exhaustives et qui devront être discutées entre tous les éléments impliqués en amont des travaux dans le voussoir.</u> <u>Mesures d'évitement :</u> • sensibilisation du personnel en charge des travaux ; • vérification systématique par un chiropatéologue de la présence ou absence de chauves-souris ; • mise en place des travaux hors période estivale et hivernale (périodes les plus sensibles pour les chauves-souris) ; • mise en place d'une porte/plaque temporaire (complètement pleine) ; • mise en place d'un dispositif anti-intrusion avec des espacements entre les grilles qui permettent les entrées et sorties des chauves-souris du voussoir.	Petit rhinolophe (?) (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

(CONCERNANT UNIQUEMENT LES TRAVAUX DANS LE VOUSOIR)

Avant le démarrage de tous travaux prévus, une action de sensibilisation sera fournie au personnel en charge des travaux (DIRSO et entreprises).

Les chauves-souris ne se déplaçant pas en journée, une visite complète du voussoir par le chiropatéologue juste avant les travaux permettra de confirmer la présence ou l'absence de chauve-souris. En cas d'absence de chauves-souris, le voussoir sera fermé avec une porte ou une plaque en bois (complètement pleine) afin d'empêcher toute chauve-souris de revenir occuper temporairement (juste le moment des travaux) le voussoir. En cas de présence de chauves-souris, cette porte ou plaque sera positionnée après la sortie crépusculaire des chauves-souris et après que le chiropatéologue aura vérifié que toutes les chauves-souris sont sorties du voussoir. La porte ou plaque ne sera retirée qu'au moment du positionnement du dispositif anti-intrusion.



DIR Sud-Ouest
Direction Interdépartementale des Routes



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



direction
interdépartementale
des routes
Sud-Ouest





direction
interdépartementale
des routes
Sud-Ouest

BESOIN DE VISITES DÉTAILLÉES SUPPLÉMENTAIRES (OUI/NON/PÉRIODE/MOYENS)

NON, pour les travaux signalés par le District Est pour juillet 2018.

OUI, en cas de travaux supplémentaires (notamment au niveau du voussoir). Concernant le voussoir, il sera nécessaire de prévoir une visite détaillée de l'ouvrage juste avant le démarrage de ses travaux.

BESOIN D'ACCOMPAGNEMENT EN PHASE TRAVAUX (OUI/NON/MOYENS)

NON, pour les travaux signalés par le District Est pour juillet 2018.

OUI, pour d'autres travaux, notamment, au niveau du voussoir.

BESOIN D'UNE EVALUATION POST-TRAVAUX (OUI/NON/MOYENS)

NON, pour les travaux signalés par le District Est pour juillet 2018.

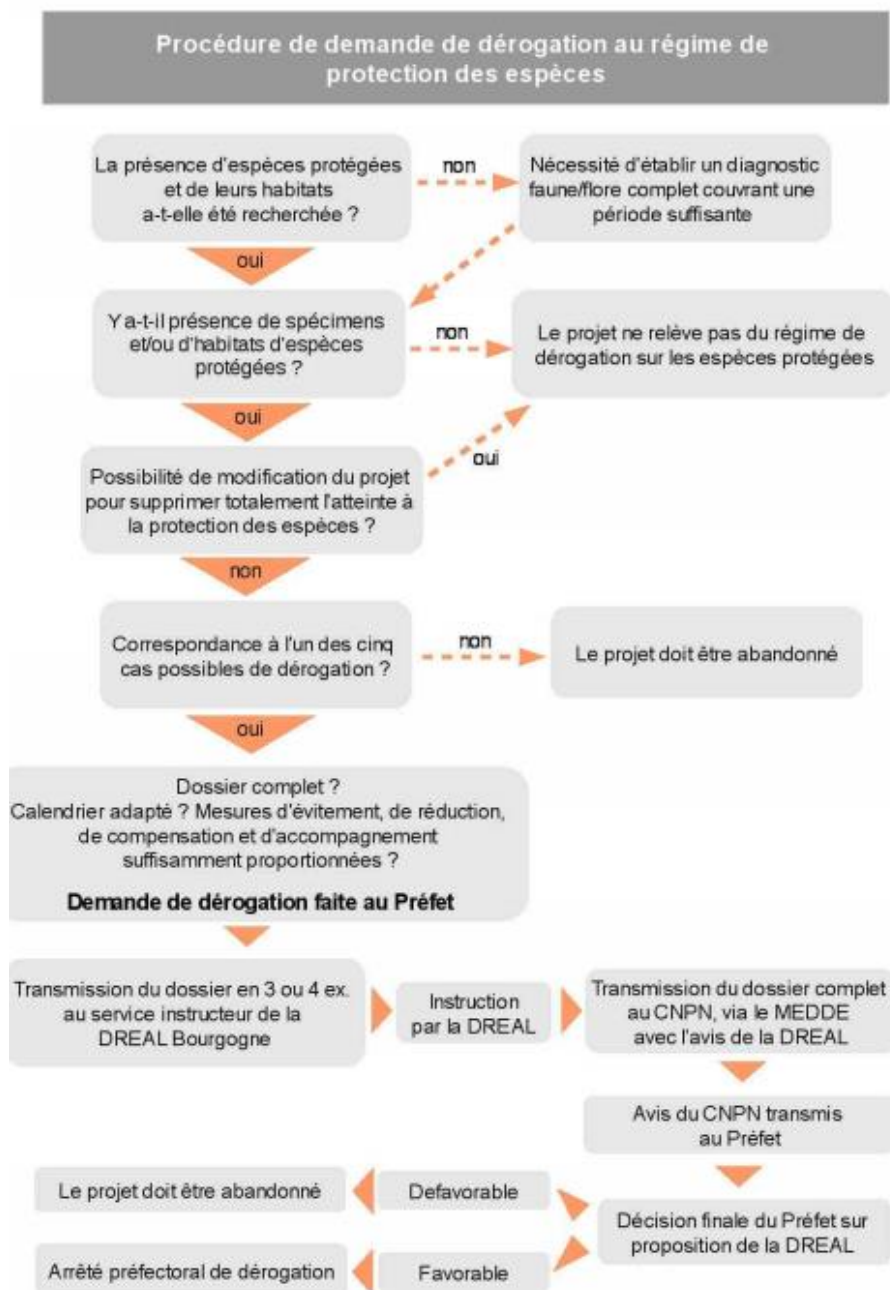
OUI, pour d'autres travaux, notamment, au niveau du voussoir.

NÉCESSITÉ DE DEMANDE DE DÉROGATION (CNPN)		
DESTRUCTION		DÉRANGEMENT
HABITATS	INDIVIDUS	INDIVIDUS
NON (pour les travaux de 2018)	NON (pour les travaux de 2018)	NON (pour les travaux de 2018)

FICHE DE VISITE DÉTAILLÉE

Annexe 2

Procédure de demande de dérogation d'espèces protégées



Annexe 3

Références en lien avec les recherches bibliographiques

- Bat Conservation Ireland. (2008, 30 novembre). A bat survey of bridges identified by the All-Ireland Baubenton's bat Waterway Survey as potential bat roosts. Récupéré 12 août, 2018, de https://www.batconservationireland.org/wp-content/uploads/2013/09/Irish-Bat-Monitoring-Programme_HC_Bridges_2008.pdf
- BRUNET Richard, R. B., DUHAMEL Rémi, R. D., & McDUFF Julie, J. M. (2010, février). Inventaire Radar et Acoustique des Chiroptères. Récupéré 12 août, 2018, de <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/eole-monteregie/documents/PR3.5.pdf>
- BUSSCHAERT Thomas, T. B. (2017, août). [Inventaires chiroptérologiques en canopée]. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.somme.gouv.fr/content/download/23472/155038/file/80-VALECO-PE%20DE%20MONSURES-7-4-2%20EtudeEcologique_Rapport_Chiro_Altitude.pdf
- CHATAGNON Claire, C. C. (2014, décembre). [Analyse et réduction des impacts des infrastructures de transport sur les axes de transit des chauves-souris]. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRNORM/Infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD_FICJOINT_0021051&search=
- DARNIS Thomas, T. D. (2015). Inventaire des chauves-souris, Comptage à vue, écoute et capture. Récupéré 12 août, 2018, de http://gorgesdeladordogne.n2000.fr/sites/gorgesdeladordogne.n2000.fr/files/documents/page/rapport_n2000_chiropteres_dordogne_2015.pdf
- ERICKSON Gregg A., A. G. (2002). Bats and Bridges, Technical Bulletin. Sacramento, Etats-Unis : Office of Biological Studies & Technical Assisatance.
- Eurobats. (2010). Protection des gîtes épigés de chauves-souris. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no4_french_2nd_edition.pdf
- FAUVEL Bruno, F. B. (2014). Analyse critique de résultats issus d'enregistreurs automatiques d'activité de chauves-souris. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.chiropteres-champagne-ardenne.org/images/documents/article_BF_analyse%20sons.pdf

- FAVRE P., P. F., DEVAUX B., B. D., & LANDAIS G., G. L. (2014). Compte rendu d'Inventaire de Chiroptères. Vaucluse, France: Office National des Forêts.
- GORE Jeffery A., J. G., & STUDENROTH Karl R. Jr., K. S. (2005, mai). Status and Management of Bats Roosting in Bridges in Florida. Récupéré 12 août, 2018, de http://www.fdot.gov/research/completed_proj/summary_emo/fdot_bd433_rpt.pdf
- Groupe Mammalogique Breton. Les chauves-souris, hautes des ponts en Bretagne. Bretagne, France : Contrat Nature Chauves-souris de Bretagne.
- KEELY Brain, B. K. (2007, octobre). Bats and Bridges, An évaluation of selected bridges in Laois and Offaly. Récupéré de <http://www.laois.ie/wp-content/uploads/BATS-AND-BRIDGES-in-Laois-and-Offaly-2007-compressed.pdf>
- LE CHAMPION Thomas, T. C., & DUBOS Thomas, T. D. (2017). Etude de la migration des chauves-souris de Bretagne. Récupéré le 23 août 2018, de http://gmb.bzh/wp-content/uploads/2017/05/Etude-de-la-migration-des-chauves-souris-en-Bretagne_RapportFinal_2017VF.pdf
- Société Française pour l'Etude et la Protection de Mammifères de France. Legislation. (2011). Récupéré 23 août, 2018, de <https://www.sfepm.org/legislationChiropteres.htm>
- LUGON Alain, A. G., EICHER Cécile, C. E., & BONTADINA Fabio, F. B. (2017). Conservation des chauves-souris dans le cadre de la planification de l'aménagement et de l'assainissement des infrastructures de transport. Cernier, Suisse : Picardie Nature.
- NABET Frédéric, F. N. (2005). Les chauves-souris de chartreuse : Biologie et mesures de protection. Lyon, France : Université Claude Bernard.
- Natagora. (2011). Inventaires chauves-souris dans quelques sites Natura 2000 en vue de la préparation des arrêtés de désignation. Récupéré 23 août, 2018, de http://plecotus.natagora.be/fileadmin/Plecotus/site/Rapport2011MonitoringN2000_Resume.pdf
- Naturalia Environnement. (2016). Projet de reconstruction du pont de Manosque (04). Récupéré 23 août, 2018, de http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/CNPN_Manosque_dossier_juin_2016.pdf
- Picardie Nature. (2011). [Compte-rendu, les 7e Rencontres Chiroptères Grand Sud]. Récupéré 23 août, 2018, de http://le-vespere.org/wp-content/uploads/2015/02/telechargements/CR_RencontresChiroGrandSud_2011.pdf
- Picardie nature. (2012). Avocette. Amiens, France : Picardie Nature.

- Picardie Nature. (2015). [Atlas des chauves-souris de Picardie]. Récupéré 23 août, 2018, de https://www.picardie-nature.org/IMG/pdf/guide_atlas_avril_2015.pdf
- QUEKENBON Delphine, D. Q. (2009, novembre). [Inventaire des Chiroptères pour la mise en œuvre des mesures compensatoires du programme ITER]. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRNORM/Infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD_FICJOINT_0021051&search=
- SFEPM. (2016). Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens. Récupéré 23 août, 2018, de https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/20160201_diagnostic_v2.pdf
- SIMAR Jérémy, J. S. (s.d.). Procédure d'évaluation de l'impact des parcs éoliens sur l'avifaune : étude préalable dans le cadre de la réalisation de l'Etude d'Incidences sur l'Environnement. Récupéré 23 août, 2018, de http://ventderaison.eu/tournai/eie_2012_CSD_marquain/Annexes/annexe_G.pdf
- SMITH Holly J., H. S., & STEVENSON Justin S., J. S. (2015, février). [Best Management Practices for Bat Species Inhabiting Transportation Infrastructure]. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.ct.gov/dot/lib/dot/documents/dpolicy/waternoisecompliance/helpfuldesign/Bat_BMP%27s.pdf
- TANGUY Arnaud, A. T., & GOURDAIN Philippe, P. G. (2011, août). [Guides méthodologique pour les inventaires faunistiques et espèces métropolitaines]. Récupéré 23 août, 2018, de http://spn.mnhn.fr/spn_rapports/archivage_rapports/2011/SPN%202011%20-%209%20-%20Methodologie_volet2_ABC-version_aout-2011.pdf
- TOUZOT Olivier, O. T., & RONCHARD Yann, Y. R. (2015). Amélioration des connaissances de l'écologie des espèces de chauves-souris arboricoles forestières et caractérisation des arbres gîtes en Gironde. Récupéré 12 août, 2018, de http://www.gca-asso.fr/wp-content/uploads/2014/05/etude-especes-arboricoles_gironde_2014.pdf
- VINET Olivier, O. V., & Florence GOCHON, F. G. (2015). Plan de gestion de 12000 hectares d'espaces naturels à Cadarache. Récupéré 23 août, 2018, de http://www.itercad.org/images/actualites/2014/2016_etude_chiropteres.pdf
- Wildlife Biological Consulting Services. (2016, 29 juin). Another Successful Bridge Bat Habitat Design by Greg Tatarian. Récupéré 23 août, 2018, de <http://www.wildliferesearchassoc.com/?p=260>

Annexe 4.

Tableau de données

Nom	Commune	Dpt	Contexte	Présence d'eau	Structure de pont	Taille en mètres	Présence de gîtes potentiels	Enjeux que représente le pont	Presence Chiroptères	Présence de fèces
RN 88 30, PR 34+815	Montrozier	Aveyron	Péri-urbain	OUI	Pont en maçonnerie	5 - 10	OUI	Elevé	NON	NON
RN88 166 - P.I. de Bellevue (RD 543)	Luc-la-Primaube	Aveyron	Agricole bocager	NON	Béton portique et cadre	20 - 50	OUI	Faible	NON	NON
PIPO (OA 6)	Luc-la-Primaube	Aveyron	Agricole bocager	NON	Béton portique et cadre	20 - 50	OUI	Faible	NON	NON
RN88 167 - P.I. du Couderc OA7	Merens-les-Vals	Ariège	Peu remanié	OUI	Béton portique et cadre	20 - 50	OUI	Faible	NON	NON
09N20P90+0070 OH sous déviation de Mérens	Castres	Tarn	Agricole bocager	NON	Caisson	200 - 300	OUI	Elevé	OUI	OUI
81112327 - Rivière l'Agout - Grand ouvrage sur l'Agout	Castres	Tarn	Urbain	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Faible	Inconnu	NON
81112328 - Voie SNCF - PS 6	Rodez	Aveyron	Agricole bocager	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Faible	NON	NON
RN88 50 - 50 Pont B.P. quatre travées	Hautes-Pyrénées		Agricole bocager	NON	Béton poutres et dalles	10 - 20	OUI	Moyen	NON	NON
65416390 - Pt sur l'Estéous a Rabastens-Pt de RABASTENS sur l'Estéous	Luc-la-Primaube	Aveyron	Agricole bocager	NON	Béton portique et cadre	20 - 50	OUI	Elevé	OUI	OUI
Pont des Combettes - RN88 165 - PICF préfa (OA5)	Castres	Tarn	Agricole bocager	NON	Béton poutres et dalles	100 - 200	OUI	Elevé	OUI	OUI
81112326 - Voie SNCF - PS 9	Castres	Tarn	Péri-urbain	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Moyen	Inconnu	NON
81112330 - Voie SNCF - PS 18	Rodez	Aveyron	Mosaïque de milieux	OUI	Béton poutres et dalles	50 - 100	OUI	Elevé	OUI	OUI
RN88 53 - Pont de Saint Cloud (Rocade)	Tauriac-de-Naucelle	Aveyron	Mosaïque de milieux	OUI	Caisson	200 - 300	OUI	Elevé	OUI	OUI
RN88 70 - Viaduc du Viaur Pont B.P. cinq travées	Séverac-le-Château	Aveyron	Agricole bocager	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Moyen	Inconnu	NON
RN88 309 - Pont V.C. d'Altes Dalle B.P. deux travées (OA 113)	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Faible	Inconnu	NON
N48016 - Roc. Ouest / Rue Casselardit OA5 (Doublement OA5BIS - Périphérique extérieur) (A620) (inconnu non)	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Caisson	20 - 50	OUI	Faible	NON	NON
N48017 - Roc. Ouest / ex N124 Purpan Av. Grande Bretagne VDO OA13 (doublement) (A620)	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Béton portique et cadre	20 - 50	OUI	Faible	NON	NON
N48019 - Ech. Purpan Rocade Ouest VDO OA11 Tablier sud sortie 29	Fronsac	Gironde	Mosaïque de milieux	NON	Béton poutres et dalles	50 - 100	OUI	Elevé	OUI	OUI
31N125P18+0000 - pont de Fronsac RD/SNCF	Pradère-Les-Bourguets	Gers	Agricole bocager	OUI	Pont en maçonnerie	5 - 10	OUI	Elevé	OUI	OUI
O44028 - D17 / GLASSIERE PRADERE EX D17	Auch	Gers	Urbain	NON	Béton portique et cadre	10 - 20	OUI	Faible	NON	NON
N12429 - O.A 10 dév Auch Roquelaure - dév Auch Roquelaure1	Auch	Gers	Agricole bocager	NON	Béton portique et cadre	10 - 20	OUI	Moyen	NON	NON
N12430 - OA 11 déviation Auch Bataillée	Miramont-d'Astarac	Gers	Agricole bocager	OUI	Pont en maçonnerie	5 - 10	OUI	Elevé	OUI	OUI
N0210027 - L'ARBIOU-Cadre sur l'Arbiou (Miramont d'Astarac)	Miramont-d'Astarac	Gers	Agricole bocager	NON	Béton portique et cadre	5 - 10	OUI	Elevé	NON	NON
N0210027 - L'ARBIOU-Cadre sur l'Arbiou (Miramont d'Astarac)	Mirande	Gers	Agricole bocager	NON	Pont en maçonnerie	5 - 10	OUI	Elevé	OUI	OUI
N0210031 - L'ARTIGUE-Pont sur l'Artigue (Mirande)	Saint-Martin	Gers	Agricole bocager	OUI	Pont en maçonnerie	10 - 20	OUI	Elevé	NON	NON
N0210037 - LA COUMETTE-Pont sur la Coumette (St Martin)										

Données la cellule A à M

N1240027 - LA CLAVARY-Le Clavery cadre	Ordan-Larroque	Gers	Agricole bocager	OUI	Béton portique et cadre	5 - 10	OUI	Elevé	NON	NON
65N21PR37+0420-PONT SNCF	Lourdes	Hautes-Pyrénées	Mosaïque de milieux	NON	Béton poutres et dalles	10 - 20	OUI	Elevé	NON	NON
65N9021PR15+0913-PS N21	Orleix	Hautes-Pyrénées	Mosaïque de milieux	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Moyen	OUI	OUI
R DE LA GURLANNE PAVIE La Gurlanne à Pavie	Pavie	Gers	Agricole bocager	OUI	Pont en maçonnerie	10 - 20	NON	Faible	NON	NON
09N20P80+0267 Pont d'Espagne sur l'Oriège	Ax-les-Thermes	Ariège	Mosaïque de milieux	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Moyen	NON	NON
09N20P84+080 - Pont du Berduquet	Ax-les-Thermes	Ariège	Peu remanié	OUI	Pont en maçonnerie	10 - 20	OUI	Elevé	NON	NON
N48014_PONTS JUMMEAUX	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	OUI	Caisson	200 - 300	OUI	Moyen	Inconnu	NON
66N116P76+0850	Fontpédrouse	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Moyen	OUI	OUI
66N20P29+0657	Ur	Pyrénées-Orientales	Péri-urbain	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Moyen	NON	NON
66N320P00+0325	Porté-Puymorens	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Moyen	NON	NON
Pont Estouradou (RN 22)	Porté-Puymorens	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Moyen	OUI	OUI
66N320P01+620	Porté-Puymorens	Pyrénées-Orientales	Mosaïque de milieux	OUI	Pont en maçonnerie	10 - 20	OUI	Moyen	OUI	OUI
Pont de Fetges : 66RN116P76+0850	Sauto	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Moyen	OUI	OUI
N116P49+0130	Fuilla	Pyrénées-Orientales	Mosaïque de milieux	OUI	Béton poutres et dalles	100 - 200	OUI	Elevé	OUI	OUI
Pont Puig	Porté-Puymorens	Pyrénées-Orientales	Agricole bocager	NON	Pont en maçonnerie	100 - 200	NON	Elevé	OUI	OUI
66N20M20+0342DS	Latour de Carol	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	100 - 200	OUI	Elevé	NON	NON
CR_028_66N20M20_0843	Latour de Carol	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	100 - 200	OUI	Elevé	NON	NON
66N22P01+0657	Porta	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	NON	Pont en maçonnerie	10 - 20	NON	Faible	NON	NON
09N20M85+0098 GS	Merens-les-Vals	Ariège	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	20 - 50	OUI	Faible	Inconnu	NON
09N20M85+0133 GS	Merens-les-Vals	Ariège	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	50 - 100	OUI	Faible	Inconnu	NON
09N20M85+0036 GS	Merens-les-Vals	Ariège	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	50 - 100	OUI	Faible	Inconnu	NON
09N20M85+0086 GS	Merens-les-Vals	Ariège	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	10 - 20	OUI	Faible	Inconnu	NON
N22410 Pont sur l' Aussonnelle	Aussone	Haute-Garonne	Péri-urbain	OUI	Béton poutres et dalles	50 - 100	OUI	Moyen	NON	NON
N12411-Ouvrage Numéro 1 d	Isle Jourdain	Gers	Urbain	NON	Béton poutres et dalles	20 - 50	NON	Faible	NON	NON
32N124P049+0690 PI 16-32N OA1	Leboulain	Gers	Agricole bocager	NON	Ossature mixte	20 - 50	NON	Faible	NON	NON
09N20P044+220 - Viaduc sur l'Ariège	Montgaillard	Ariège	Mosaïque de milieux	OUI	Caisson	200 - 300	OUI	Elevé	OUI	OUI
N54004-TABLIER SUD	Muret	Haute-Garonne	Agricole bocager	NON	Béton poutres et dalles	50 - 100	OUI	Elevé	OUI	OUI
81A68182 - PONT DE ST SULPICE Amont	Saint-Sulpice	Tarn	Péri-urbain	OUI	Caisson	200 - 300	OUI	Elevé	OUI	OUI
65414621-O.H.3 sur l'Echez	Tarbes	Gers	Agricole bocager	OUI	Béton poutres et dalles	50 - 100	OUI	Moyen	NON	NON

Données la cellule A à M

N48084 - TABLIER EST ECH. ST MICHEL	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	OUI	Beton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Elevé	OUI	OUI
N48072 - Tablier Aval	Toulouse	Haute-Garonne	Mosaïque de milieux	OUI	Ossature mixte	50 - 100	OUI	Elevé	OUI	OUI
N48061 (Avenue de Rangueil-Roc-Sud-A62)	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Beton poutres et dalles	100 - 200	NON	Faible	NON	NON
09N20P64+0810	Cabannes	Ariège	Mosaïque de milieux	OUI	Ossature mixte	100 - 200	OUI	Elevé	OUI	OUI
N48028 (RD 15 Rocade Ouest - route de Sey	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Beton poutres et dalles	100 - 200	NON	Faible	NON	NON
N48073	Saint-Martin-du-Touch	Haute-Garonne	Mosaïque de milieux	NON	Beton poutres et dalles	100 - 200	NON	Faible	NON	NON
66N22P03+0132 (Bac d'En Morer)	Bac d'en Bodère	Ariège	Agricole bocager	NON	Pont en maçonnerie	10 - 20	OUI	Moyen	NON	NON
65416835	Rabastens-de-Bigorre	Hautes-Pyrénées	Agricole bocager	OUI	Beton poutres et dalles	10 - 20	OUI	Moyen	NON	NON
Ind Lagora 81N126P10+0611	Toulouse	Haute-Garonne	Agricole bocager	NON	Pont en maçonnerie	10 - 20	OUI	Elevé	OUI	OUI
Pont St. Frai - 65414586	Tarbes	Gers	Urbain	OUI	Beton poutres et dalles	200 - 300	OUI	Elevé	OUI	OUI
09N20P54+0426	Tarascon-sur-Ariège	Ariège	Peu remanié	NON	Pont en maçonnerie	20 - 50	NON	Faible	NON	NON
N41049	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	OUI	Beton poutres et dalles	100 - 200	OUI	Moyen	NON	NON
PS34 - 81A68201	Marssac-sur-Tarn	Tarn	Agricole bocager	NON	Beton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Faible	Inconnu	NON
09N20M69+0589GS	Luzenac	Ariège	Peu remanié	OUI	Mur en maçonnerie	50 - 100	OUI	Faible	NON	NON
N0210023	Fleurance	Gers	Mosaïque de milieux	OUI	Ossature mixte	5 - 10	OUI	Elevé	OUI	OUI
09N20P39+0660	Rieucourtes	Ariège	Mosaïque de milieux	NON	Ossature mixte	100 - 200	OUI	Moyen	OUI	OUI
09N20P62+0456	Cabannes	Ariège	Peu remanié	NON	Ossature mixte	50 - 100	OUI	Moyen	NON	NON
N12428	Auch	Gers	Urbain	OUI	Beton poutres et dalles	200 - 300	OUI	Elevé	OUI	NON
09N20M84+0171DS	Merens-les-Vals	Ariège	Peu remanié	OUI	Pont en maçonnerie	50 - 100	OUI	Faible	NON	NON
31A623N00+0230	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Beton poutres et dalles	50 - 100	NON	Faible	NON	NON
N48014 (AMONT)	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	OUI	Caisson	200 - 300	OUI	Moyen	NON	NON
Pont de l'Onia sur la Garonne	Toulouse	Haute-Garonne	Péri-urbain	NON	Caisson	100 - 200	OUI	Elevé	Inconnu	NON
81088082-OH4	Albi	Tarn	Urbain	OUI	Beton poutres et dalles	5 - 10	NON	Faible	NON	0
D63131 - Sortie 28	Capens	Haute-Garonne	Péri-urbain	NON	Beton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Faible	Inconnu	0
RN 8831 - Pont de Gages sur l'Aveyron	Montrozier	Aveyron	Péri-urbain	OUI	Pont en maçonnerie	20 - 50	OUI	Elevé	OUI	OUI
RN88 310 - PSDNP	Séverac-le-Château	Aveyron	Agricole bocager	NON	Beton poutres et dalles	20 - 50	OUI	Elevé	OUI	
09N20P33+0521	Foix	Ariège	Mosaïque de milieux	NON	Beton poutres et dalles	5 - 10	OUI	Elevé	NON	NON
N48020-E.S.A.PURPAN /ROC.OUEST PS3	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Beton poutres et dalles	50 - 100	OUI	Faible	Inconnu	
N48007-OA5 METAL CENTRAL	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	NON	Ossature mixte	50 - 100	NON	Faible	NON	NON
32N124P073+0700	Biran	Gers	Mosaïque de milieux	NON	Pont en maçonnerie	5 - 10	OUI	Elevé	NON	NON
LIAI.AERO.EST /GARONNE BLAGNAC	Toulouse	Haute-Garonne	Urbain	OUI	Caisson	100 - 200	OUI	Moyen	Inconnu	OUI
DOUBLEMENT AMONT OA3	Toulouse	Pyrénées-Orientales	Peu remanié	NON	Pont en maçonnerie	5 - 10	OUI	Elvé	OUI	OUI

Données la cellule A à M

Joint de chaussée	Joint corniche	Voussoir	Parement	Joint dilatation	Anfractuosités	Gargouilles	Trous de coffrage	Joint entre les éléments constitutifs de la corniche	Espacement culée	S	Note	Joint de chaussée	Joint corniche	Voussoir	Parement	Joint dilatation	Anfractu- osité	Gargouill- es	us de coffr.	Joint entre les éléments constitutifs de la corniche	Espaceme- nt culée	Somme
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	4,00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2,00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	4,00	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2,00	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3,00	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	4,00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	4,00	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Données la cellule M à AI

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4,00 4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0 2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,00 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 2
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3,00 3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 2
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3,00 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0 3	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3,00 3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1 6	6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4,00 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Données la cellule M à AI

0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3,00 3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3,00 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3,00 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0 3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3,00 3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0 3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2,00 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Données la cellule M à AI