

Étude de l'incidence des lâchers d'eau sur le comportement et la survie du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*), en période de reproduction par la méthode de suivi par radiopistage

*Suivi sur l'Aston (Ariège) en aval du barrage de Riète, dans le cadre du projet
LIFE+ Desman (action A4), coordonné par le Conservatoire d'espaces naturels
de Midi-Pyrénées*

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGÉNIEUR AGRONOME

Melody LIM
Mars – septembre 2015

Tuteur ENSAT
Christophe LAPLANCHE

Correcteur ENSAT
David SHEEREN



Dessin : Marie-Claude Guérineau

Sous la direction de
Frédéric BLANC
Mélanie NÉMOZ

Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées
75, voie du T.O.E.C
31076 Toulouse Cedex 3

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées de m'avoir accueillie durant ces 6 derniers mois, et plus particulièrement Mélanie Némoz et Frédéric Blanc qui ont su rendre ce stage bien plus qu'agréable et m'ont permis de découvrir cette petite bête attachante qu'est le Desman des Pyrénées. Vous avez été des encadrants toujours présents, rassurants, à l'écoute et de très bons conseils. Travailler sous votre direction a été un véritable plaisir pour moi et encore merci de m'avoir acceptée parmi les desmaniques, je garderai un très bon souvenir de tous les moments passés avec vous !

Merci aussi à Daniel Marc et tous les salariés du CEN pour la bonne ambiance qui règne au bureau. Merci d'avoir été aussi accueillants avec moi. Vous avez rendu mes heures de bureau très agréables, moi qui préfère être dehors à gambader dans les cours d'eau pyrénéens !

Merci à Pascal et Christine Fournier du GREGE pour leurs nombreux conseils quant aux protocoles et à l'analyse des données, et pour tout le temps passé à la relecture de ce rapport (même après des nuits de capture..), mais aussi pour les bons moments passés en votre compagnie sur le terrain, votre bonne humeur et votre bienveillance de papa et maman Fournier.

Merci mille fois à Émile Poncet d'avoir réussi à me supporter pendant les heures de terrain passées ensemble, les heures de voiture à m'écouter chanter les chansons de nos parents, les nombreuses fois où j'ai pu râler après tout et n'importe quoi (ou qui). Merci aussi pour ton aide au bureau, elle m'a été infiniment précieuse ! Même si on ne sait pas toujours compter, on sait au moins cliquer correctement et faire de la trigo (ou presque)... Profite de tes quelques mois supplémentaires et sois sage, sinon je viendrai te donner un coup de mire sur la tête !

Merci aussi à notre représentant ariégeois, Vincent Lacaze de l'ANA, pour avoir été d'une très bonne compagnie sur le terrain, que ce soit à la recherche du Desman, de radeau égaré, ou encore à la découverte de la flore locale d'Aston...

Merci également à Héloïse Dalens, ma collègue officielle de rubalise et de photos, tu as également été d'une très grande aide sur le terrain. Merci d'avoir joué le petit bonhomme orange pour moi, malgré les ronces, orties, et trous en tout genre dans lesquels tu as pu tomber de nombreuses fois pour le plus grand plaisir de mes yeux, ça me faisait bien rire !

Merci à Pascal Laffaille d'avoir été présent pour répondre à mes questions mais aussi pour avoir fait connaître le Desman à l'ENSAT car je pense que sans ça je ne saurais toujours pas qu'une telle petite bête existe...

Merci à Baptiste Charlot et Anaïs Charbonnel pour leur aide en stat et pour m'avoir fait revoir mes basiques, j'en avais bien besoin...

Je remercie aussi grandement tous les volontaires venus nous donner un (gros) coup de main pour les captures et le suivi : Pauline, Alexis, Hélène, Jean, Sandy, Sarah, Marjorie, Émile, Jean-Michel, Odile, Jean-Jacques, Marion, Lucas, Cathie, Norbert, Lysa, Eva, Chloé, Soizic. Merci pour vos heures passées en waders dans l'eau, vos nombreux petits barrages faits avec amour (en tout cas je l'espère) les mains dans l'eau parfois froide de l'Aston et les longues nuits d'attente dans l'espoir de voir cette petite boule de poils. Merci aussi d'avoir été patients durant les longues heures de bip bip à courir après les desmans ou à attendre patiemment à côté des gîtes. Merci à Nicolas Froustey (notre petite Princesse), de nous avoir permis de ne pas oublier ce qu'était d'être présentable, même sur le terrain !

Je tiens aussi à remercier la commune d'Aston de nous avoir accueillis et permis de faire ce suivi. Merci à Antoine Da Luz, président de la société de pêche RIVA, de nous avoir permis la pose de pièges dans les réserves de pêche ainsi qu'au « marquis de Carabas » qui nous a également bien accueillis et nous a permis de piéger le long de ses affluents.

Merci aussi à l'équipe d'EDF, Pierre-Yves Boesch, Théophile Chesneau et Arnaud Grandperret, d'avoir répondu à mes questions concernant les aspects techniques, mais également à Nicolas Tousset, Pierre Gérente et Frédérick Jacob pour la relecture et les corrections apportées à certaines parties de ce rapport.

Enfin merci à l'ENSAT pour m'avoir permis de réaliser ce stage et merci à Christophe Laplanche pour avoir accepté d'être mon tuteur et d'avoir été présent pour répondre à mes questions.



Dessin : Alexis Nouailhat

Et merci petit Desman, même si tu ne dois pas bien comprendre pourquoi certaines personnes se donnent autant de mal à essayer de te voir ou de t'apercevoir... J'ai apprécié les moments passés à préparer des embuscades pour te capturer, un peu moins les nombreuses fois où tu les as déjouées, mais adoré les moments où tu t'es laissé prendre à notre jeu ! Merci d'être aussi mystérieux, c'est ce qui rend la chose encore plus intéressante...

Table des matières

Remerciements	I
Table des matières	III
Table des annexes	VI
Résumé	VII
Abstract	VIII
Glossaire	IX
Liste des sigles et abréviations	XI
INTRODUCTION.....	1
1. Contexte, présentation et objectifs de l'étude	1
2. Le Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées	4
3. Le Desman des Pyrénées	4
3.1. Présentation générale et morphologie.....	4
3.2. Reproduction et comportement social	5
3.3. Régime alimentaire.....	5
3.4. Rythme d'activité	6
3.5. Milieu de vie, domaine vital et gîte	6
3.6. Répartition géographique	7
3.7. Statut de protection et de conservation.....	8
MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	9
1. Présentation du site de l'étude	9
1.1. L'Aston.....	9
1.2. Le barrage de Riète et la centrale d'Aston	10
1.3. Les opérations de transparence.....	11
2. Protocole de capture et manipulation.....	12
2.1. Aspect légal et logistique.....	12
2.2. Les secteurs de capture	12
2.3. La capture	12
2.4. La manipulation et l'équipement de l'animal.....	13

3.	Protocole de suivi par radiopistage	14
3.1.	Suivi par triangulation	14
3.2.	Suivi par « homing-in »	15
3.3.	Relevé des données.....	16
4.	Protocole de description du milieu	16
4.1.	Description des gîtes.....	16
4.2.	Description des habitats.....	16
4.3.	Description des « zones de chasse » : profils en travers.....	17
4.4.	Calcul de la pente : profils en long.....	18
5.	Analyse des données	18
5.1.	Données de radiopistage.....	18
5.2.	Données d'habitats	19
	RÉSULTATS	20
1.	Bilan des sessions de piégeage	20
2.	Captures des individus	20
3.	Suivi par radiopistage	21
3.1.	Les domaines vitaux	22
3.2.	Les rythmes d'activité	24
3.3.	Les déplacements.....	26
3.4.	Les gîtes.....	29
4.	Habitats et « zones de chasse »	31
4.1.	Variations des niveaux d'eau.....	31
4.2.	Habitats et domaines vitaux.....	34
4.3.	Zones de chasse	35
	DISCUSSION ET PERSPECTIVES	37
1.	Bilan technique	37
1.1.	L'opération de transparence	37
1.2.	Taux de réussite des captures d'individus	37
1.3.	Technique de pose, durée de vie et efficacité de l'émetteur.....	38

2. Résultats du suivi par radiopistage	39
2.1. Significativité des résultats	39
2.2. Perturbations liées à la capture	39
2.3. Domaine vital	39
2.4. Organisation sociale	40
2.5. Rythmes d'activité.....	40
2.6. Gîtes.....	42
2.7. Habitats.....	43
3. Analyse critique du travail effectué et pistes de réflexion pour les prochains suivis par radiopistage	43
3.1. Des suivis plus réguliers	43
3.1. Biais expérimental	44
3.2. L'analyse des habitats.....	44
4. Recommandations et éléments de réflexion quant à la gestion du milieu de vie du Desman des Pyrénées	45
4.1. Préservation de la complémentarité TCC – zones « refuges ».....	45
4.2. Protection des berges	45
4.3. Éventuel impact des variations de débits.....	46
4.4. Transports de sédiments suite à une transparence ?	46
5. Conclusion et perspectives.....	47
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	48
ANNEXES	52

Table des annexes

Annexe 1 : Partenaires techniques et financiers du Projet LIFE+ Desman	52
Annexe 2 : Profil en long schématique des galeries, conduites forcées et prises d'eau pour les barrages de Mérens et Riète.....	53
Annexe 3 : Autorisation de capture et/ou manipulation pour l'Aston (et autres secteurs)	54
Annexe 4 : Zone d'étude et secteurs de capture	59
Annexe 5 : Estimation de la marge d'erreur pour la localisation de l'émetteur.....	60
Annexe 6 : Types d'habitats et représentation sur photo	61
Annexe 7 : Localisation des deux secteurs de piégeage lors de la phase 1 de l'action A4	62
Annexe 8 : Temps nécessaire à la découverte du domaine vital par un Desman.....	63
Annexe 9 : Relevés des hauteurs d'eau au niveau des domaines vitaux de Melody et Hélène.....	64
Annexe 10 : Topographies pour une zone de chasse et les zones amont et aval de celle-ci pour Melody (haut) et Hélène (bas)	66
Annexe 11 : Rythmes d'activité comparés de Melody	67
Annexe 12 : Déplacements de Melody pendant tout le suivi.....	69

Résumé

Le programme LIFE+ Desman a pour objectif d'améliorer le statut de conservation du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*), notamment par une meilleure connaissance de l'impact des activités humaines sur l'espèce et son milieu, et la formulation de recommandations en vue de leur atténuation. L'action A4 du programme LIFE+ vise à étudier l'incidence des lâchers d'eau, à l'aval du barrage de Riète (Aston, Ariège) sur les populations de Desman en période de reproduction par la méthode de suivi par radiopistage.

Une 1^{ère} phase de terrain a eu lieu (6 octobre - 13 novembre 2014) afin de tester et affiner le protocole de suivi par radiopistage. Un mâle et une femelle ont été capturés et suivis pendant 6 jours. Une seconde phase s'est déroulée du 28 avril au 2 juin 2015 en vue d'évaluer *in-situ* l'incidence des lâchers d'eau. Seules 2 femelles ont été capturées et suivies pendant environ 3 semaines.

La taille du domaine vital des 4 individus avoisine les 500 mètres et son utilisation varie selon les conditions environnementales (niveaux d'eau, accès aux gîtes,...). En mai, les distances parcourues à chaque sortie et l'activité diurne sont significativement plus élevées qu'en octobre, suggérant un accès à la ressource trophique plus complexe, ou des besoins énergétiques plus élevés, liés à la reproduction par exemple.

Les critères de description de l'habitat utilisés ne permettent pas de mettre en évidence une sélection de ce dernier. Les terrains de chasse (2 à 4 par individu) se trouvent généralement proches de l'extrémité du domaine vital et les gîtes (1 à 3 par individu) sont localisés dans une zone non inondée et facilement accessible au moment de leur utilisation.

Malgré le faible nombre de desmans suivis, ces premiers résultats confirment l'importance du maintien de la connectivité des milieux au sein d'un réseau hydrographique afin de permettre aux individus l'accès permanent à l'ensemble du linéaire, et ainsi de s'adapter aux variations des conditions environnementales.

Mots-clés : Desman des Pyrénées, suivi, radiopistage, hydroélectricité, transparence, utilisation habitat.

Abstract

The Desman LIFE+ project seeks to improve the conservation status of the Pyrenean Desman (*Galemys pyrenaicus*), including better knowledge of the impact of human activities on the species and its habitat, such as hydroelectricity. The A4 action aims to study the impact of water releases downstream of the Riète dam (Aston, Ariège), on Desman populations during the breeding season, using radio tracking.

A first field work (October 6 to November 13, 2014) took place to assess and refine radio tracking protocol. A male and a female were caught and tracked for 6 days. A second field work (April 28 to June 2, 2015) took place to assess *in-situ* the impact of water releases. Only 2 females were caught and tracked for about 3 weeks.

The home range size was about 500 meters and its use varies depending on environmental conditions (such as water levels, entrance to resting sites...). In May desmans are more active and travel longer distances during their trips than in October, suggesting a more difficult access to the food or higher energy requirements related, for instance, to the reproduction.

Habitat parameters used here do not highlight habitat selection by the Desman. Hunting areas (2 to 4 per Desman) appears to be situated close to the home range extremity. Resting sites (1 to 3 per Desman) are located in a non-flooded area and easy to reach when used.

Despite the low number of tracked desmans, those first results confirm the significance of maintaining the connectivity between stream and affluent in order to allow desmans to travel from one to another and adapt to the environmental conditions.

Keywords: Pyrenean Desman, tracking, radio tracking, hydroelectricity, water releases, habitat use.

Glossaire

Domaine vital : aire traversée par un individu au cours de ses activités normales de recherche de nourriture, de reproduction et de soins aux jeunes (Burt, 1943). Dans notre cas, il correspond au plus petit linéaire de cours d'eau incluant l'ensemble des localisations effectuées (en mètre).

Éphéméroptères : ordre d'insectes dont les larves (3 à 35 mm selon l'espèce) sont aquatiques et les adultes aériens et dépourvus de pièces buccales et de tube digestif (ils n'assurent que la reproduction et ne vivent que de quelques heures à quelques jours). Les larves se nourrissent d'algues et certaines espèces sont suspectées d'être carnivores (Opie-benthos, 2015).

Étiage : niveau annuel le plus bas atteint par un cours d'eau.

Gammarès : invertébrés omnivores et détritivores se nourrissant de déchets végétaux et de phytoplancton, de l'ordre des Amphipodes, abondante et commune dans la plupart des rivières françaises. Ce sont de bons marqueurs biologiques et bioindicateurs de la qualité de l'eau (Irstea, 2010).

Gîte : lieu de repos du Desman.

IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) : méthode standardisée permettant de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau. Elle permet d'attribuer une note (de 0 à 20) qui intègre à la fois l'influence de la qualité physico-chimique de l'eau et l'influence des caractéristiques morphologiques et hydrauliques du cours d'eau (Archambault & Dumont, 2010). Elle est basée sur la présence ou l'absence de certains taxons bioindicateurs pollu-sensibles ainsi que sur la richesse faunistique globale du site.

Mire : grande règle graduée (dans notre cas, 5 mètres).

Module : débit moyen interannuel (synthèse des débits moyens annuels (QMA) d'un cours d'eau sur une période de référence - au moins 30 ans de mesures consécutives). Il permet de caractériser l'écoulement d'une année « moyenne ».

Nasse : piège, de type verveux, posé dans le cours d'eau permettant la capture d'animaux.

Nuits-piège : reflète la pression de piégeage d'une opération : il s'agit du nombre total de pièges posés afin de capturer le Desman lors d'une opération donnée.

Organes d'Eimer : systèmes sensoriels où l'épiderme est modifié pour former une papille.

Plécoptères : ordre d'insectes inféodés aux eaux fraîches et courantes, dont les larves sont toutes strictement aquatiques. Ils se nourrissent principalement de débris organiques fins et d'algues, et vivent généralement 1 an ou moins (sauf quelques espèces dont le développement nécessite deux ans pour accomplir leur cycle) (Opie-benthos, 2015).

Profil en travers : coupe perpendiculaire à l'axe du cours d'eau permettant une caractérisation de la topographie de ce dernier ainsi que du type de substrat présent.

Radiopistage : méthode de suivi d'un animal (dans notre cas) équipé d'un émetteur radio VHF (Very High Frequency), permettant un suivi à distance et en temps réel.

Transparence : gestion spécifique de retenues hydroélectriques au regard du transport solide des rivières afin d'assurer la circulation des matériaux et de préserver ainsi le stock alluvial du lit en aval du barrage.

Trichoptères : ordre d'insectes volants apparentés aux papillons (mais ne possédant jamais de trompe enroulée) dont les larves sont aquatiques. Certaines espèces de larves construisent un fourreau (étui) qui protège leur abdomen mou (Opie-benthos, 2015).

Vanne à jet creux : vanne circulaire, adaptée pour les grandes charges d'eau, installée sur la vidange d'un barrage ou d'une conduite forcée. Elle permet de briser l'énergie cinétique de l'eau et est réglable jusqu'à la fermeture totale.

Liste des sigles et abréviations

AC : Analyse des correspondances

ANA : Association des Naturalistes de l'Ariège

CEE : Communauté Économique Européenne

CEN-MP : Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées

CPIE : Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FAC : Fédération Aude Claire

FRNC : Fédération des Réserves Naturelles Catalanes

GEH : Groupe d'Exploitation Hydraulique

GREGE : Groupe de Recherche et d'Étude pour la Gestion de l'Environnement

IBGN : Indice Biologique Global Normalisé

PNA : Plan National d'Actions

PNP : Parc National des Pyrénées

PNR PC : Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes

TCC : Tronçon court-circuité

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

INTRODUCTION

1. Contexte, présentation et objectifs de l'étude

Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*), petit mammifère semi-aquatique, n'a été décrit qu'en 1811 par Etienne Geoffroy Saint-Hilaire. Endémique des cours d'eau pyrénéens



Figure 1 : Desman des Pyrénées
Photo : Émile Poncet

et du quart nord-ouest de la péninsule ibérique, son aire de répartition est très restreinte. Il figure sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) dans laquelle il est classé espèce Vulnérable, ce qui implique qu'il est soumis à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage. Du fait de ses mœurs plutôt nocturnes, de sa discrétion naturelle, de sa petite taille et de son habitat parfois peu accessible, les

connaissances sur le Desman sont assez faibles. Il est donc nécessaire d'en acquérir de nouvelles afin de mettre en place des mesures de conservation et de gestion de l'espèce et de ses habitats.

Un plan national d'actions (PNA) en faveur du Desman des Pyrénées, piloté par la DREAL Midi-Pyrénées, a ainsi été mis en place depuis 2010 et prendra fin en décembre 2015. Coordonné par le Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées (CEN-MP), il vise à améliorer les connaissances sur l'espèce, à contribuer à sa conservation et à sa gestion ainsi qu'à celle de ses habitats, mais aussi à créer un réseau de coopération. Le CEN-MP coordonne également depuis le 1^{er} juin 2014 et jusqu'en 2019 un projet LIFE+ Nature dédié au Desman. L'outil financier LIFE+ permet le financement de projets qui contribuent au développement et à la mise en œuvre de la politique et du droit en matière d'environnement et de climat. Le LIFE+ Nature focalise ses actions sur la consolidation du réseau Natura 2000 et permet un cofinancement à hauteur maximale de 50% pour une espèce comme le Desman (CEN-MP, 2015). Le projet LIFE+ Desman vise, à travers 29 actions, à améliorer de façon pérenne et démonstrative le statut de conservation de l'espèce sur 11 sites Natura 2000, et à plus long terme à l'échelle des Pyrénées via la transposition des méthodes et outils élaborés (CEN-MP, Programme en bref, 2014). Ce projet implique de nombreux partenaires techniques et financiers (Annexe 1) dont les compétences diverses participent à son bon déroulement (Figure 2).

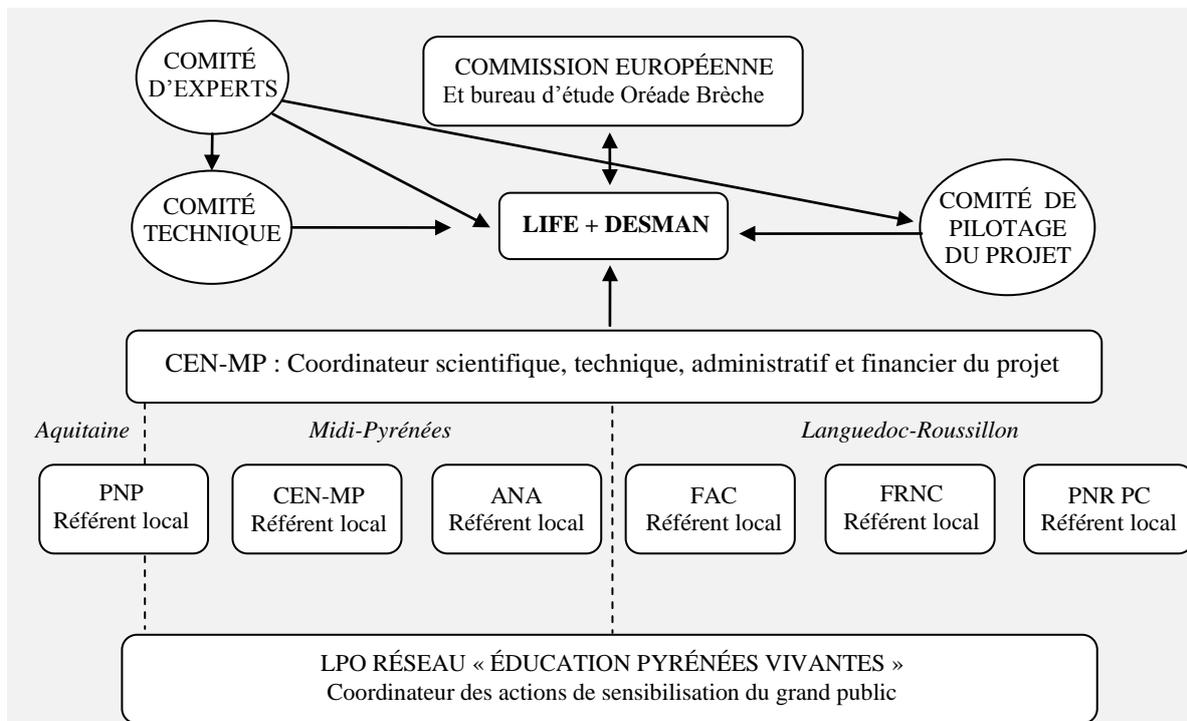


Figure 2 : Organigramme simplifié du Projet LIFE+ Desman
Source : modifié d'après CEN-MP, Organigramme, 2014

Un des objectifs du programme LIFE+ Desman vise à adapter certaines pratiques et gérer les habitats du Desman pour concilier sa conservation et le maintien des activités humaines. Une des principales activités visées est la production d'hydroélectricité, largement implantée dans les Pyrénées depuis une centaine d'année. C'est un processus permettant la conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique. La France est le 2^{ème} pays européen producteur d'hydroélectricité, après la Norvège (FranceHydroElectricité). Elle constitue une énergie renouvelable et est de plus en plus développée sur le territoire français car elle permet un apport en électricité extrêmement rapide selon la demande (énergie de pointe notamment).

Cependant le barrage, comme toute retenue d'eau, va impacter le milieu de deux grandes manières : il va créer une barrière physique mais aussi modifier les paramètres physiques, chimiques et biologiques du milieu. En effet, quelle que soit sa capacité, il va changer le faciès d'écoulement en modifiant plus ou moins temporairement l'hydrologie naturelle des cours d'eau (CNRS, 2001). En aval immédiat du barrage, le cours d'eau peut être soumis à des variations de débits notamment à l'occasion de crues ou de fontes nivales. Jusqu'à l'usine hydroélectrique, ce tronçon est dit « court-circuité » et est soumis à un débit artificiel égal à minima au débit réservé. L'article L.214-18 du code de l'environnement impose en effet à tout ouvrage transversal dans le lit d'un cours d'eau (seuils et barrages) de maintenir dans ce dernier un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage (Legifrance.gouv,

2015). La partie aval de la centrale est également impactée (au niveau de la température notamment) car elle est le lieu de restitution des eaux.

Les transports des sédiments peuvent changer du fait de cette barrière physique mais aussi lors des différents lâchers d'eau, ce qui va alors entraîner une modification du substrat. Des modifications chimiques peuvent aussi intervenir et, combinées aux changements physiques, elles peuvent avoir un impact sur les invertébrés benthiques (Afonso Marcos, 2004), source de nourriture pour le Desman.

Une approche de l'influence des aménagements sur la répartition du Desman à l'échelle des Pyrénées et du bassin versant du Salat (09) a été testée sans pouvoir conclure à un impact, probablement du fait de la sous-estimation de l'emprise de l'hydroélectricité dans les Pyrénées (Charbonnel, 2015). Dans le cadre du PNA, une première étude (suivi génétique de fèces et captures) a été menée dans l'Aude lors d'une augmentation forte du régime hydraulique en lien avec des travaux sur des aménagements hydroélectriques d'EDF. Ce travail a permis de mettre en évidence un impact important caractérisé par une forte diminution des populations de desmans dans le cours d'eau, qui ont tout de même une capacité de résilience due au caractère temporaire de l'impact (Gillet, 2015). Aussi, au regard de l'ampleur de cette activité et de la répartition fragmentée du Desman, une des actions du programme LIFE cible cette problématique. Il s'agit de s'intéresser à l'incidence des lâchers d'eau sur le comportement et la survie des desmans en période de reproduction par la méthode de suivi par radiopistage. Elle se décline en trois phases :

- Octobre 2014 : tests techniques afin de définir le protocole de suivi par radiopistage.
- Mai 2015 : suivi par radiopistage avant, pendant et après la transparence du barrage de Riète, afin d'évaluer les impacts sur le comportement et la mortalité des desmans.
- 2017 : suivi par radiopistage lors d'une autre transparence afin d'évaluer les mesures d'atténuation mises en œuvre en 2016.

Le présent travail se base sur le deuxième temps de cette action, à savoir le suivi par radiopistage du Desman, sur le site atelier de la rivière Aston, en aval du barrage de Riète, en Ariège. Le but de ce suivi est de répondre à la question suivante : ***quels sont les impacts des variations hydrauliques dues à la transparence, ou plus largement aux variations de débits, sur le comportement et la survie des desmans ?***

Par le biais du radiopistage, nous essaierons de mieux cerner les rythmes d'activité et les domaines vitaux du Desman, ainsi que ses gîtes et ses zones de chasse, mais nous essaierons également de caractériser ses habitats préférentiels en lien direct avec les variations de débit liés à la gestion hydroélectrique du barrage.

2. Le Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées

C'est tout naturellement que le CEN-MP s'est de nouveau engagé pour la protection du Desman avec le projet LIFE+ Nature. En effet, cette association loi 1901 à but non lucratif et agréée au titre de la protection de l'environnement, créée en 1988, a pour objectif la conservation des espèces, des milieux et des paysages naturels.

Le conservatoire, dirigé par Daniel Marc, compte 18 salariés, un conseil d'administration présidé par Hervé Brustel, un conseil scientifique et moins d'une centaine d'adhérents bénévoles. Les profils des salariés sont variés et les domaines de compétences qui en découlent aussi. On y trouve des spécialistes de l'avifaune, des chiroptères, du Desman, des invertébrés ainsi que des botanistes et des gestionnaires d'habitats.

3. Le Desman des Pyrénées

3.1. Présentation générale et morphologie

Le Desman des Pyrénées, *Galemys pyrenaicus*, parfois appelé rat-trompette, est un petit mammifère insectivore semi-aquatique de la famille des *Talpidae* et de la sous-famille des *Desmaninae*. Il est l'une des deux espèces de cette sous-famille qui comprend également le Desman de Russie, *Desmana moschata*. Son corps mesure entre 24 et 27 centimètres (avec une queue occupant un peu plus de la moitié de sa longueur totale), et pèse en



Figure 3 : Desman des Pyrénées
Photo : Nicolas Froustey / GREGE

moyenne 60 grammes. Il est reconnaissable par sa trompe mobile et préhensible, résultat de la coalescence des narines et de la lèvre supérieure. C'est par cet organe que le Desman utilise son sens le plus développé : celui du toucher. En effet, sa trompe est munie de vibrisses se situant proche de la tête ainsi que de nombreux organes d'Eimer (Némoz & Bertrand, 2010). Il possède des pattes palmées munies de griffes qui lui servent à se maintenir dans l'eau et hors de l'eau. Ses pattes postérieures jouent un rôle propulseur lors de la nage. Sa fourrure est constituée de deux couches de poils permettant la formation d'une couche d'air ayant un rôle à la fois protecteur contre le froid mais aussi imperméabilisant lorsque le Desman est immergé. Ses yeux sont quant à eux minuscules et cachés par sa fourrure, tout comme ses oreilles, du fait de l'absence de pavillon externe.

3.2. Reproduction et comportement social

Il n'existe pas de dimorphisme sexuel chez le Desman des Pyrénées. De plus, la femelle possède un clitoris qui ressemble fortement au pénis du mâle (Richard, 1986).

Femelles et mâles utilisent des gîtes séparés et ne semblent se tolérer que lors de la reproduction (Némoz & Bertrand, 2010). Cependant, des études plus récentes montrent que les desmans peuvent occuper des gîtes communs, voire les fréquenter en même temps, qu'ils soient de sexes opposés ou non (Melero *et al.*, 2011). Contrairement aux résultats obtenus sur le caractère solitaire et parfois agressif du Desman (Stone & Gorman 1985 ; Stone 1987a ; Richard & Vallette Viallard 1969), des données récentes montrent que les desmans ne semblent pas s'éviter les uns les autres et que les rencontres peuvent durer jusqu'à 10 minutes (Melero *et al.*, 2014). Nous ne possédons que peu d'informations quant à la reproduction des desmans du fait de leur discrétion et de leur résistance quasi nulle à la captivité lorsqu'ils doivent cohabiter. La période d'activité sexuelle du mâle s'étend de novembre à fin juin. Concernant les femelles, trois pics de gestation sont observés : en février, en mars et en mai, séparés d'environ 5 semaines. On trouve en moyenne 4 embryons par portée (Richard, 1986). Aucune observation n'a été faite quant à l'éducation des jeunes, bien que Richard (1986) rapporte qu'une personne a observé (en juin) des jeunes suivant leur mère à la queue-leu-leu.

3.3. Régime alimentaire

Au vu de la difficulté d'observation de cet animal en milieu naturel, des analyses du contenu stomacal ont été réalisées afin de connaître ses habitudes alimentaires (Puisségur, 1935). Il apparaît alors que le Desman des Pyrénées se nourrit principalement de larves d'invertébrés, et qu'il entre dans l'eau pour chasser ses proies et les mange ensuite sur les berges, et semble plonger ses proies dans l'eau avant de les déguster lorsque celles-ci sont capturées hors de l'eau (Richard, 1973). Il reste généralement immergé 1 minute et peut rester en apnée jusqu'à 4 minutes si besoin (Richard & Micheau, 1975). Il se nourrit notamment de plécoptères, trichoptères et éphéméroptères, mais aussi de gammarès et d'insectes terrestres.

Deux familles de trichoptères rhéophiles et ne construisant pas de fourreaux (les *Rhyacophilidae* et les *Hydropsychidae*) semblent constituer la base du régime alimentaire du Desman (Bertrand, 1994 ; Castién & Gosálbez, 1995). Après une étude plus complète sur le régime alimentaire du Desman (Gillet, 2015), 26 ordres, 77 familles, 130 genres et 120 espèces d'invertébrés ont été identifiés. L'ordre le plus fréquent était *Ephemeroptera* (86%) dans lequel est incluse la famille *Heptageniidae* (59%). Le genre le plus fréquent était quant à lui *Baetis*

(56%) (famille *Baetidae*). Les espèces ayant les fréquences d'occurrence les plus élevées (37%) étaient *Rhithrogena sp*, *Baetis rhodani* et *Hydropsychidae dinarica*.

Le Desman apparaît donc comme une espèce au régime alimentaire très spécialisé (Némoz & Bertrand, 2010), dont les proies sont très sensibles aux modifications physico-chimiques de l'eau (Santamarina, 1992), ce qui fait également de lui une espèce sensible à toute modification du milieu.

3.4. Rythme d'activité

Le Desman des Pyrénées passe la plupart de son temps dans l'eau. Les périodes de repos se font hors de l'eau. Selon Richard (1986), il passe la plupart de son temps à parcourir son domaine vital où il alterne périodes de repos et d'activité, mais le vrai sommeil (qui dure plusieurs heures) n'intervient que toutes les 3 ou 4 heures. Bien qu'il ait un rythme d'activité diurne et nocturne, il semble qu'il soit plus important pendant la nuit (Richard, 1986). Sur une période de 24 heures, un animal passe approximativement 53% de son temps au sein de son gîte, 45% se nourrissant activement et bougeant le long du cours d'eau, et 2% se reposant hors de son gîte principal (Stone, 1987a).

Pour certains auteurs (Stone & Gorman, 1985), le Desman paraît synchronisé avec ses voisins. Il semble en effet quitter son repère aux mêmes moments de la journée que ces derniers pour se déplacer de la même manière et ainsi éviter le contact. Cependant, des études récentes (Melero *et al.*, 2011 et 2014) montrent que les desmans peuvent cohabiter sur un domaine vital, sans forcément s'éviter les uns les autres.

Le Desman semble s'adapter au débit présent dans son cours d'eau. En effet, une étude sur le Salat en Ariège (Bertrand, 1987) montre que plus le débit du cours d'eau est important, plus le Desman est actif.

3.5. Milieu de vie, domaine vital et gîte

En France, les milieux de vie du Desman des Pyrénées sont les cours d'eau pyrénéens, au relief tourmenté avec des eaux vives, froides et fortement oxygénées (Peyre, 1956). Selon Trutat (1891), il apprécie les petits ruisseaux, les canaux de fuite et les prairies marécageuses. Une étude récente montre que la probabilité d'occupation de l'espèce est plus élevée dans les cours d'eau présentant de nombreux affluents et où les débits sont plus forts (Charbonnel, 2015). L'espèce a également été observée dans un étang artificiel (ancienne pisciculture, étang de Cailloung dans le Donezan) et dans des lacs d'altitude jusqu'à plus de 2000 mètres (Bertrand, 1994 ; Blanc & Némoz, 2014 ; Némoz et Bertrand, 2010). La limite altitudinale

inférieure d'observation est proche de 80 mètres dans les Pyrénées-Atlantiques (La Bidouze), mais s'élève rapidement, et est rarement inférieure à 450 mètres sur le reste de la chaîne pyrénéenne française. La plus basse observation de Desman à l'est est à 360 mètres d'altitude (ruisseau de Saint Jaume) (Gillet, 2015).

Le Desman restreint son lieu de vie à un cours d'eau, sur un linéaire pouvant varier de 300 (pour la femelle) à 430 mètres (pour le mâle) selon Stone (1985, 1987b), mais des domaines vitaux plus importants ont été rapportés par Melero *et al.* (2011) avec une moyenne de 523 mètres (501±101 mètres en moyenne (n=7) pour les femelles et 537±107 mètres pour les mâles (n=8)). D'autres auteurs raisonnent en surface utilisée par le Desman et donnent des domaines vitaux variant de 1188m² à 2958m² (pour des juvéniles avec un comportement exploratoire probablement) (Chora & Quaresma, 2001).

Il occupe les cavités naturelles des berges (Puisségur, 1935 ; Stone, 1987b ; Melero *et al.*, 2011 ; GREGE, 2014), et il est possible qu'il occupe des terriers creusés par d'autres espèces, mais il paraît peu probable, selon Puisségur, Peyre et Trutat, qu'il creuse lui-même ses cavités, du fait de l'anatomie de ses pattes antérieures, pourvues de griffes toujours intactes. Deux types de gîtes sont utilisés par le Desman : un gîte principal utilisé lors de longues périodes et un gîte temporaire habité moins fréquemment et pour de courtes périodes de repos, entre 10 et 15 minutes. Une étude récente (Melero *et al.*, 2011) a confirmé l'existence de plusieurs gîtes, qui semblent posséder une structure simple : une entrée toujours submergée, une pente ascendante qui s'éloigne du cours d'eau, et un unique passage menant au terrier pouvant être situé jusqu'à 1 mètre du cours d'eau (Stone, 1987b). Le choix du site de repos semble dépendre du niveau de l'entrée par rapport à la surface de l'eau (Melero *et al.*, 2011). Nous apprenons également par Stone (1987b) que ce terrier d'environ 15 centimètres de diamètre contient généralement des petites brindilles, des feuilles et de l'herbe constituant une petite sphère

3.6. Répartition géographique

Le Desman des Pyrénées est une espèce qui ne se trouve que dans 4 pays (France, Andorre, Espagne, Portugal) et possède une aire de répartition très restreinte. Il n'est présent que dans les Pyrénées et dans le nord-ouest de l'Espagne ainsi que le nord du Portugal.

Les travaux de prospection par recherche de fèces menés en France dans le cadre du PNA entre 2011 et 2013 permettent d'avoir une bonne représentation de sa répartition actuelle. Il est présent dans l'ensemble de la chaîne pyrénéenne française, mais avec un fort gradient de répartition ouest/est, caractérisé par moins de sites de présence à l'ouest (Pyrénées-

Atlantiques, Hautes-Pyrénées, Haute Garonne et quart ouest de l'Ariège) tandis que les populations sont beaucoup plus présentes et abondantes à l'est (reste de l'Ariège, Aude et Pyrénées-Orientales), et il semblerait que son aire de répartition soit de plus en plus fragmentée. Les données collectées dans le cadre du PNA (2011 à 2013) confirme ce déclin et l'évalue à environ 60% (Charbonnel, 2015).

Cette faible présence mondiale ainsi que sa régression au cours des siècles (Figure 4) nous font comprendre l'importance et la nécessité des efforts de conservation à mettre en place pour cette espèce.

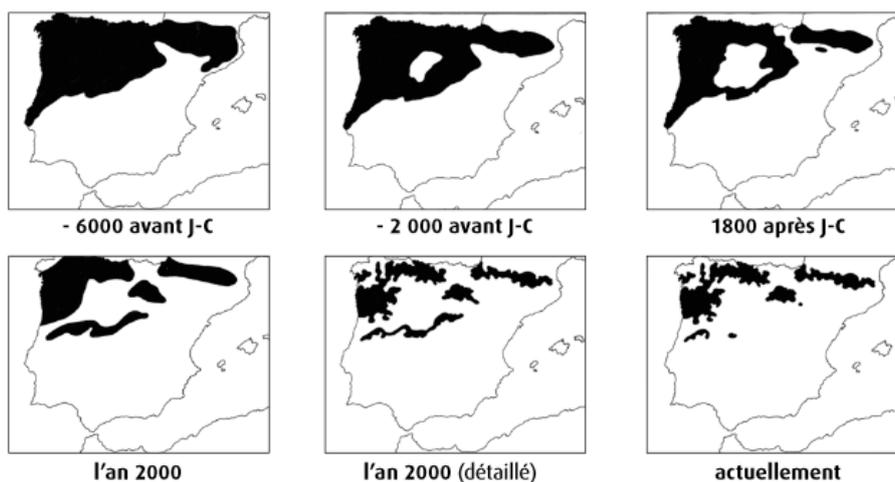


Figure 4 : Estimation de l'évolution de la répartition du Desman des Pyrénées de -6000 à 2011
 Source : Némoz & Bertrand, 2010

3.7. Statut de protection et de conservation

En France, le Desman des Pyrénées est une espèce protégée par l'article L441-1 du Code de l'Environnement et par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007. Au niveau international, il figure à l'annexe II de la convention de Berne ainsi qu'aux annexes II et IV de la directive européenne « Habitats Faune-Flore » CEE 92/43 du 21 mai 1992 (Némoz & Bertrand, 2010). C'est une espèce classée Vulnérable dans la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) depuis 1996 (Fernandes *et al.*, 2008). Enfin, concernant les pays qui hébergent le Desman, il est considéré comme espèce « Rare » dans le livre rouge français, « Vulnérable » en Espagne dans l'« Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España » et « En danger critique » dans le système central. Il est « Vulnérable » au Portugal dans le « Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal » et enfin protégé par décret en Andorre (Némoz & Bertrand, 2010).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Présentation du site de l'étude

1.1. L'Aston

La zone d'étude se situe dans la commune d'Aston, le long de la rivière Aston (affluent de l'Ariège), dans le département de l'Ariège, en aval du barrage de Riète.

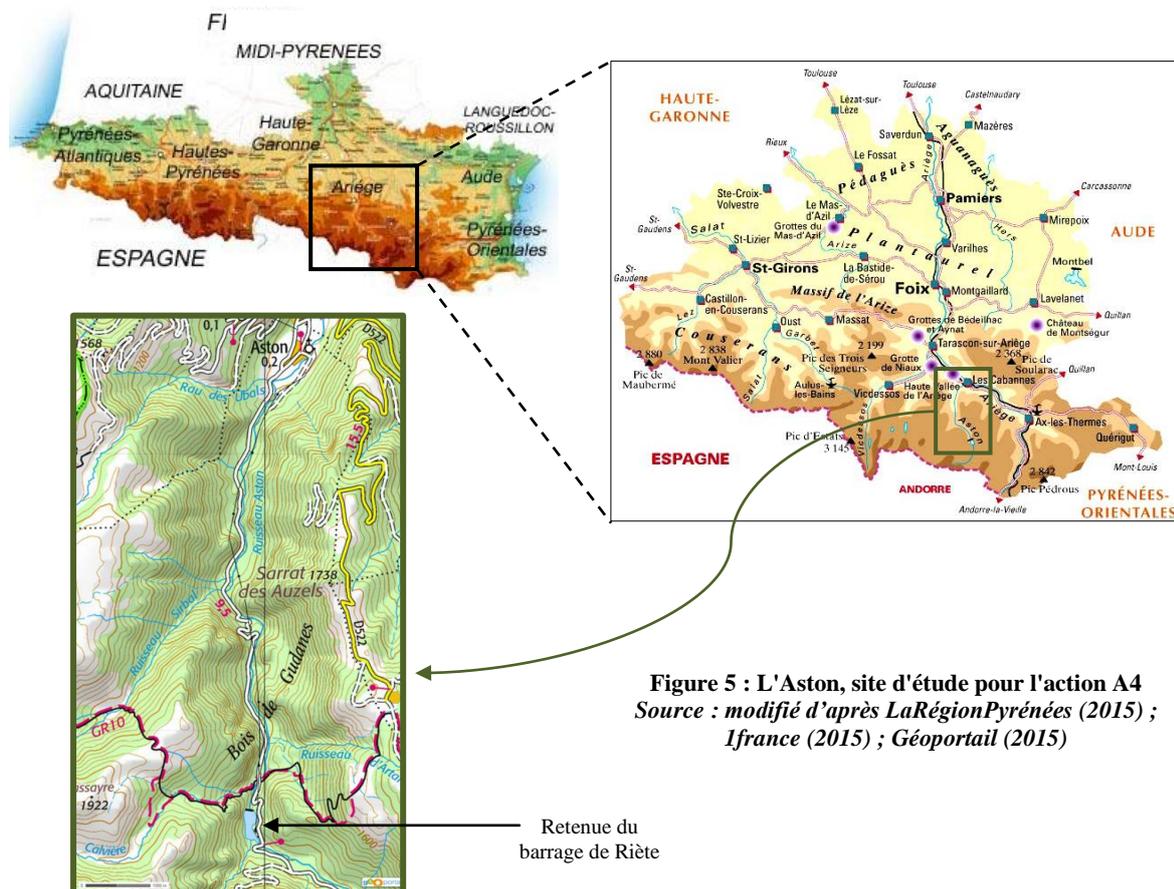


Figure 5 : L'Aston, site d'étude pour l'action A4
Source : modifié d'après La Région Pyrénées (2015) ;
France (2015) ; Géoportail (2015)

L'Aston est long de 23,5 km (Sandre, 2012) et prend sa source dans les Pyrénées ariégeoise, à près de 2000 mètres d'altitude. Il est typique de haute montagne (eaux rapides, froides et bien oxygénées) et connaît des variations de débits bien marquées dues notamment à la fonte des neiges au printemps, mais fortement perturbées par la présence de plusieurs barrages et conduites forcées. Il s'agit d'un cours d'eau qui possède les caractéristiques permettant d'accueillir les truites (l'habitat du Desman est souvent apparenté à celui des truites), à savoir une eau de qualité avec un débit suffisant et une température relativement basse, des ressources trophiques (zooplancton, larves diverses, poissons fourrage...), des caches naturelles et des zones de frayères propres et non colmatées (Hudry, 2015). Le seul paramètre manquant est la libre circulation permettant la montaison des géniteurs et l'avalaison des juvéniles, complexifiée ici par la présence d'ouvrages hydroélectriques.



Figure 6 : L'Aston
Photo : Vincent Lacaze / ANA-CEN-CPIE d'Ariège

Le site d'Aston a été choisi pour cette action car il s'agit d'un site où la présence du Desman est bien connue et sur lequel des opérations de transparence de barrages ont lieu annuellement. C'est aussi un site atelier pour de nombreuses actions du programme LIFE+.

1.2. Le barrage de Riète et la centrale d'Aston

Le barrage de Riète a vu sa construction débuter en 1954 et a été mis en service en 1956 par EDF. A une altitude de 1092 mètres, cet aménagement possède un volume utile de 800 000 m³ pour une surface de lac de 8 hectares et une hauteur maximale hors sol de 34 mètres pour une longueur en crête de 130 mètres.



Figure 7 : Barrage de Riète
Photo : Marjolaine Petit

Mise en service en 1947, la centrale hydraulique d'Aston est l'usine la plus importante pour la production hydroélectrique de la chaîne des Pyrénées. Un système de 12 prises d'eau permet de l'alimenter. Elle possède une hauteur de chute de 511 mètres, une puissance maximum de 101 MW, et le productible moyen annuel est de 392 millions de kWh. Le tronçon de cours d'eau étudié se situe entre le barrage et l'usine hydroélectrique, il s'agit donc d'un tronçon court-circuité, et il est donc soumis à un débit réservé qui ne doit pas être inférieur au 1/20^{ème} du module.

1.3. Les opérations de transparence

Principes généraux et impacts éventuels

Les opérations de transparence ont pour but d'atteindre 3 principaux objectifs : rétablir le transport solide dans la partie aval du cours d'eau (après le barrage), limiter les risques d'accumulation de sédiments et de dégradation de la qualité de l'eau dans la retenue, et enfin réduire la vitesse de comblement de cette dernière afin de garantir la sûreté à long terme des barrages (GAY Environnement, EDF, & Agence de l'eau Adour-Garonne, 2002).

Les rapports d'étude d'ECCEL Environnement (2010 et 2014) montrent que les conséquences immédiates (suivi toutes les 15 minutes) de l'opération de transparence du barrage de Riète sont une hausse de la concentration en matières en suspension ainsi qu'en ammonium, une augmentation de la température de l'eau et une diminution de la concentration en oxygène. Les opérations de transparence ne semblent pas perturber la répartition de la faune piscicole et des invertébrés aquatiques de l'Aston en aval du barrage (ECCEL Environnement, 2011). Cependant, pendant la transparence, il est probable que le débit important du cours d'eau ainsi que l'apport de matières en suspension perturbent les populations locales en les faisant dériver plus en aval.

La complexité de la gestion de tels systèmes hydrauliques (GEH Aude-Ariège, 2012)

Le barrage de Riète constitue une retenue qui permet de compléter le débit arrivant depuis le barrage de Mérens (Annexe 2). L'opération de transparence ne peut avoir lieu que de mai à septembre (hors saison du frai), et est déclenchée lorsque le débit calculé sur l'ensemble du bassin versant à l'amont de Riète est supérieur ou égal à $15 \text{ m}^3/\text{s}$. La veille de l'opération, les prises d'eau de Sirbal et Calvières doivent être ouvertes l'une après l'autre pour assurer une augmentation progressive du débit à l'aval du barrage. Le jour de l'opération, le jet creux est fermé pour éviter l'apport de sédiments dans la galerie et l'abaissement de la retenue se fait par la vanne de fond du barrage dont le débit ne peut croître au maximum que de $5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 15 minutes. Durant la phase d'abaissement du plan d'eau, le sur-débit par rapport au débit entrant ne peut dépasser $20 \text{ m}^3/\text{s}$ et le débit sortant sera limité à $35 \text{ m}^3/\text{s}$ au maximum. A l'issue de l'abaissement du plan d'eau, l'ouvrage est mis en transparence pour un débit entrant de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ jusqu'au lendemain matin, soutenu par l'usine de Laparan (en amont) si nécessaire.

2. Protocole de capture et manipulation

2.1. Aspect légal et logistique

Le Desman des Pyrénées étant une espèce protégée, des autorisations préfectorales sont nécessaires afin de pouvoir le capturer et/ou le manipuler (Annexe 3). De plus, afin de limiter les risques pour l'espèce, les manipulations ont lieu en présence de vétérinaires spécialisés en Faune Sauvage. La mise en place d'un tel suivi étant complexe, le projet a nécessité des moyens humains très importants et la mobilisation de nombreuses personnes et partenaires.

2.2. Les secteurs de capture

Les secteurs de capture sont choisis à la fois pour leur possibilité de piégeage (accès au cours d'eau) et pour la possibilité de suivi du radiopistage (accès piéton possible le long du cours d'eau). Ils doivent également se situer dans les réserves de pêche de la société Riva afin de ne pas provoquer de dérangement dans les zones de pêche. Pour des questions logistiques et de sécurité, le linéaire choisi ne recouvrait que 4 secteurs (piscine, Ubals, camp et îlot, voir Annexe 4), mais la difficulté pour piéger sur l'Aston (largeur et très forts débits) a nécessité de multiplier les zones de piégeage sur l'ensemble des affluents aux largeurs et débits plus faibles. Il s'est alors étendu jusqu'au Sabalprat, puis au Sirbal, près de 4km en amont.

2.3. La capture

Afin de capturer les desmans, différents modèles de pièges spécifiques sont fabriqués sur mesure à partir de modèles de nasses utilisées pour les poissons, mais adaptés à l'espèce : taille de la maille réduite, ajout d'une « chaussette » en filet fin maintenue hors de l'eau afin que le Desman s'y réfugie pour respirer, se sécher et se reposer une fois pris au piège.

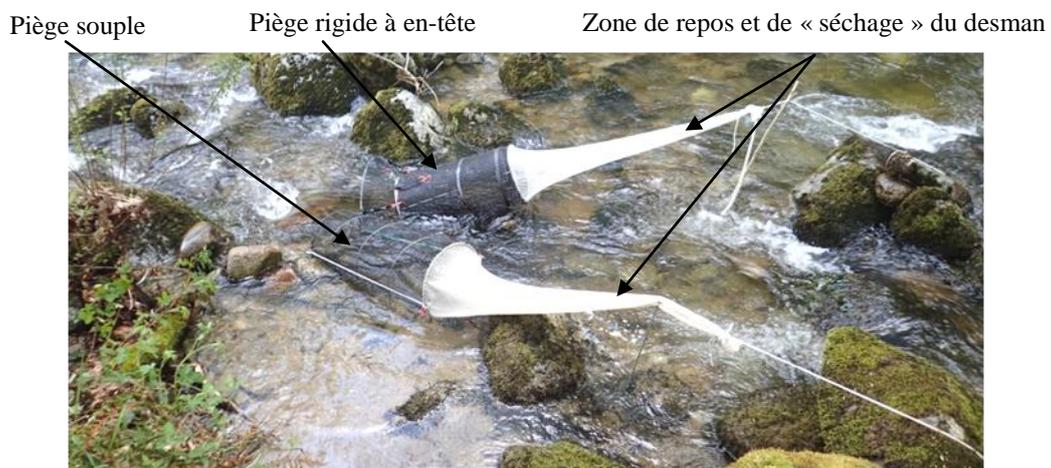


Figure 8 : Pièges utilisés pour la capture du Desman
Photo : Melody Lim. Fabriquant pièges : Yves Roudier (Brie-sous-Mortagne, 17)

Selon la force du courant et le type de milieu, différents pièges sont utilisés : souple et petit ou grand rigide (tous avec ou sans en-tête). Des pièges à ailettes sont aussi utilisés pour bloquer un bras ou un affluent lorsque cela est possible et reproduire un effet entonnoir afin de guider le Desman vers l'entrée du piège (Figure 9).



Figure 9 : Pièges à ailettes
Photos : Christine Fournier / GREGE

Les entrées des pièges sont posées côté aval pour piéger le Desman lorsqu'il remonte le courant et les veines de courant assez fort et les berges sont privilégiées pour la pose des pièges. Pour l'étanchéité au niveau du fond, des pierres sont disposées pour éviter qu'un animal se coince et pour optimiser les chances d'entrée du Desman dans le piège. Pour la recapture, les pièges sont disposés proche du gîte ou au niveau des zones de chasse connues. Ils sont posés l'après-midi pour être opérationnels dès la tombée de la nuit (rythme d'activité plutôt nocturne de l'animal) et sont contrôlés toutes les heures et demie. Cela permet d'éviter qu'un animal ne reste trop longtemps dans un piège une fois capturé et minimise les risques liés à la capture, tout en réduisant les passages pour ne pas perturber trop fréquemment la zone de piégeage. Les contrôles sont effectués de 20h00 à 7h00 du matin environ, puis les pièges sont retirés du cours d'eau (exceptés durant les 2 jours avant la date théorique de la transparence : pression de piégeage augmentée et piégeage jour et nuit).

2.4. La manipulation et l'équipement de l'animal

Une fois capturé, le Desman est directement placé dans une petite poubelle en plastique avec couvercle en le transférant par la chaussette afin d'éviter une prise en mains. Cela lui permet de se sentir en sécurité, d'être à l'obscurité pour retrouver son calme et de se sécher durant environ 10 minutes. Une fois jugé calme, il est attrapé à la main pour être manipulé (sans anesthésie) : il est sexé, pesé et équipé d'un transpondeur sous-cutané (afin de l'identifier par le futur) et d'un émetteur dans le bas du dos. Des prélèvements de poils et fécès ont lieu, si possible, pour analyses génétiques et trophiques. L'émetteur (fréquence d'émission entre 150 et 151 MHz) pèse 0,70 grammes (< 2% du poids du Desman) et a une durée de vie théorique de 35 jours. Il est posé au dessus de l'insertion de la queue à l'aide d'une colle chirurgicale, après coupe d'environ 1 cm² de poils à mi-hauteur afin de permettre

de coller l'émetteur et de le recouvrir ensuite par les poils non coupés autour. L'antenne est ensuite coupée de 2/3 afin qu'elle reste plaquée à la queue du Desman sans le gêner.

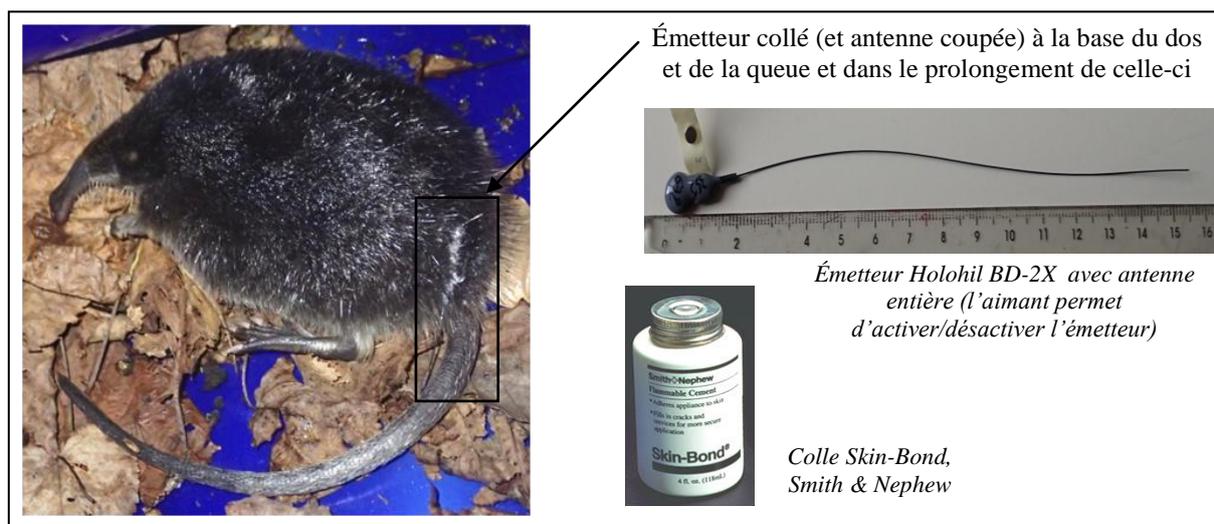


Figure 10 : Desman des Pyrénées équipé avec un émetteur + colle et émetteur utilisés pendant la manipulation
Photos : desman et émetteur : Melody Lim ; colle : Rdrugsetc.com

3. Protocole de suivi par radiopistage

Le radiopistage est une méthode permettant le suivi à distance et en temps réel d'un animal équipé d'un émetteur qui émet une certaine fréquence captée et reçue par un récepteur via une antenne.

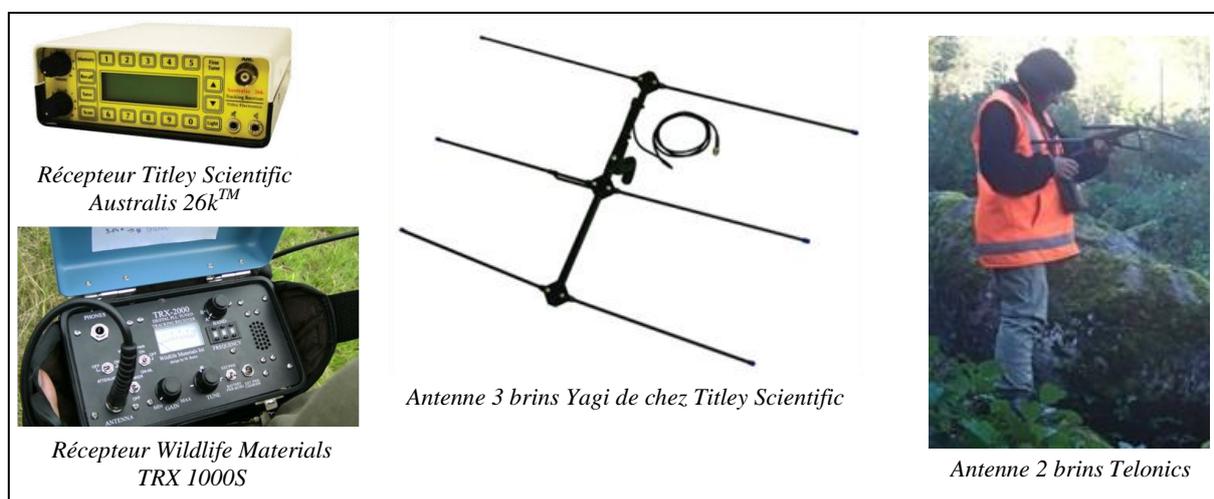


Figure 11 : Récepteurs et antennes utilisés pour le radiopistage
Photos : Titley™ Scientific website & GREGE

3.1. Suivi par triangulation

Les suivis des desmans capturés commencent dès leur relâché et les localisations se font par triangulation, méthode permettant d'estimer la localisation du point d'où est émis le signal en utilisant deux directions ou plus, qui sont obtenues par autant d'antennes réceptrices dont

la position est connue (White & Garrott, 1990). Dans notre cas, du fait du caractère semi-aquatique du Desman, deux directions sont croisées pour estimer la position de l'animal :

- Le cours d'eau, utilisé comme direction donnée et fixe, avec une erreur correspondant à la largeur du cours d'eau (ℓ).
- La direction donnée par l'antenne tenue par l'opérateur, avec une erreur dépendant de la distance de l'opérateur au cours d'eau (L) et de l'angle d'imprécision de la mesure (α).

Le croisement de ces deux directions donne alors la position du Desman sur le cours d'eau. Une diminution du gain du récepteur permet de localiser plus précisément la direction du signal (diminuer α). La direction est validée lorsque l'opérateur obtient le signal le plus fort perpendiculairement au cours d'eau.

A noter que la localisation se fait avec une marge d'erreur (exprimée en surface), liée à la largeur du cours d'eau ℓ (on ne sait où se trouve le Desman sur la largeur) et à l'angle α , ainsi qu'à la distance L entre le cours d'eau et la position de l'opérateur.

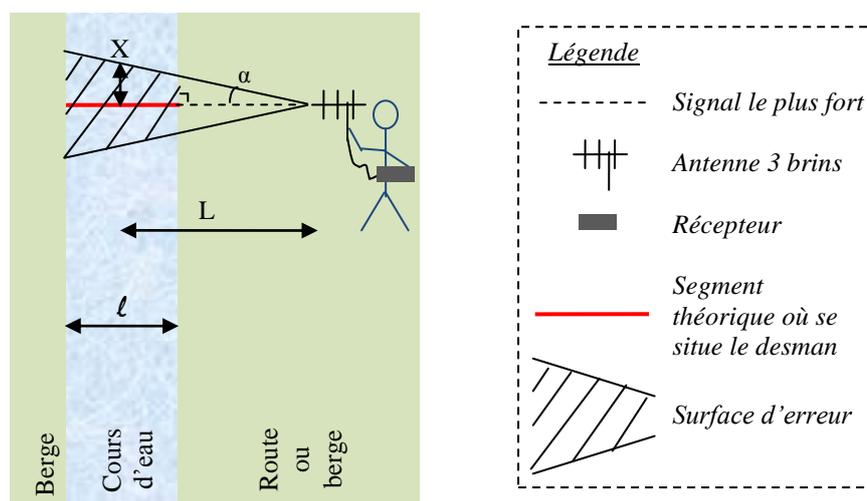


Figure 12 : Protocole de localisation pour le suivi par radiopistage

Ici l'erreur n'a pas été calculée en termes de surface faute de données récoltées sur le terrain, mais une appréciation de la marge d'erreur a été réalisée (Annexe 5) et au vu des résultats obtenus, les données de localisation sont correctes avec une erreur généralement inférieure à 3 mètres de linéaire.

3.2. Suivi par « homing-in »

Une approche similaire au homing-in (suivi du signal de l'émetteur de manière à ce que la force du signal soit croissante jusqu'à observer l'animal équipé (White & Garrott, 1990)) est effectuée pour localiser les gîtes. Ici le but est donc de s'approcher au maximum du gîte (sans déranger l'animal) afin de le localiser de la manière la plus précise possible.

3.3. Relevé des données

A chaque nouvelle localisation, la position (identifiée grâce à une balise annotée), l'horaire et le type d'activité sont notés. L'activité de l'animal suivi est nulle (intensité et direction du signal constantes), faible (variation faible de l'intensité du signal et de sa direction, de l'ordre de 0,5 à 1 unité), ou forte (variation plus importante). La levée des balises se fait à l'aide d'un double décimètre et d'une boussole du fait de l'imprécision du GPS ne permettant pas de différencier des balises trop proches. Un point de référence est défini et les autres points sont déduits par une longueur balise-balise et un angle en °Nord.

Une localisation toutes les 20 minutes est faite, ce qui donne accès au domaine vital des desmans et à leur rythme d'activité (au moins 6 jours complets de suivi continu). Des suivis plus espacés (1 point/heure) sont mis en place afin de diminuer le nombre de personnes mobilisées tout en conservant un suivi régulier. Enfin, quelques localisations par jour sont réalisées tout au long de la session de terrain afin de collecter des informations supplémentaire sur le domaine vital et surveiller un éventuel changement de comportement.

4. Protocole de description du milieu

4.1. Description des gîtes

Les gîtes des desmans peuvent être localisés plus ou moins précisément lorsque les desmans sont au repos (imprécision sur la hauteur). Afin d'étudier l'impact des variations de niveau d'eau sur les gîtes, la hauteur eau-gîte (H) et la largeur eau-gîte (L) sont mesurées.

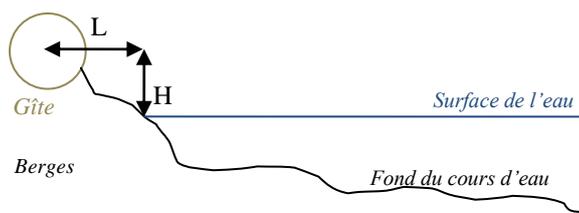


Figure 13 : Protocole de mesure de la hauteur du gîte et de son éloignement au cours d'eau

4.2. Description des habitats

Dans le but de décrire l'impact des variations de hauteurs d'eau sur le comportement du Desman, des réglés sont fixés sur l'Aston et les affluents. Lors des suivis, les hauteurs d'eau sont relevées toutes les 2 heures, jour et nuit, avec des relevés journaliers pour les suivis ponctuels. Les débits déversés au niveau de la vanne à jet creux ont été récupérés auprès d'EDF afin d'être mis en relation avec les variations des hauteurs d'eau. Des transects photos sont également réalisés sur différentes portions du cours d'eau fréquentées par les desmans, à

différentes hauteurs (tous les 20cm pour l'Aston et 10cm pour les affluents). Deux opérateurs sont mobilisés : un sur chaque rive. A chaque point photo, une balise est placée et numérotée de manière à se positionner au même endroit pour les transects des différentes hauteurs :

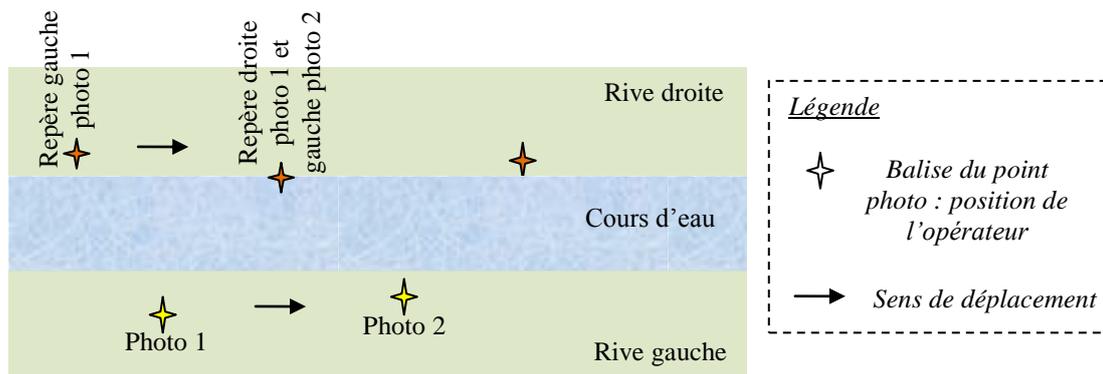


Figure 14 : Protocole des transects photos pour la description d'habitats

4.3. Description des « zones de chasse » : profils en travers

Comme de nombreux autres petits mammifères insectivores, le Desman a une activité de chasse intense. Le radiopistage permet d'identifier des sections de cours d'eau exploitées plus longtemps que les zones voisines (au moins 3 localisations successives sur 10 mètres), ou bien sur lesquelles il revient fréquemment ("zones de chasse"). Des transects sont réalisés (Figure 15) pour chaque zone de chasse, ainsi que sur 25 à 50 mètres en amont et en aval de ladite zone de chasse pour comparer les linéaires utilisés à ceux qui ne le sont pas.

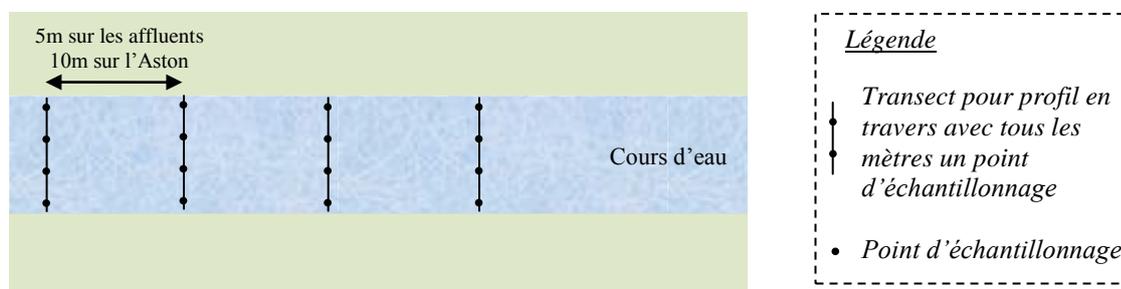


Figure 15 : Protocole des transects en travers pour la description des zones de chasse

Pour chaque point d'échantillonnage, la hauteur est relevée afin d'avoir un profil topographique du fond du cours d'eau et le substrat est décrit grâce à certaines classes de la classification proposée pour l'IBGN. La granulométrie est donc définie comme suit :

Tableau 1 : Classes utilisées à partir de la classification IBGN pour la description du substrat

Diamètre des grains	< 2,5 mm	2,5 à 25 mm	25 à 250 mm	> 250 mm	-
Support associé	Sables et limons	Granulats grossiers	Sédiments minéraux de grande taille	Roches, dalles, blocs	Bryophyte, Spermaphytes, Litière
Code attribué	A	B	C	D	br, sp, lt

4.4. Calcul de la pente : profils en long

Des profils en long sont réalisés pour connaître la pente du cours d'eau. Pour cela, une mire est utilisée pour mesurer la hauteur X définie par un faisceau laser tenu horizontalement au point Y. Le profil en long est alors tracé en déterminant les coordonnées de chaque point, à savoir H (hauteur – ordonnées) et Y (longueur – abscisses).

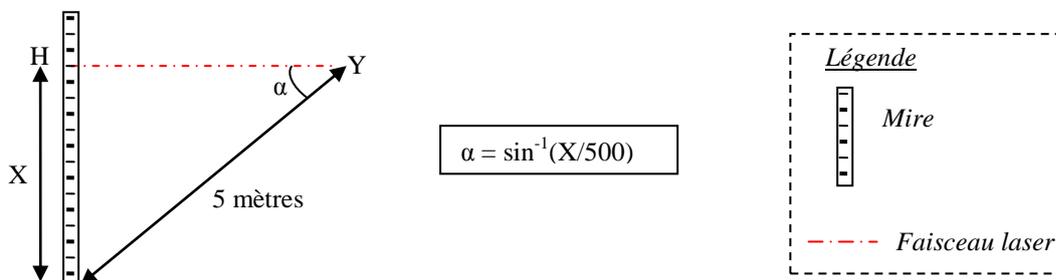


Figure 16 : Protocole de mesure et de calcul de pente

5. Analyse des données

Afin de palier le manque de données suite au faible nombre de captures de la phase 2 de l'action A4, les données de la phase 1 sont également traitées pour compléter le jeu de données et comparer les données dans deux contextes hydrauliques différents (période de crue, période d'étiage, deux saisons différentes). L'analyse des données se fait à l'aide des logiciels QGIS, Excel et R.

5.1. Données de radiopistage

Pour la définition des domaines vitaux, toutes les données de localisation (suivi continu et suivis moins réguliers) d'un même individu sont utilisées. Ils sont définis comme le linéaire de cours d'eau maximal contenant l'ensemble des points de localisation.

Le rythme d'activité est défini grâce à l'analyse des données regroupant les 3 types d'activité relevés au cours du suivi (nulle, faible ou forte). Pour ce faire, le nombre de chaque type d'activité est calculé pour chaque point de localisation (toutes les 20 min) et les trois types d'activité sont représentés graphiquement sous forme d'histogramme empilé. Seules les données de suivi en continu et de suivi 1 point par heure sont utilisées. Les gîtes sont définis par le fait que le Desman ait une activité nulle pendant au moins 2 localisations consécutives (période de repos).

Grâce au suivi effectué en temps réel, il est possible d'avoir accès aux déplacements des desmans le long du domaine vital. L'éloignement par rapport au gîte est également calculé en termes de linéaire de cours d'eau et si plusieurs gîtes sont utilisés par un même individu, des

graphes distincts sont réalisés en prenant en compte le dernier gîte utilisé avant la sortie pour le calcul des éloignements. Les « distances totales parcourues » sont calculées comme la somme des distances entre deux points, à partir du moment où le Desman sort d'un gîte, jusqu'à ce qu'il revienne à un gîte. Les temps de sortie sont calculés en moyenne de temps de sortie par jour et par nuit, avec prise en compte du temps passé en dehors du gîte.

Les comparaisons entre jour/nuit, saisons, desmans etc. sont effectuées à l'aide de tests statistiques (type Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, Student ou Anova) en considérant les données indépendantes. Même si ce n'est pas vraiment le cas car les données sont liées dans le temps, vu la complexité des tests traitant ce type de données et les résultats que nous souhaitons faire ressortir ici, ces tests sont adaptés pour ces comparaisons.

5.2. Données d'habitats

Pour la description des habitats, chaque photo est traitée à l'aide du logiciel QGIS. Pour cela, des habitats sont définis : pierres émergentes, zones de turbulence « blanches », zones de turbulence « noires », gros blocs >1,50m de diamètre, zones de calmes faiblement profonds, moyennement profonds ou profonds, cascade, « bouillon » de cascade, plage de galets émergés. Pour chaque photo, des polygones sont créés pour chaque habitat afin de pouvoir quantifier, en pourcentage de recouvrement, un type d'habitat par rapport à la surface totale du cours d'eau (voir Annexe 6 pour correspondance des types d'habitats sur les photos). Les résultats sont ensuite analysés via Excel puis R à l'aide d'une analyse des correspondances. L'analyse des correspondances est similaire à l'ACP (analyse en composantes principales) mais permet de traiter directement des données quantitatives même si de nombreuses données sont égales à 0. En effet, l'analyse des correspondances calcule ici la dissimilarité pour chaque habitat entre les différentes photos, grâce à la distance du khi-deux qui permet d'exclure les doubles 0 des calculs (l'absence d'un type d'habitat sur deux photos ne sera pas prise en compte lors de la comparaison de ces deux photos).

Enfin, pour les zones de chasses, des analyses sont faites sur Excel pour déterminer si les profils topographiques diffèrent selon si on se situe dans une zone de chasse ou non. Pour le substrat, un test du Khi-deux permet de comparer les différents secteurs (aval, zone de chasse et amont) des domaines vitaux avec les zones situées hors de ces derniers (sur 50 mètres).

RÉSULTATS

1. Bilan des sessions de piégeage

Au total, 10 nuits de capture (dont 1 pour la recapture des individus équipés) ont eu lieu du 28 avril au 1^{er} juin 2015, et 4 nuits lors de la phase 1, du 7 au 10 octobre 2014. Les secteurs piégés décrits précédemment sont représentés dans le Tableau 2 de l'aval vers l'amont (piscine le plus en aval, Sirbal le plus en amont), l'heure indique le moment où a été capturé le Desman pendant la nuit (si astérisque, recapture).

Tableau 2 : Nombre de pièges total par nuit, secteurs piégés en gris et heures des captures pour la session de mai 2015

En italique : affluents

En vert : piégeage nuit et jour en continu

En rouge : nuit de recapture

Nuit	28 au 29/04	29 au 30/04	30/04 au 01/05	01 au 02/05	03 au 04/05	04 au 05/05	05 au 06/05	21 au 22/05	22 au 23/05	01/06
Nb de pièges	45	38	36	47	37	41	41	52	51	24
Secteurs	Piscine									
	Ubals			04h19			12h30*			17h56*
	Camp									
	Ilot									
	Passerelle									
	Zone humide									
	Sabalprat									
	Petit affluent									
	Sirbal 2									
Sirbal							07h15			23h52*
Nuits-piège	412									

La zone d'étude s'est agrandie vers l'amont mais également sur des affluents suite aux difficultés de piéger sur l'Aston. Pour le mois d'octobre, les secteurs de piégeage sont représentés en Annexe 7 et les résultats de piégeage dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Nombre de pièges total par nuit, secteurs piégés et heures des captures pour la session d'octobre 2014

Nuit		07/10	08/10	09/10	10/10
Nb de pièges		17	18	19	19
Secteurs	1	05h40			
	2			01h15	04h50 (2 desmans)
Nuits-piège		73			

2. Captures des individus

Deux individus femelles ont été capturés pendant la phase 2, et recapturées à la fin de la session (1^{er} juin) afin de récupérer l'émetteur pour Hélène (Melody ayant perdu le sien dans son gîte) et vérifier leur état sanitaire (lésions dues à l'émetteur...). Pendant la phase 1, quatre

individus (3 femelles et 1 mâle) ont été capturés, deux ont été suivis (femelle et mâle) mais seulement une femelle a été recapturée.

Tableau 4 : Données des captures et recaptures des desmans

Date + heure	Lieu	Piège	Individu (+ Id du transpondeur)	Sexe	État de maturité	Poids	Génétique	Fréquence émetteur	Commentaires
<i>Phase 2 de l'action (mai - juin 2015)</i>									
01/05 04h19	Ubals	Souple à ailettes (barrière)	Melody 250228730 001383	F	Adulte	-	Poils	150.751	Manip : 8' Pose de l'émetteur. Pose d'un transpondeur. Capture même endroit qu'Estelle (oct14).
05/05 12h30	Ubals	Rigide	Melody 250228730 001383	F	Adulte	63g	-	150.751	Recapture. Vérification émetteur : de travers, pas de lésion
06/05 07h15	Sirbal	Souple	Hélène 250228730 000730	F	Adulte	62g	Poils + fèces	150.633	Manip : 6' Pose de l'émetteur. Pose d'un transpondeur
01/06 17h56	Ubals	Rigide	Melody 250228730 001383	F	Adulte	68g	-	150.751	Manip : 4' Absence de l'émetteur. Petite dépilation à la place de l'émetteur. Pas de colle restante.
01/06 23h52	Sirbal	Souple à ailettes inversé	Hélène 250228730 000730	F	Adulte	63g	Fèces	150.633	Petite irritation après retrait de l'émetteur encore très solidement attaché.
<i>Phase 1 de l'action (octobre 2014)</i>									
08/10 05h50	1	-	-	F	Adulte	52,5g	Poils + fèces	-	Décédée 1min54 après le début de la contention
10/10 01h15	2	Souple à ailettes	Pauline	F	Adulte	-	Fèces	150.677	Temps de manip court mais perd son émetteur après 1 heure
11/10 04h50	2	-	Estelle 250228730 000731	F	Adulte	60,5g	Poils + fèces	150.921	Capturée au même endroit que Pauline (même animal ?). Émetteur scotché et non collé.
11/10 04h50	2	-	Jean-Pascal	M	Adulte	53,5g	Poils + fèces	150.310	Pose de l'émetteur (collé).
16/10 22h10	2	-	Estelle 250228730 000731	F	Adulte	57g	-	150.921	Légère lésion < 0,5 mm sur le dessus de la queue. Pose d'un transpondeur

3. Suivi par radiopistage

Le Tableau 5 récapitule les dates et types de suivis effectués. A noter que pour la phase 1 (octobre 2014), les suivis continus se faisaient à raison d'1 localisation/10 min et non 20 min.

Tableau 5 : Récapitulatif des suivis effectués sur les quatre desmans capturés

Desman	Date et heure de début du suivi	Date et heure de fin du suivi	Suivi continu	Suivi 1 point / heure	Suivi quelques points / jour	Total
Melody	1 ^{er} mai 2015 05h00	23 mai 2015 12h00	557 points	59 points	32 points	648 points
Hélène	6 mai 2015 08h20	1 ^{er} juin 2015 23h00	490 points	20 points	38 points	548 points
Estelle	11 octobre 2014 05h10	16 octobre 2014 22h10	606 points	-	-	606 points
Jean-Pascal	11 octobre 2014 05h30	7 novembre 2014 18h00	655 points	-	32 points	687 points

3.1. Les domaines vitaux

Le domaine vital moyen est de 505 mètres \pm 38,7. La majorité du domaine vital (au moins 70%) est parcourue dans les 48 premières heures (Annexe 8), d'après la méthode de l'estimation du domaine vital (Blanc L. , 2007).

Tableau 6 : Domaines vitaux et altitudes des 4 desmans suivis

Desman	Domaine vital	Altitude min	Altitude max
Melody	547 mètres	590 mètres	645 mètres
Hélène	455 mètres	770 mètres	800 mètres
Estelle	500 mètres	586 mètres	600 mètres
Jean-Pascal	519 mètres	590 mètres	609 mètres

La femelle Melody a été capturée sur l'affluent Les Ubals, un peu en amont de la confluence, et en aval de son gîte. Son domaine vital se situe principalement sur cet affluent. Il s'étend un peu en amont sur l'Aston (100 mètres) mais l'exploration et l'occupation du domaine vital sont plus importantes sur l'affluent des Ubals. La femelle Hélène a également été capturée sur un affluent de l'Aston, le Sirbal, mais son premier gîte fréquenté après sa capture se situait sur l'Aston. Un second gîte a été fréquenté sur le Sirbal après plusieurs jours de suivi. Son domaine vital est donc réparti sur 135 mètres sur le Sirbal et 320 mètres sur l'Aston.

Estelle et Melody ont été capturés exactement au même endroit dans un piège à ailettes placés sous le pont situé sur les Ubals environ 20 mètres en amont de la confluence. Le domaine vital d'Estelle s'étendait sur 90 mètres sur les Ubals et 380 mètres sur l'Aston. Jean-Pascal a été capturé sur l'Aston 70 mètres en amont de la confluence et avait son domaine vital exclusivement sur l'Aston.

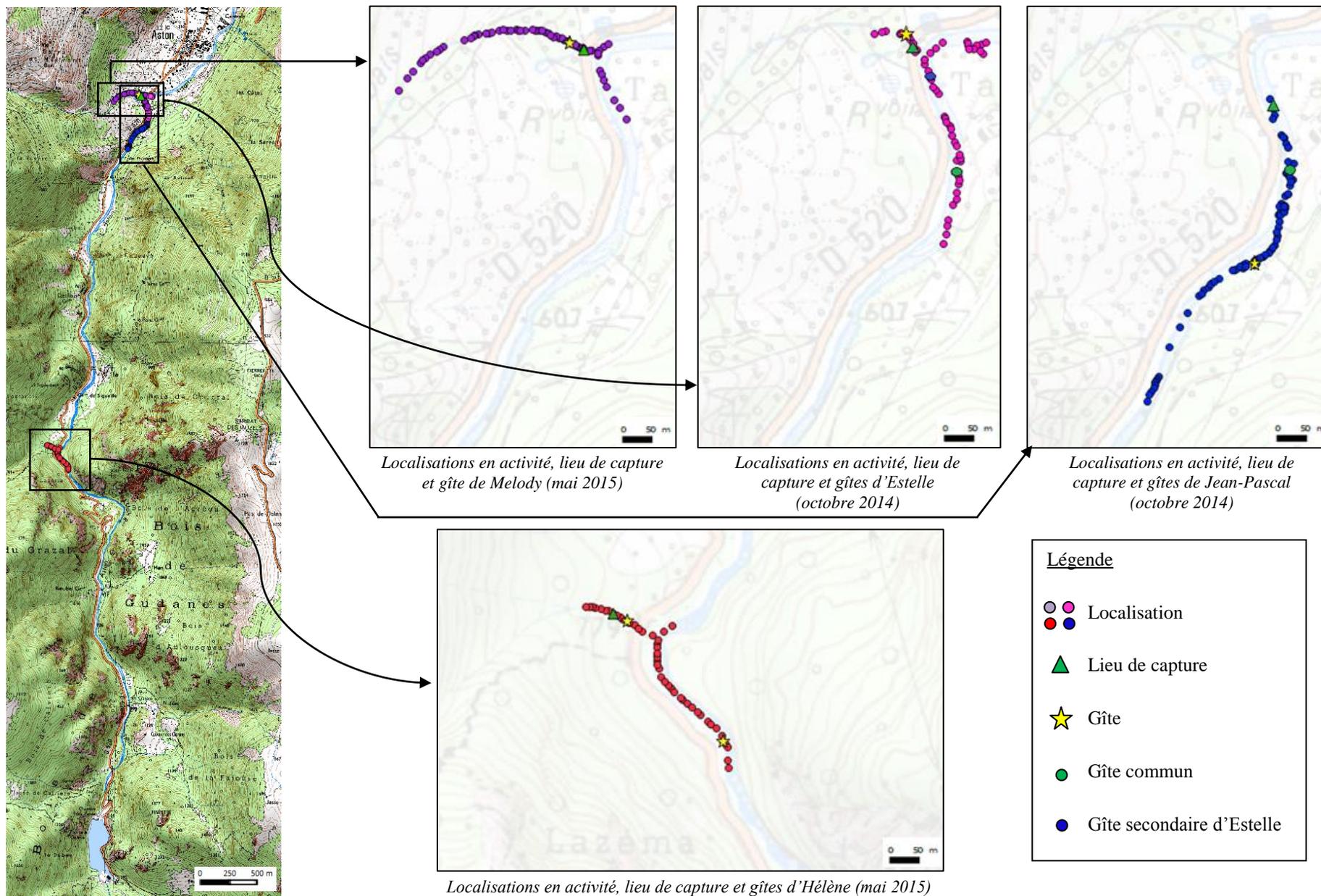


Figure 17 : Localisation des domaines vitaux des 4 desmans suivis, de leur lieu de capture et de leur(s) gîte(s)

Les gîtes des desmans suivis ne semblent pas avoir de situation particulière sur le domaine vital (Figure 18), excepté le gîte commun à Estelle et Jean-Pascal situé au milieu de la superposition de leurs domaines vitaux. On note aussi 3 individus sur 4 qui présentent des gîtes plutôt vers une extrémité de leur domaine vital.

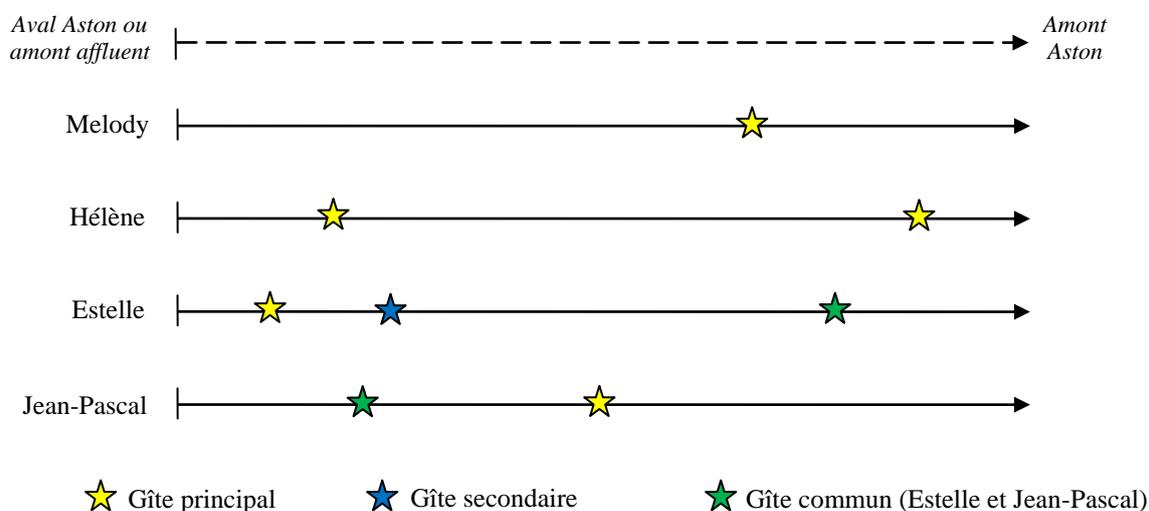


Figure 18 : Situation des gîtes sur les domaines vitaux des desmans suivis

3.2. Les rythmes d'activité

Les rythmes d'activité ont été obtenus par les représentations graphiques des 3 types d'activité (nulle, faible ou forte) relevées lors du suivi des desmans. La Figure 19 représente le rythme d'activité de Melody. Les graphiques obtenus pour les autres desmans sont semblables (et quasi identique pour Hélène).

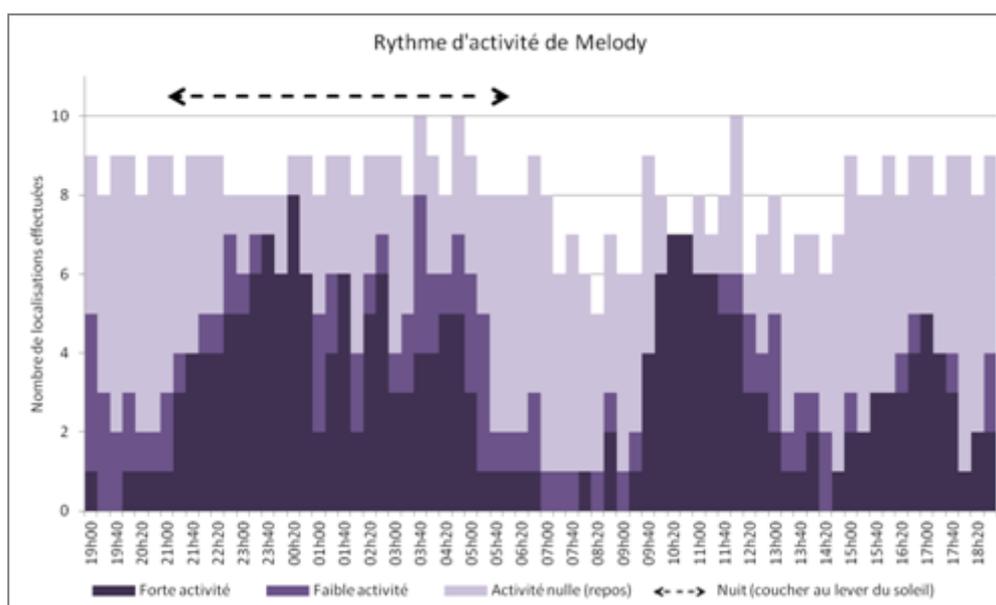


Figure 19 : Rythme d'activité de Melody (heure GMT)

Les 4 desmans semblent avoir 2 pics d'activité plus ou moins marqués pendant la nuit. Les desmans suivis au mois d'octobre (Jean-Pascal et Estelle) ont des périodes d'activité plus

longues lors de la première sortie nocturne alors que pour les desmans suivis en mai (Melody et Hélène), les deux pics d'activité nocturne ont des amplitudes similaires. Les desmans sont également actifs la journée, mais ceux du mois de mai ont des périodes d'activité plus marquées en journée que ceux du mois d'octobre, qui ont des pics d'activité d'amplitudes plus faibles.

Concernant l'activité en elle-même, les résultats montrent des desmans partageant leur temps entre activité et inactivité (répartition 50/50 environ), excepté pour Hélène, plus active que les autres ($p < 0,001$), qu'elle fréquente l'Aston ou le Sirbal. Ils sont également plus actifs la nuit que le jour ($p < 0,05$).

Tableau 7 : Pourcentage de temps passé actif par les desmans suivis

Desman	% d'activité globale	% d'activité le jour	% d'activité la nuit
Melody	52,47 %	43,92 %	65,67 %
Hélène	75,18 %	69,23 %	88,33 %
Estelle	59,04 %	46,09 %	71,25 %
Jean-Pascal	51,90 %	28,50 %	71,95 %

Pour les temps de sorties, des boîtes à moustache ont été réalisées (Figure 20) afin de représenter la distribution des données lors des sorties diurnes et nocturnes.

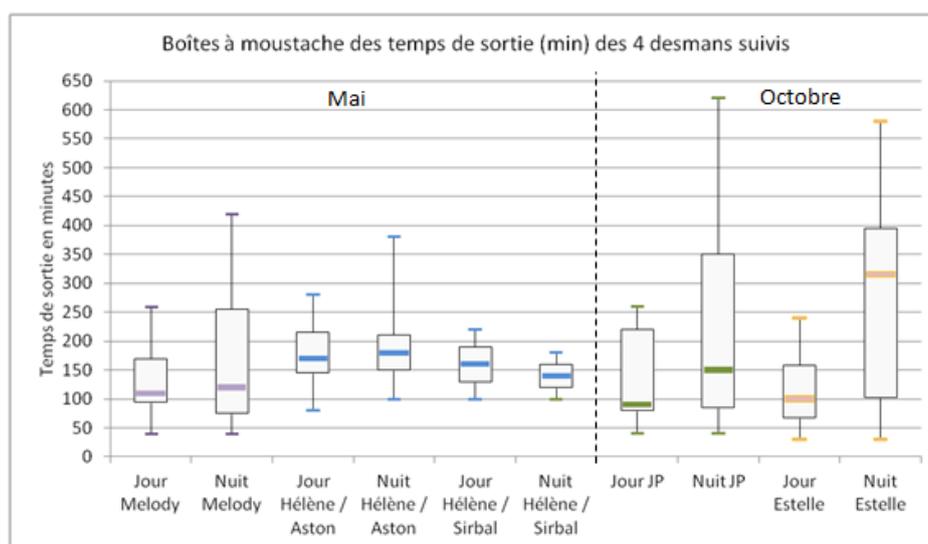


Figure 20 : Distribution des temps de sortie des desmans

Malgré l'apparente impression d'une différence de temps de sortie entre le jour et la nuit, les résultats des différents tests statistiques effectués ne montrent aucune différence significative ($p > 0,05$) entre le jour et la nuit, ou entre les différents desmans, ou encore entre les saisons. Hélène, malgré son temps passé en activité supérieur à celui des autres desmans (75%), ne sort pas plus longtemps. Cela résulte du fait qu'elle multiplie les sorties.

3.3. Les déplacements

Les données de suivi par radiopistage nous ont permis de cerner les déplacements des desmans en temps réel. La Figure 21 représente les déplacements de Melody par rapport à son gîte, en amont (valeurs positives) ou en aval (valeurs négatives). Le point 0 représente la position du gîte, et les parties grisées la nuit (du coucher du soleil au lever du soleil).

Melody, capturée le 1^{er} mai 2015 sur les Ubals, utilise majoritairement la partie amont de son gîte, sur l'affluent (pics vers le haut), et descend jusqu'à la confluence lorsqu'elle utilise la partie aval (pics vers le bas jusqu'aux tirets oranges). Elle remonte sur l'Aston à partir du 14 mai et atteint le point le plus en amont le 15 mai vers 10h30.

Des graphiques similaires ont été réalisés pour les autres desmans, et les observations sont les suivantes :

Hélène, capturée le 6 mai 2015 sur le Sirbal, utilise d'abord un gîte situé sur l'Aston, point le plus en amont de son domaine vital jusqu'au 14 mai où elle remonte un peu plus de 50 mètres en amont de ce gîte. Ses déplacements se font plutôt vers l'aval jusqu'à la confluence qu'elle semble rejoindre plus rapidement lors de ses sorties de nuit. A partir du 21 mai, un second gîte est découvert, situé sur le Sirbal, qu'elle occupe jusqu'au jour de sa recapture. L'affluent le Sirbal est alors utilisé en amont et en aval de son nouveau gîte.

Estelle, capturée le 11 octobre 2014 sur les Ubals, possède un gîte principal sur cet affluent, un peu en amont de la confluence avec l'Aston. Ses déplacements se font majoritairement en aval de celui-ci, sur l'Aston et vers l'amont. Elle possède également un gîte sur l'Aston 173 mètres en amont de la confluence, qu'elle partage avec Jean-Pascal (gîte commun). Son point le plus en amont sur l'Aston se situe un peu plus de 100 mètres en amont de ce gîte commun, et ne descend pas plus bas que la confluence. Sur les Ubals, elle ne remonte qu'un peu plus de 100 mètres au dessus de son gîte. Entre le 13 et le 14 octobre, elle occupe un second gîte pendant quelques heures et la nuit du 14 au 15 octobre, elle fréquente un affluent rive droite de l'Aston.

Jean-Pascal, capturé le 11 octobre 2015 sur l'Aston, a quant à lui son gîte principal sur l'Aston, environ 325 mètres en amont de la confluence. Il n'occupe aucun affluent lors du suivi et se déplace à la fois en amont et en aval de son gîte. Lors du coup d'eau d'EDF le 17 octobre au matin, il sort de son gîte et se réfugie à un point un peu plus en amont.

Tous deux utilisent le gîte commun à tour de rôle sans jamais se croiser.

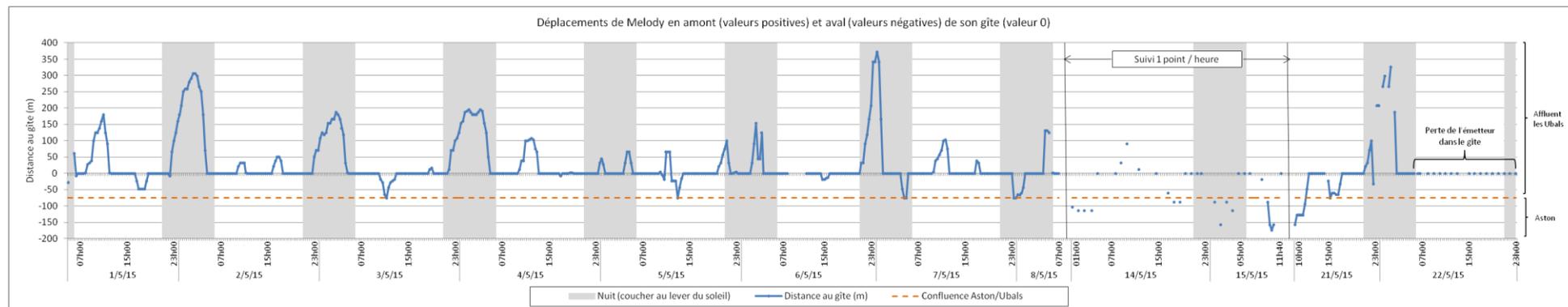


Figure 21 : Déplacements le long de l'affluent les Ubals et de l'Aston par le Desman Melody pendant la période de suivi par radiopistage
Source : pour les heures de coucher et lever du soleil : <http://www.leshorairesdusoleil.com/> pour la ville de Foix

Les desmans ne se déplacent pas sur l'intégralité de leur domaine vital en une journée mais plutôt sur la moitié du linéaire :

Tableau 8 : Pourcentage du linéaire utilisé par jour par rapport au domaine vital

Desman	Pourcentage de linéaire utilisé par jour												Moyenne
Melody	42 %	56 %	48 %	37 %	32 %	66 %	82 %	36 %	37 %	32 %	67 %	60 %	50 ± 16 %
Hélène	79 %	57 %	58 %	63 %	55 %	66 %	58 %	51 %	21 %	21 %	12 %		49 ± 21 %
Estelle	75 %	31 %	36 %	37 %	38 %	24 %							40 ± 18 %
Jean-P	68 %	53 %	49 %	51 %	21 %	23 %	25 %						41 ± 19 %

Les représentations graphiques types des moyennes et maximums de l'éloignement au gîte pour chaque Desman (en fonction de leur situation sur l'Aston ou sur un affluent) sont semblables à la figure ci-dessous :

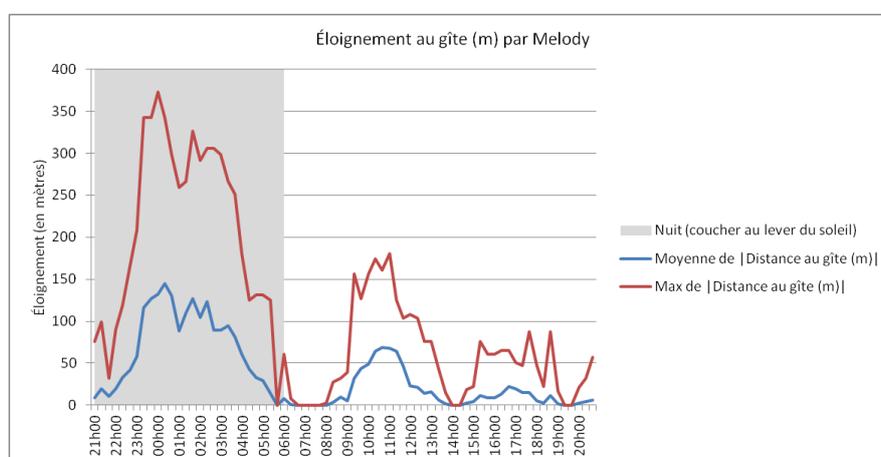


Figure 22 : Éloignement de Melody en mètres par rapport à son gîte

Les analyses graphiques et statistiques donnent les résultats suivants (on compare ici les éloignements au gîte occupé avant sortie et en fonction des paramètres indiqués dans la colonne de gauche) :

Tableau 9 : Résultats des analyses statistiques et graphiques des éloignements au gîte pour les 4 desmans suivis

	Melody		Hélène		Estelle		Jean-Pascal
	Ubals	Aston	Sirbal	Aston	Ubals	Aston	
Par rapport au gîte considéré		p<0,001 (Aston)		p<0,05 (Ubals)		p>0,05	
Nuit/Jour	p<0,001 (nuit)	p<0,001 (nuit)	p>0,05	p<0,05 (nuit)	p>0,05	p<0,001 (nuit)	
Desman/Desman	Jour : p<0,001						
	Nuit : p>0,05						
Mai/Octobre	Jour : p<0,001 (mai)						
	Nuit : p>0,05						

Les cases italiques représentent les tests n'ayant pas abouti à une différence significative. (Aston) indique que les éloignements sont plus importants lorsque le Desman se situe sur l'Aston ; (nuit) qu'ils sont plus importants la nuit que le jour... D'autres tests statistiques ont été effectués afin de tester les différentes combinaisons possibles mais ne sont pas représentés ici car les p-value sont toutes > 0,05.

Les « distances totales parcourues » sont les suivantes :

Tableau 10 : Moyenne de la somme des distances entre 2 points pendant le jour et la nuit pour les 4 desmans suivis

	Melody	Hélène		Estelle		Jean-Pascal
		<i>Aston</i>	<i>Sirbal</i>	<i>Aston</i>	<i>Ubals</i>	
Jour	262 ± 161 m	302 ± 328 m	260 ± 85 m	118 ± 76 m	88 ± 49 m	66 ± 61 m
Nuit	418 ± 180 m	972 ± 161 m	508 m	148 ± 140 m	314 ± 185 m	353 ± 154 m

Les analyses statistiques sur les distances parcourues donnent les résultats suivants (on compare ici les distances parcourues en fonction des différents paramètres colonne de gauche) :

Tableau 11 : Résultats des analyses statistiques et graphiques des distances parcourues pour les 4 desmans suivis

	Melody	Hélène	Estelle	Jean-Pascal
Nuit/Jour	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Desman/Desman	Jour : $p < 0,05$			
	Nuit : $p < 0,05$			
Hélène/autres desmans	Jour : $p < 0,05$			
	Nuit : $p < 0,001$			
Mai/Octobre	Jour : $p < 0,05$			
	Nuit : $p < 0,05$			

Les mêmes remarques que pour le tableau 9 s'appliquent ici.

Hélène parcourt plus de distance que les autres desmans car elle multiplie les sorties et revient à son gîte entre chacune d'elles.

3.4. Les gîtes

Lors des suivis par radiopistage, les gîtes ont pu être repérés assez rapidement. Malgré une approche par homing-in, une marge d'erreur reste présente concernant leur localisation précise du fait de la difficulté d'accès à ces derniers ou encore des obstacles physiques rendant la localisation plus difficile. Cependant, ils se situent tous au niveau de nombreux blocs de pierre de tailles variables, dans les berges. Du fait des nombreuses cavités, il est impossible de déterminer la situation des entrées des gîtes ni le fait qu'elles soient immergées ou non.

Pour Melody, le gîte a été repéré quelques mètres en amont sur l'affluent où elle a été capturée. La localisation la plus précise qui a pu être effectuée se situait au niveau d'un mur de blocs au dessus de l'affluent côté rive gauche.

Estelle (phase 1) était gîtée sur le même site mais à un endroit un peu différent : à une hauteur plus faible et plus proche de la berge. Elle avait également un gîte secondaire ayant les mêmes caractéristiques que les autres gîtes, c'est-à-dire avec de nombreuses pierres émergentes et blocs environnants, qu'elle a fréquenté une fois et qui se situait sur l'Aston, en aval du gîte commun qu'elle avait avec Jean-Pascal.

Pour Hélène, un premier gîte (Figure 23) a été repéré en amont sur l'Aston alors que sa capture avait eu lieu sur l'affluent du Sirbal. Environ deux semaines après le début du suivi, un nouveau gîte a été identifié sur l'affluent, en aval de l'endroit de sa capture. Pour les deux gîtes, des gros blocs étaient présents, ainsi que des pierres émergentes pour le second.



Figure 23 : Localisation du premier gîte d'Hélène (non occupé lors de la prise des photos (niveau d'eau bas))
Photo : Vincent Lacaze / ANA-CEN-CPIE d'Ariège

Jean-Pascal avait, tout comme Estelle, deux gîtes pendant le suivi : son gîte principal qui se situait sur l'Aston (Figure 24, gauche) ainsi que le gîte commun qu'il partageait avec Estelle (Figure 24, droite). Tous deux présentent des gros blocs et/ou des pierres émergentes.



Figure 24 : Gîte principal de Jean-Pascal (gauche) et gîte commun avec Estelle (droite)
Photos : Christine Fournier / GREGE

Concernant les hauteurs des gîtes (Tableau 12, valeurs négatives = gîtes sous l'eau), seuls les gîtes de Melody, Estelle et Jean-Pascal ont pu être utilisés pour les mesures de hauteur et de largeur car celui d'Hélène était inaccessible à cause des débits trop importants.

Tableau 12 : Hauteur et largeur relatives entre les gîtes et la surface de l'eau

Desman	Hauteur H eau-gîte (cm)		Largeur L eau-gîte (cm)	
	Niveaux bas	Niveaux hauts	Niveaux bas	Niveaux hauts
Melody	150 à 300	150 à 300	100 à 200	100 à 200
Estelle	50 à 150	50 à 150	20 à 80	20 à 80
Estelle secondaire	50 à 65	-10 à -25	200 à 300	-100 à -200
Jean-Pascal	55 à 65	-20 à -30	100 à 120	-60 à -80
Gîte commun	30 à 40	-30 à -40	-10 à 10	-190 à -210

- Les domaines vitaux sont d'environ 505 mètres de linéaire. Au moins 70% du domaine vital connu grâce au suivi est découvert dans les premières 48h.
- Les gîtes se situent dans les berges au niveau de gros blocs, de pierres émergentes et de nombreuses anfractuosités, à moins de 3 mètres du cours d'eau. Seulement 1 à 3 gîtes sont utilisés par les desmans. 3 des 4 desmans suivis possèdent un gîte proche d'une extrémité de leur domaine vital.
- Les desmans sont actifs de jour comme de nuit. Ils présentent deux pics d'activité plus ou moins marqués la nuit et des périodes d'activité diurnes, plus importantes pour les desmans suivis en mai que pour ceux suivis en octobre.
- Les déplacements nocturnes se font sur des éloignements au gîte plus importants que ceux de jour excepté pour Hélène et Estelle lorsqu'elles sont sur les affluents. Les « distances totales parcourues » sont plus importantes la nuit (par rapport au jour), en mai (par rapport à octobre) et pour Hélène (par rapport aux autres desmans).

4. Habitats et « zones de chasse »

4.1. Variations des niveaux d'eau

La Figure 25 permet d'établir un lien entre les variations majeures de niveaux d'eau ayant eu lieu sur l'Aston et ces débits. Les graphiques représentant séparément les variations des niveaux d'eau sur les affluents Ubals et Sirbal et sur l'Aston sont représentés Annexe 9.

Les amplitudes de variations des hauteurs d'eau sont assez importantes sur l'Aston et se rapprochent de celles pouvant avoir lieu durant une opération de transparence. En effet, une variation maximum de 112 centimètres a été relevée sur l'Aston au niveau du Sabalprat sur la durée totale du suivi. Les plus fortes variations de niveaux d'eau sur 1 journée sont de l'ordre de 25 centimètres, ce qui est tout de même notable et se ressent fortement sur le terrain. La différence majeure avec une opération de transparence réside cependant dans le fait qu'il ne s'agit ici que de variations de hauteurs d'eau et qu'il n'y a aucune modification physico-chimique notable contrairement à ce qui aurait pu être observé en cas de transparence et donc de transport de matières solides.

Du 1^{er} mai au 4 mai 2015, les débits déversés augmentent fortement du fait de conditions de débits entrants dans le bassin versant exceptionnellement fortes (pluies abondantes et fonte des neiges forte) : ils passent de 3,7 m³/s le 1^{er} mai pour atteindre un maximum à 9,1 m³/s le 4 mai à 19h00. Il y a également le phénomène de surverse du barrage (lorsqu'il est plein), dont

le débit n'est pas estimé, mais qui provoque une augmentation et des variations de débits en aval de ce dernier. Le débit décroît ensuite fortement de quasiment $9 \text{ m}^3/\text{s}$ à $5 \text{ m}^3/\text{s}$ entre le 5 et le 6 mai, et on observe alors une diminution de la hauteur d'eau sur l'Aston au niveau du domaine vital de Melody. Le débit se stabilise ensuite autour de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ avec des variations régulières dues probablement à l'ouverture et la fermeture de la vanne au cours de la journée.

Lorsque le débit déversé passe en dessous de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ puis s'y stabilise (entre 2 et $4 \text{ m}^3/\text{s}$), Melody explore les limites de son domaine vital qui s'arrêtaient jusque là à la confluence Aston/Ubals pour remonter vers l'amont de l'Aston à partir du 13 mai.

Hélène, quant à elle, repart sur l'affluent où elle a été capturée (le Sirbal) après une seconde baisse du débit déversé (de $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ à $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en 24 heures environ), le 21 mai (Figure 26). Sur le terrain, la diminution du niveau d'eau vers le gîte d'Hélène sur l'Aston s'est fait ressentir et la cascade qui se situait au niveau de ce gîte a vu son débit diminuer, ce qui a entraîné un assèchement d'une partie de celle-ci. L'eau de celle-ci ne coulant plus côté gîte, ce dernier n'était alors peut-être plus aussi accessible. Les débits déversés, bien que fortement variables (de $0 \text{ m}^3/\text{s}$ à $5,14 \text{ m}^3/\text{s}$), n'influencent pas le comportement d'Hélène (Figure 26) qui semble maintenir ses pics d'activité nocturne et continuer à fréquenter la même zone de chasse (entre 200 et 250 mètres en aval de son gîte sur l'Aston), quelque soit le débit. De même, ses déplacements diurnes ne semblent pas influencés par la variation des débits déversés.

A partir du 18 mai, le Sirbal théoriquement détourné pour alimenter la retenue du barrage de Riète n'alimente plus celle-ci du fait des forts débits naturels entrant déjà dans la retenue. Son débit naturel passe alors dans l'Aston, ce qui se ressent en termes d'augmentation des niveaux d'eau (7 cm en 1 jour sur le Sirbal et 20 cm sur l'Aston).

A partir du 23 mai, les forts débits dus à la fonte des neiges ayant rapidement cessé, le barrage ne déversait plus au niveau du jet creux faute de débit naturel suffisant (nécessité de remplir la retenue de Riète). Cette rupture nette explique d'ailleurs en partie le fait qu'il n'y ait pas eu de transparence : les débits ont été trop forts pour la transparence et ont ensuite diminué radicalement à tel point qu'ils étaient cette fois trop faibles pour l'opération.

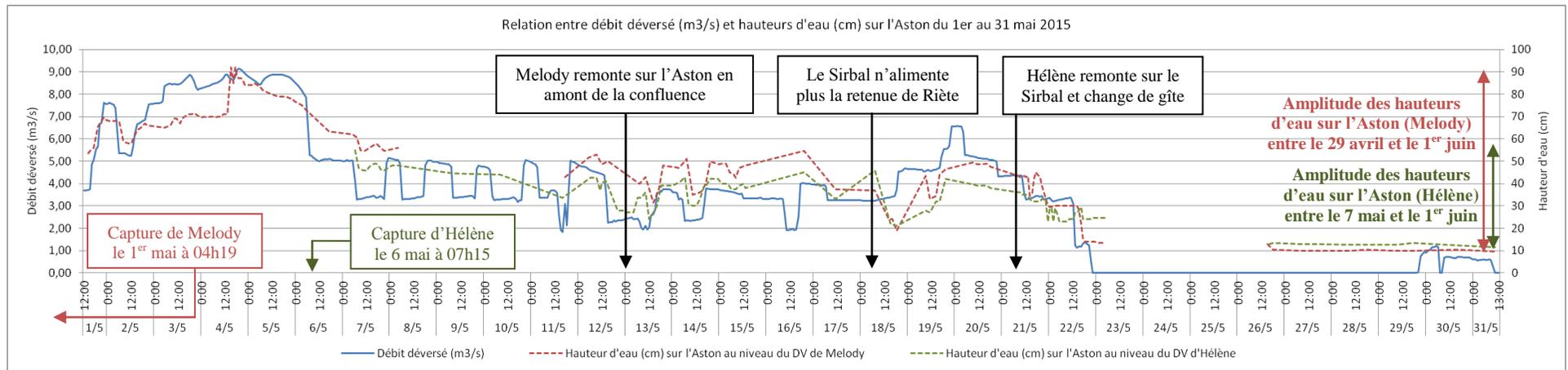


Figure 25 : Relation entre le débit déversé au niveau de la vanne de jet creux du barrage de Riète et les hauteurs d'eau sur l'Aston au niveau des domaines vitaux de Melody et Hélène

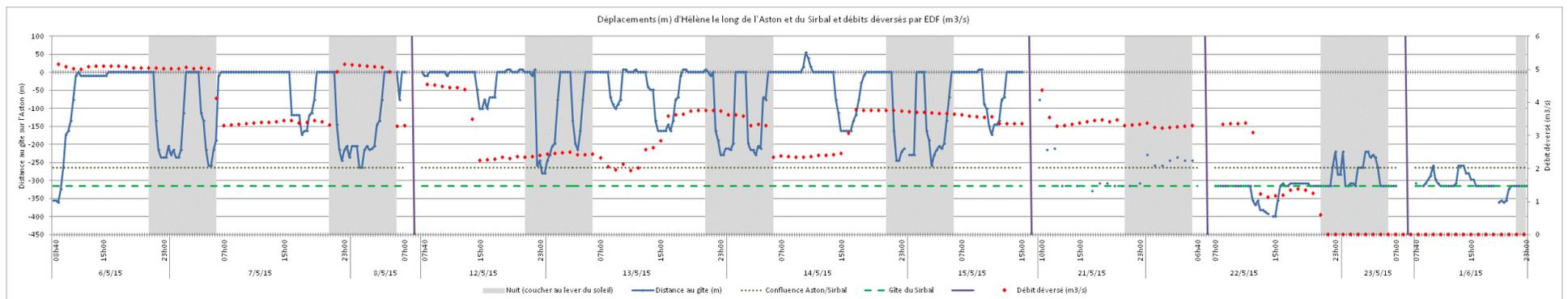


Figure 26 : Relation entre les déplacements d'Hélène et les débits déversés par EDF

4.2. Habitats et domaines vitaux

Les profils en long donnent la pente des portions de linéaires utilisées par les différents desmans (Figure 27). La distance 0 mètre représente les confluences entre l'Aston et les affluents considérés.

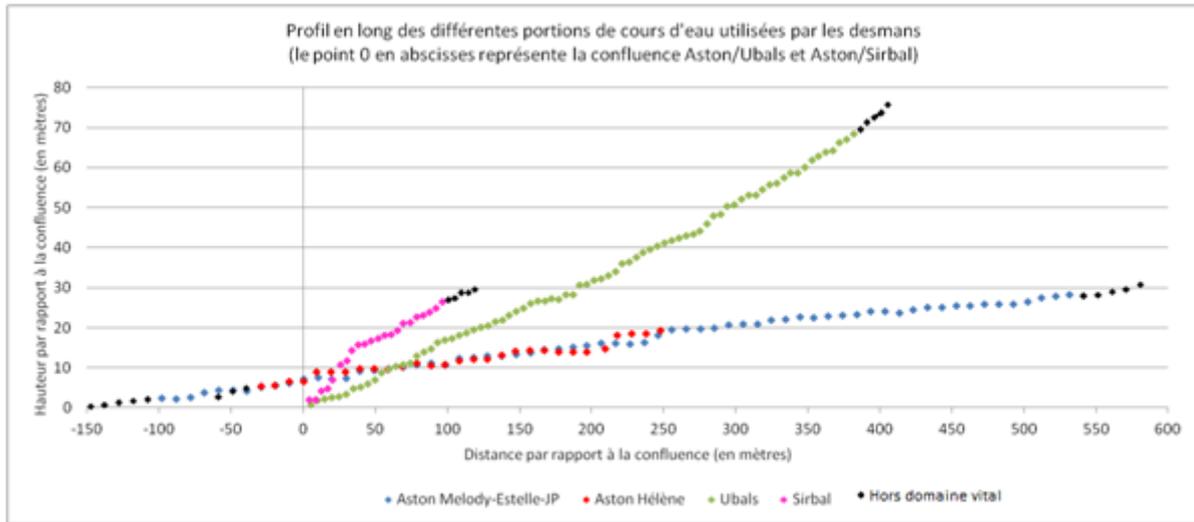


Figure 27 : Profils en long de l'Aston et des affluents au niveau des domaines vitaux des desmans suivis

Les extrémités des domaines vitaux représentés en noir ne montrent pas de rupture de pente qui pourrait expliquer la fin du domaine vital à cet endroit. Seule la pente pour l'extrémité du domaine vital d'Hélène côté amont de l'Aston n'a pas pu être calculée car la profondeur était trop importante pour y accéder (3 à 4 mètres environ). A la limite du domaine vital (Figure 28), il n'y a plus de pierres émergentes et la profondeur augmente pour laisser place à une zone de plat très calme et très profonde.

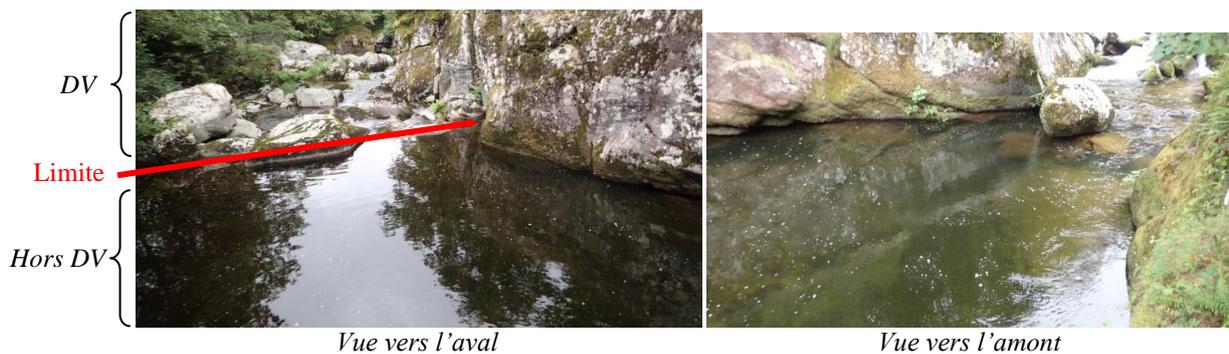


Figure 28 : Limite du domaine vital d'Hélène et changement de type d'habitat

Pour les autres desmans, les extrémités des domaines vitaux ne montrent pas de changement de type d'habitat sur l'Aston. Il n'y a pas non plus de grande différence notable pour les affluents de Melody et d'Hélène. On note dans les deux cas la présence de passages avec cascades mais des habitats similaires sont rencontrés sur les domaines vitaux des deux desmans. Seule la partie amont sur l'Aston du domaine vital d'Hélène voit un changement de type d'habitat.

4.3. Zones de chasse

Les profils en travers montrent des topographies semblables pour les zones de chasse et les zones amont et aval de ces dernières (voir exemples Annexe 10). Ils sont tous très variés et on ne peut différencier (et donc caractériser) ceux des zones de chasse des autres. Les profils réalisés pour les portions en dehors des domaines vitaux des desmans (50 mètres à chaque extrémité) restent semblables à ceux inclus dans les domaines vitaux. Le type de substrat ne diffère pas non plus entre les zones de chasse et les autres ($p > 0,05$). Les transects réalisés en dehors des domaines vitaux montrent un type de substrat similaire à celui des domaines vitaux ($p > 0,05$). Les desmans ne semblent donc pas chasser pour un type de substrat ou une topographie particulière.

La pente des domaines vitaux (exemple Figure 29) ne montre pas de différence marquée entre les portions choisies pour la chasse et les parties amont et aval ou encore le reste du domaine vital.

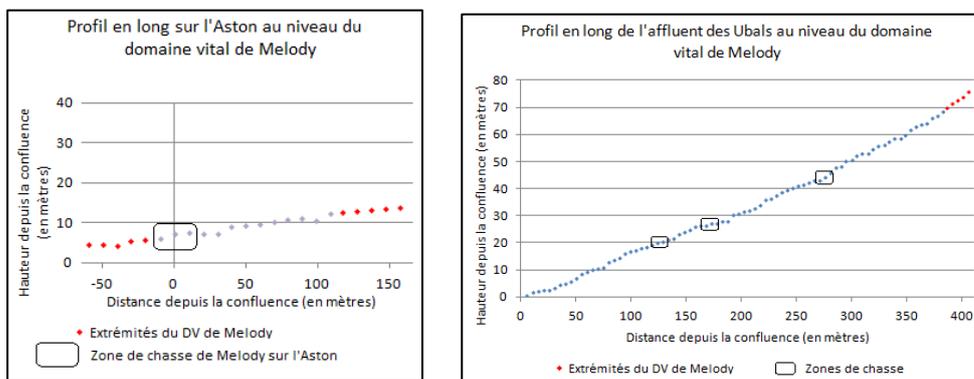


Figure 29 : Profils en long et zones de chasse sur le domaine vital de Melody (Aston et affluent les Ubals)

Pour les photos, l'analyse des correspondances permet, par un calcul de distance du khi-deux, de traiter directement des données quantitatives (ici quantification des types d'habitats pour chaque photo). Elle ne montre aucune différence entre les habitats représentatifs des zones de chasse et les autres. Cependant, pour l'utilisation des habitats en fonction des niveaux d'eau (Figure 30), elle ne montre pas de différence pour les Ubals ni pour l'Aston au niveau du domaine vital d'Hélène, mais c'est le cas au niveau du domaine vital de Melody :

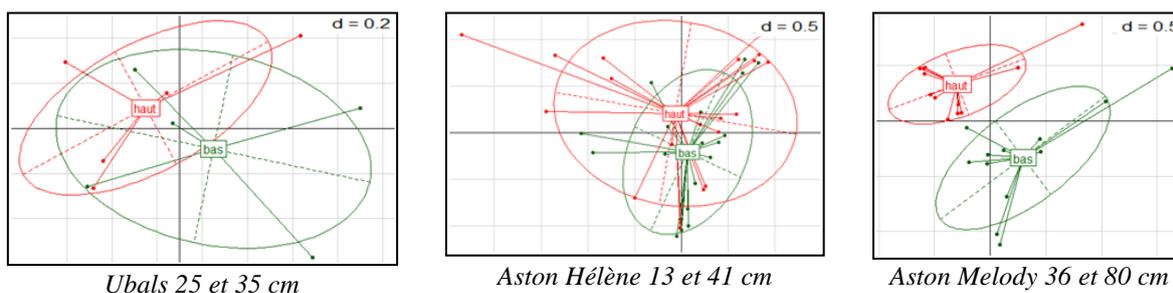


Figure 30 : Résultats graphiques des AC pour les habitats des domaines vitaux de Melody (Ubals et Aston Melody) et Hélène (Aston Hélène) à différents niveaux d'eau (bas en vert et haut en rouge)

Après suppression des paramètres n'influençant que peu les habitats en niveaux haut et bas, l'analyse des correspondances (Figure 31) montre que les zones de turbulence blanches sont plus présentes pour les niveaux hauts ($67\pm 15\%$ contre $26\pm 15\%$) alors que les pierres émergentes sont plus représentatives des niveaux bas ($21\pm 11\%$ contre $6\pm 6\%$), tout comme les calmes moyennement profonds, les zones de turbulences noires et les gros blocs.

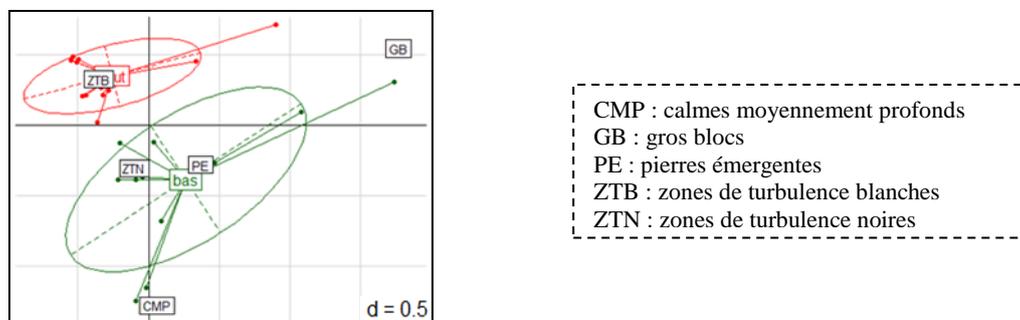


Figure 31 : Résultats de l'AC pour les habitats de l'Aston de Melody à 36 (vert) et 80 cm (rouge)

Cette analyse montre une différence pour l'Aston de Melody alors qu'elle n'en montre pas pour l'Aston d'Hélène. Or on sait qu'Hélène utilise l'Aston aux niveaux hauts tandis que Melody ne l'explore qu'aux niveaux bas. Bien que les paramètres mis en avant dans l'AC auraient pu être déterminés « logiquement » (moins de pierres émergentes lors des niveaux hauts, plus de zones de turbulence...), cela nous montre tout de même les paramètres qui « gênent » Melody sur l'Aston lorsque les niveaux sont hauts.

- ➔ Les domaines vitaux et les zones de chasse ne semblent pas définies par le profil topographique du cours d'eau ni par le type de substrat présent.
- ➔ Les débits déversés ne semblent pas influencer les périodes d'activité des desmans suivis en mai mais les fortes variations de niveau d'eau semblent affecter l'exploration de leurs domaines vitaux et même l'utilisation des gîtes, avec deux comportements distincts (lorsque les niveaux baissent, Melody explore l'Aston tandis qu'Hélène le quitte).
- ➔ L'habitat ne semble pas variable entre les zones de chasse et le reste du domaine vital mais les fortes zones de turbulence et l'absence de pierres émergentes et de zones calmes moyennement profondes semblent freiner Melody pour l'exploration du cours d'eau principal lors de périodes de forts débits.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES

1. Bilan technique

1.1. L'opération de transparence

La difficulté consiste donc à piéger, équiper et suivre des individus un certain temps avant la transparence (1 semaine) sans savoir quand elle aura lieu, alors que les captures sont difficiles et que la durée du suivi est contrainte par la durée de vie des émetteurs. Ici la date prédite se trouvait mi-mai, mais les conditions de réalisation de cette opération n'étaient pas toutes réunies. La transparence prévue le 6 mai a finalement été annulée car le débit entrant était supérieur au débit maximum de sortie (en lien notamment avec une fonte des neiges précoce, 3 semaines avant les années moyennes), la retenue ne pouvait donc pas être abaissée à sa côte de transparence. Par la suite, les débits ont trop fortement chuté et la transparence a définitivement été annulée.

Des débits élevés (proches de la transparence) et de fortes variations de hauteurs d'eau ont tout de même été observés sur le terrain entre le 1^{er} et le 7 mai, puis une chute importante de ces derniers a eu lieu le 21 mai, permettant d'avoir accès à des données de comportement des desmans suivis en fonction de différentes configurations. Elles ont également été traitées pour tenter de caractériser l'habitat utilisé dans un contexte de fortes eaux. Le suivi ayant commencé pendant les niveaux hauts, nous n'avons cependant pas pu caractériser le comportement des individus lors de la phase d'augmentation des niveaux d'eau.

1.2. Taux de réussite des captures d'individus

Malgré une forte pression de piégeage (412 nuits-piège), seuls deux desmans ont été capturés et suivis au printemps. Ce résultat montre un très faible taux de capture comparé à celui obtenu pour les captures effectuées sur 16 cours d'eau (de configurations diverses et variées) dans le nord de l'Espagne où sur 26 sessions de piégeage, 77 desmans ont été capturés, dont au moins 1 Desman capturé la première nuit de chaque session (González-Esteban *et al.*, 2003). Il est également faible par rapport à celui de la phase 1 ou celui des captures réalisées depuis le début du PNA et du programme LIFE.

Tableau 13 : Récapitulatif comparés des nuits de capture pour différentes opérations

	Radiopistage phase 2 (mai 2015)	Radiopistage phase 1 (octobre 2014)	PNA + LIFE hors radiopistage (depuis 2011)	Nord Espagne González-Esteban <i>et al.</i> , 2003
Total de nuits	10	4	36	58
Moyenne pièges/nuit	41	18	26	13
Nuits-piège	412	73	942	769
Capture de Desman	5	5	30	77
Taux de capture	0,012	0,068	0,032	0,100

Les deux desmans ont été capturés sur des affluents et non sur le cours d'eau principal, ce qui nous amène à formuler deux hypothèses :

- Difficulté de piéger dans un cours d'eau large (≥ 10 mètres) avec de forts débits. Les opérateurs étaient contraints de modifier leur schéma classique de piégeage en ne posant aucun piège au milieu du cours d'eau mais en les concentrant proches des berges. Il faudrait renouveler l'opération dans un contexte similaire en tentant d'adapter les techniques de piégeage pour voir si cela permet d'augmenter le taux de réussite des captures.
- Desman peu ou pas présent dans l'Aston dans ce contexte de forts débits en comparaison avec le mois d'octobre (au moins 2 desmans sur un même linéaire de piégeage légèrement supérieur à 100 mètres).

Il est possible que le Desman soit moins présent du fait de la modification de son milieu. Une étude précédente menée sur le cours d'eau de l'Aude dans un contexte de forts débits modifiant profondément le lit de la rivière (Gillet, 2015) met en évidence des déplacements d'individus jusqu'à 18 km en l'espace d'une année. Il se peut donc que les desmans aient la capacité de s'adapter aux variations de leur milieu en changeant de domaine fréquenté.

1.3. Technique de pose, durée de vie et efficacité de l'émetteur

La technique de pose de l'émetteur, collé sur le dos du Desman, s'est révélée efficace et très satisfaisante. En effet, malgré la perte de l'émetteur par Melody au bout de 23 jours, celui d'Hélène tenait encore très efficacement lors de sa recapture, soit 26 jours après la pose de l'émetteur. Lors du retrait de l'émetteur, une légère irritation a toutefois été observée sur Hélène du fait probablement du tiraillement des poils causé par les mouvements du Desman. Quant à Melody, seule une dépilation a été observée lors de sa recapture. Cette technique se révèle donc plus intéressante que le scotch autour de la queue, car si la recapture de l'animal n'a pas lieu, l'émetteur tombera de lui-même du fait de la perte naturelle de poils.

Les deux émetteurs utilisés avaient une durée de vie théorique de 35 jours, cependant, ils ont tous les deux émis plus longtemps. En effet, l'émetteur d'Hélène a fonctionné 20 jours de plus, même s'il n'aurait peut-être pas émis aussi longtemps s'il avait été soumis aux conditions de terrain (sous l'eau et à température relativement froide). Il en est de même pour l'émetteur de Melody (resté dans son gîte) qui a émis entre 15 et 25 jours de plus (impossibilité de le tester tous les jours après la fin des opérations de terrain). De plus, l'émetteur de Jean-Pascal était également un Holohil et a duré 27 jours au lieu des 21 annoncés par le constructeur. Celui d'Estelle était de marque Titley et a duré le temps

annoncé par le constructeur. Ces résultats permettent d'envisager des opérations ultérieures de suivi par radiopistage supérieures à 5 semaines avec les émetteurs Holohil.

Concernant l'efficacité de l'émetteur Holohil, malgré l'antenne coupée de 2/3, la distance d'émission était suffisante pour suivre efficacement le Desman ou le retrouver à distance. Le compromis puissance/durée de vie qui a été choisi est donc à retenir pour des opérations futures.

2. Résultats du suivi par radiopistage

2.1. Significativité des résultats

Le problème majeur de ce travail réside dans le fait de n'avoir capturé que 2 desmans en mai, et de n'avoir pu traiter les données de suivi que de 4 desmans. Les résultats tirés des analyses de données mériteraient donc d'être complétés et confirmés par d'autres suivis. Les analyses statistiques effectuées sont également basées sur ces 4 desmans et sont donc à prendre avec du recul et à comparer à la bibliographie existante.

2.2. Perturbations liées à la capture

Stone (1987a) évoque la suppression des 12 à 24 premières heures de suivi afin de palier l'effet de la capture et une modification éventuelle du comportement du Desman due à la manipulation. D'autres auteurs parlent de 5 à 8 jours (Melero *et al.*, 2011). Cependant, après analyse des données de rythme d'activité pour chaque Desman (Annexe 11 pour l'exemple de Melody) et de déplacements par rapport au gîte (Annexe 12 pour l'exemple de Melody), les comportements des desmans ne semblent pas très perturbés et toutes les données sont conservées.

2.3. Domaine vital

La taille moyenne des domaines vitaux des desmans suivis, de 505 mètres ($\pm 38,7$), concorde avec les données bibliographiques récentes (Melero *et al.*, 2011). Dans notre étude, la majorité du domaine vital connu des individus, soit 70%, est parcourue dans les premières 48 heures. Ce résultat va dans le sens de Stone (1985 & 1987a) qui affirme que l'exploration du domaine vital se fait en 24 à 48 heures. Cependant, le domaine vital après quelques jours de suivi n'est certainement pas représentatif du domaine réel à une saison donnée, et les nouveaux points de localisation après 48 heures de suivi correspondent probablement à des zones différentes du domaine existant, que le Desman explore peut-être suivant certaines conditions. Des comportements d'exploration correspondraient donc plus à des excursions

exceptionnelles observées par rapport à un domaine défini sur une longue durée. Des changements de gîtes et/ou domaines vitaux ont également été observés sur le ruisseau du Tor pour deux mâles suivis à deux périodes différentes (Melero *et al.*, 2011). Dans notre étude, Melody a exploré l'Aston en amont de son domaine vital seulement lorsque les niveaux d'eau étaient plus bas (débits déversés entre 2 et 4 m³/s, 13 jours après le début du suivi) tandis qu'Hélène a changé de gîte et décalé son domaine vital vers l'affluent de sa capture en abandonnant la partie amont de l'Aston (débits déversés inférieurs à 4,5 m³/s, après 15 jours de suivi). Ces considérations nous permettent de recommander, pour les opérations futures, un suivi minimum de 48 heures dans un contexte d'habitat stable, et un suivi minimum de 6 jours dans un contexte d'habitat soumis à variations de débits/hauteurs d'eau.

2.4. Organisation sociale

Les données de déplacements des desmans du mois d'octobre sur un domaine vital partiellement partagé (le mâle et la femelle partagent 45% de leur domaine vital et un gîte en commun dans lequel ils ne se sont cependant jamais croisés durant la semaine de suivi) concordent avec celles de Stone (1985) et de Stone & Gorman (1985) où les desmans utilisent une partie du domaine vital en commun mais ne se croisent pas et se déplacent quasi-simultanément avec des schémas de déplacements similaires. Pour Stone & Gorman, deux mâles semblent éviter tout contact et tout partage de domaine vital. Une étude plus récente sur le ruisseau du Tor (Melero *et al.*, 2011 & 2014) montre que des « couples » de desmans et des paires de desmans de même sexe ont été observés partageant une partie de leur domaine vital et ayant des utilisations simultanées d'un même gîte. Il est également intéressant de constater que dans notre étude, les gîtes de 3 individus suivis sur 4 se trouvent proches de l'extrémité de leur domaine vital. Cette information peut cependant traduire aussi bien un comportement de territorialité que de recherche de contact avec les individus ayant des domaines vitaux proches du sien.

2.5. Rythmes d'activité

Les desmans suivis sur l'Aston ont une activité supérieure (59,5 % ± 11 %) à ceux suivis par Melero *et al.* (2014) pour lesquels le temps passé en activité (en dehors du gîte) est inférieur (36,5 % ± 23 %) à celui passé inactif (dans le gîte). Cependant, dans notre cas nous considérons un Desman actif lorsque l'activité est faible ou forte alors qu'il arrive fréquemment que l'activité faible soit lorsqu'il est gîté. Si on considère uniquement l'activité forte, elle est de 45,4% ± 5,4%. Une étude de suivi par radiopistage de Musaraigne aquatique

(Lardet, 1988), autre petit mammifère semi-aquatique insectivore, donne aussi des animaux actifs 50% ($\pm 10,4\%$) de leur temps.

Les desmans suivis pour notre étude sont plus actifs la nuit, comme ceux suivis par Melero *et al.* (2014) ou encore par Stone (1987b) qui semblent avoir deux principales phases d'activité (au printemps), une diurne et une nocturne. Les sorties diurnes existent mais se font sur de plus faibles distances pour les desmans suivis en octobre que pour les desmans suivis en mai, ce qui reflète une dépense d'énergie plus forte pour se nourrir pour ces derniers. Ce comportement est peut-être lié à la répartition des ressources trophiques différentes du fait de la modification des faciès d'écoulement due à l'augmentation des débits et des niveaux d'eau plus qu'à une baisse de la ressource trophique (Lavandier & Dumas, 1971). Ou alors, les besoins des femelles en mai sont plus accrus pour la reproduction ou l'allaitement. Chez les desmans suivis par Melero *et al.* (2014), en automne les individus présentent généralement deux phases d'activité pendant la nuit, d'environ 5 heures, séparées par une période d'inactivité d'environ 100 minutes vers 2 heures du matin, et une seule phase d'activité diurne d'environ 73 minutes. Les individus ont une probabilité plus importante d'être actifs la nuit au printemps qu'en automne (Melero *et al.*, 2014), ce qui concorderait avec l'hypothèse d'un besoin plus important en mai qu'en octobre pour les desmans suivis dans notre étude. Aucune raison n'est évoquée quant à ce caractère bi-phasique du Desman. Richard (1985) met en avant que du fait de leur métabolisme élevé, les insectivores ont une activité plus importante que des petits rongeurs de même taille, ce qui expliquerait que le Desman soit incapable d'être nocturne/diurne strict. Le besoin du Desman de se déplacer de jour comme de nuit reflèterait donc ses besoins énergétiques plus importants au cours de la journée, nécessitant la multiplication des sorties. Quant au fait que la (ou les) phase(s) d'activité nocturne soi(en)t plus importante(s), il s'agit peut-être d'une réponse à un risque de prédation moins élevé la nuit par rapport à une exposition en plein jour ou alors les larves d'insectes dont se nourrit le Desman sont plus actives la nuit et donc plus facilement repérables (effort de chasse moins intense) par celui-ci.

Les 4 desmans suivis en octobre et mai ont des rythmes d'activité quasi-identiques pour les desmans suivis simultanément, mais différents d'une période de suivi à une autre (premier pic d'activité nocturne de plus grande amplitude en octobre, amplitude d'activité plus grande le jour en mai). La saison semble en effet jouer un rôle sur l'activité du Desman. Une étude (Richard, 1985) montre que les pics d'activité du mâle suivent les saisons : les mois de décembre et janvier montrent un renouveau de l'activité qui baisse ensuite rapidement en février et plus encore en mars, puis remonte brutalement en avril et mai, pour diminuer

ensuite plus régulièrement jusqu'en automne. L'activité maximale est atteinte en avril et mai, comme pour les deux desmans de notre étude suivis au printemps qui ont une activité (éloignement au gîte, « distance parcourue », nombre de sorties...) plus importante que celle des desmans suivis en octobre. Une étude plus récente (Melero *et al.*, 2014) confirme l'influence significative de la saison et de la durée du jour sur l'activité du Desman.

2.6. Gîtes

Le gîte du Desman est ici défini comme son lieu de repos, cependant la fréquentation de gîtes communs et même le partage simultané de ces gîtes (Melero *et al.*, 2011), peut laisser penser à une utilisation des gîtes comme lieu de reproduction, ou tout au moins de contact et de « communication » entre les desmans.

Concernant leurs caractéristiques, bien que la structure ait pu être définie et la localisation déterminée à quelques mètres près, il a été impossible de savoir si l'accès aux gîtes était immergé ou non du fait de la présence de nombreux blocs, cavités et rochers aux abords du gîte, laissant la possibilité à une multitude d'entrées potentielles. Certains auteurs (Melero *et al.*, 2011) ont pu révéler que tous les gîtes avaient des entrées submergées (54,5 %) ou partiellement submergées (45,5%). Il serait intéressant d'avoir accès à cette information afin d'établir un éventuel lien entre les changements de gîtes et le fait que l'entrée soit submergée ou non. Cela pourrait notamment confirmer l'hypothèse d'un changement de gîte par Hélène suite à la baisse des niveaux d'eau et donc de l'accès plus difficile (ou au moins différent) à son gîte sur l'Aston.

Il faut également noter que Melody (mai 2015) et Estelle (octobre 2014) occupent la même zone de gîte. Celui occupé en octobre semble cependant plus près de l'eau et de la berge. La zone semble particulièrement « remarquable » du fait de sa situation sur un affluent, donc moins soumise aux variations des niveaux d'eau, mais également par sa hauteur, relativement importante par rapport au niveau de l'eau. Permet-elle aux desmans de se mettre en sécurité malgré les variations de débits ? Ou y-a-t-il un lien de parenté entre ces deux individus ? Il serait intéressant d'étudier les prélèvements poils/fèces pour établir un éventuel lien génétique entre Melody et Estelle.

Les gîtes situés sur l'Aston sont soumis aux variations des niveaux d'eau de façon plus importante que ceux situés sur les affluents et peuvent donc être ennoyés plus facilement. Malgré l'apparente disponibilité en gîtes sur l'Aston du fait de la présence importante de pierres et blocs au niveau des berges, cette disponibilité n'est peut-être pas constante sur toute l'année mais variable avec les saisons (en fonction de l'accessibilité à leur entrée et du risque

d'enneigement). Or les desmans étant fidèles à leur gîte, leur non accessibilité à certaines périodes pourrait être la cause d'une redistribution des desmans le long de l'Aston et de ses affluents.

2.7. Habitats

Si les zones de chasse sont influencées par les ressources trophiques, il est possible que d'autres paramètres entrent en compte. Nous n'avons pas réussi à mettre en évidence de lien entre les zones de chasse et le profil topographique du cours d'eau ou son substrat. Les zones de chasse nocturnes de Melody et d'Hélène se situent généralement à l'extrémité des domaines vitaux. Il est possible que le Desman se nourrisse pendant son trajet et parcourt son milieu afin de chercher une « interaction sociale » avec ses congénères en limite de domaine vital. Peut-être marque-t-il son territoire au niveau de ces zones de chasse situées proche de l'extrémité de son domaine vital.

Concernant le type d'habitat, le passage d'un habitat type « cours d'eau turbulent peu à moyennement profond avec nombreuses pierres émergentes et gros blocs » à un habitat type « cours d'eau calme et profond » pourrait avoir une influence sur la définition de la limite du domaine vital d'Hélène. Au niveau du domaine vital de Melody, cette dernière semble aller sur l'Aston lorsqu'il y a moins de zones de turbulences blanches mais plus de pierres émergentes. Les zones de fortes turbulences reflètent les forts débits présents sur l'Aston lors des niveaux d'eau hauts, ce qui peut expliquer qu'elle n'aille pas plus loin que la confluence à cet instant. L'Aston semble beaucoup plus perturbé face aux variations de niveau d'eau vers le domaine vital de Melody que vers celui d'Hélène, ce qui peut expliquer la fréquentation de l'Aston par Hélène même en période de fortes eaux. Il se peut également que, de manière générale, l'augmentation des niveaux d'eau affecte l'effort physique du Desman et diminue son temps effectif à la chasse (Queiroz *et al.*, 1992).

3. Analyse critique du travail effectué et pistes de réflexion pour les prochains suivis par radiopistage

3.1. Des suivis plus réguliers

Malgré les moyens humains nécessaires à un tel suivi, il serait intéressant de l'effectuer sur des périodes plus longues afin d'avoir accès à des données de comportement complémentaires et continues, notamment sur des saisons différentes pour un même Desman, en capturant si possible à l'étiage afin d'augmenter le taux de capture. Cependant, il est difficile de prédire à l'avance si la recapture sera possible ou non et il faudrait, pour un suivi

sur du long terme, multiplier les manipulations sur un même individu afin de changer l'émetteur quand cela est nécessaire. Cela étant compliqué, il serait envisageable de multiplier le nombre de desmans suivis mais sur une période continue et à des rythmes réguliers de suivis. Le facteur humain et logistique reste tout de même un frein quant à la faisabilité de tels suivis.

3.1. Biais expérimental

Les forts débits présents lors du suivi en mai ont empêché de capturer efficacement sur l'Aston. Il existe donc un biais dans l'échantillonnage des desmans qui n'ont été capturés que sur des affluents. Il n'est alors pas possible de savoir si des desmans étaient présents ou non sur l'Aston au moment des captures.

3.2. L'analyse des habitats

Les différents protocoles d'analyse d'habitats mis en place sont utilisés pour la première fois dans le cadre du suivi par radiopistage du Desman. Compte tenu des faibles connaissances sur le Desman, il est difficile de déterminer les paramètres qui peuvent entrer dans la détermination de la qualité de son habitat. De plus, seuls les domaines vitaux de Melody et Hélène ont été étudiés. Il aurait été intéressant d'étudier ceux d'Estelle et Jean-Pascal pendant le suivi du mois d'octobre.

Pour l'analyse des photos, les catégories ont été définies en types d'habitats caractérisables par l'œil humain et repérables sur le terrain. Cependant, il est possible que les paramètres choisis pour décrire l'habitat ne soient pas ceux qui influencent la répartition du Desman le long de l'Aston et des affluents. Il faudrait également caractériser l'habitat sur un linéaire plus grand que le domaine vital (par l'analyse photo ou une description directe sur le terrain), afin de comparer l'habitat disponible (Aston, affluents, bras), celui utilisé (domaine vital), et celui utilisé pour la chasse (zones de chasse). Il serait intéressant de se focaliser sur des paramètres autres que ceux visibles sur une photo ou purement descriptifs du cours d'eau pour l'analyse de l'habitat choisi. Une analyse fine du micro-habitat serait envisageable mais uniquement si les suivis se font en période d'étiage car l'accessibilité au cours d'eau est très restreinte voire impossible lors de forts débits. Une analyse de la répartition de la ressource trophique serait également à étudier.

Les zones de chasse ont été définies à partir des portions utilisées fréquemment par le Desman. Cependant, les localisations ayant été faites toutes les 20 minutes, nous ne savons pas si le Desman reste effectivement sur cette portion ou s'il se déplace et revient à cet endroit ensuite. De plus, les transects en travers et profils en long ont été effectués sur le terrain

seulement dans les zones de chasse définies et les 50 mètres en amont et en aval car ce travail était très chronophage.

4. Recommandations et éléments de réflexion quant à la gestion du milieu de vie du Desman des Pyrénées

4.1. Préservation de la complémentarité TCC – zones « refuges »

Les zones « refuges » peuvent être définies comme des zones où l'impact des variations de débits et des hauteurs d'eau est moindre à un moment donné. C'est le cas par exemple des affluents et des bras (effet de dilution, exemple de variation de 20 cm sur l'Aston sans bras et inférieure à 10 cm au niveau de l'Aston divisé en 2 bras). Elles peuvent constituer des zones tampons pouvant être utilisées par le Desman lors de fortes variations d'eau.

Les affluents semblent être des habitats favorables au Desman car ils constituent des linéaires dont l'impact est moindre lors de variations de débits dues au fonctionnement des ouvrages hydrauliques. Ils peuvent apparaître comme des lieux de vie plus sécurisés que le cours d'eau principal dans ces conditions. Il est important de garder cette complémentarité entre TCC et affluents ou zones « refuges » afin de permettre au Desman d'accéder facilement à l'un ou à l'autre pour s'adapter à la situation présente.

Il est nécessaire de pérenniser la connectivité entre les affluents ou les bras et l'Aston, de manière à garder possible l'accès à l'ensemble du linéaire du cours d'eau en cas de fortes variations de débits et/ou de niveaux d'eau. Pour cela, il faudrait mettre en place des conventions avec les propriétaires des zones « refuges » afin de s'assurer de leur connexion avec le cours d'eau ou encore éviter la mise en travaux, rompant ainsi cette connexion. A noter que les milieux étudiés sont des milieux anthropisés et qu'il serait intéressant de les comparer à des milieux naturels, de référence.

4.2. Protection des berges

Les berges abritent les gîtes des desmans et sont donc d'une importance majeure pour ces derniers, qui sont fidèles aux gîtes qu'ils choisissent (malgré la disponibilité apparente des gîtes dans les berges). Celles de l'Aston se sont montrées particulièrement solides et stables, même en cas de fortes variations des niveaux d'eau. Cependant, lorsque les niveaux d'eau sont trop importants, une partie des gîtes peut être ennoyée, rendant ainsi indisponibles les gîtes proches de l'eau (cas des 3 gîtes utilisés sur l'Aston au mois d'octobre). Il se peut également que des gîtes soient plus facilement accessibles lors de hauts niveaux d'eau (comme suspecté pour le gîte d'Hélène), mais cela n'a pas été étudié ici. Il est donc important

de protéger les berges de manière générale afin d'assurer la disponibilité en gîte, mais également de les préserver sur une largeur correspondant au lit majeur du cours d'eau plus quelques mètres pour laisser accessibles les éventuels gîtes disponibles lors de hauts niveaux d'eau.

4.3. Éventuel impact des variations de débits

Lors d'une opération de transparence, des paliers d'ouverture de vanne sont à respecter. Les débits ne peuvent donc pas dépasser une valeur seuil pendant un certain moment. Nous n'avons malheureusement pas pu évaluer cette gestion des débits sur le comportement du Desman. Il serait donc intéressant de voir si elles sont importantes (ressenties sur le terrain), si elles impactent le Desman et si oui, de quelle manière. Si un impact est observé du fait de trop fortes variations, il faudrait alors les atténuer au maximum en mettant en place de nouvelles valeurs seuil, plus proches les unes des autres de manière à ce que l'augmentation de débit se fasse plus progressivement.

Des variations de débits peuvent également avoir lieu hors opération de transparence. Cela a été le cas en octobre notamment où un petit lâcher d'eau d'EDF ($1\text{m}^3/\text{s}$ de plus que le débit réservé) s'est fait ressentir sur le terrain à hauteur de 30cm. Or, bien que les variations de débits soient naturelles, elles sont peu fréquentes en période d'étiage et même si le Desman peut posséder une capacité d'adaptation face à ces dernières, il est possible qu'il ne soit pas capable de s'adapter à une augmentation de débit/niveau d'eau aussi rapide. Il faudrait donc également veiller à ce que les variations de débits ne soient pas trop brusques lors d'opérations ponctuelles de ce type.

4.4. Transports de sédiments suite à une transparence ?

Bien que l'opération de transparence n'ait pas eu lieu et que les impacts dus au transport des sédiments sur le comportement des desmans n'aient pas pu être analysés, il est probable qu'une forte concentration de matières en suspension combinée à de forts débits impactent les invertébrés aquatiques du milieu. Les variations de débits peuvent être artificielles ou naturelles et il est possible que le Desman sache s'adapter à ces variations. Cependant, les transports des sédiments qui peuvent avoir lieu lors d'une transparence n'existent peut-être pas naturellement, même en cas de fortes crues, ce qui peut aboutir à une modification de la disponibilité et de la répartition en ressource trophique, et qui pourrait, à court ou moyen termes, modifier localement la répartition des desmans le long du cours d'eau. Les zones « refuges » sont moins impactées par ces modifications et pourraient éventuellement constituer des lieux privilégiés pour le Desman.

5. Conclusion et perspectives

Il est ici impossible de conclure sur l'impact des variations de débits dues à une transparence du fait de son absence lors du suivi par radiopistage. Cependant, les fortes variations de hauteurs d'eau et de débits observées pendant le travail de terrain nous ont permis de mettre en évidence une modification importante de l'habitat du TCC (débits, hauteurs d'eau, zones de turbulence...) et l'importance majeure de la complémentarité entre le cours d'eau principal et les affluents, permettant la libre circulation du Desman le long des différents linéaires qui s'offrent à lui.

La difficulté de piéger dans l'Aston et le biais expérimental qui en découle quant à l'échantillonnage des desmans suivis ne nous permettent pas de conclure sur le comportement adopté par les desmans lors de fortes variations de débits. Les premières observations mériteraient d'être complétées par d'autres suivis, sur des tronçons court-circuités mais également sur des cours d'eau non anthropisés.

Il est intéressant de noter que l'étude portait ici sur le barrage de Riète qui possède une retenue d'eau de petite taille et rapidement soumise à surverse. Les fontes nivales et les crues se ressentent donc sur le TCC et il est possible que les variations de débits dues à une opération de transparence ne soient pas très différentes de celles dues à des phénomènes naturels. À titre comparatif et pour répondre à la problématique initiale, il serait intéressant de répéter cette opération en milieu non anthropisé mais également à l'aval d'un ouvrage où l'opération de transparence est de type « ON/OFF » (le TCC est toujours soumis au débit réservé même en période de fonte des neiges). Toutefois, la question de l'évaluation des apports de sédiments lors d'une transparence sur le comportement du Desman, même si cela reste ponctuel, demeure ouverte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1france. (2015). Consulté le 9 juillet 2015 sur 1france: <http://www.1france.fr/departement/09-ariège/carte-plan-departement.php>

Afonso Marcos, A. F. (2004). *Effects of river impoundment on the presence of the Pyrenean desman (Galemys pyrenaicus)*.

Archaimbault, V., & Dumont, B. (2010). L'indice biologique global normalisé (IBGN), principes et évolution dans le cadre de la directive européenne sur l'eau. *Sciences Eaux & Territoires* , 36-39.

Bertrand, A. (1987). *Le Desman des Pyrénées Galemys Pyrenaicus en Haute-Soule : Précision sur sa présence et impact d'un éventuel aménagement hydro-électrique dans la vallée de l'Ohladoko*.

Bertrand, A. (1994). *Répartition géographique et écologie alimentaire du Desman des Pyrénées Galemys pyrenaicus (Geoffroy, 1811) dans les Pyrénées françaises*.

Blanc, F., & Némoz, M. (2014). *Action A2 - Mise au point de protocoles complémentaires d'inventaire, applicables dans les secteurs où le Desman est difficilement détectable par la méthode classique de prospection des fèces*.

Blanc, L. (2007). *Analyses des données de radiopistage*.

Bretrand, A. (1994). *Répartition géographique et écologie alimentaire du Desman des Pyrénées Galemys pyrenaicus (Geoffroy, 1811) dans les Pyrénées françaises*.

Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* , 346-352.

Castién, E., & Gosàlbez, J. (1995). *Diet of Galemys pyrenaicus (Geoffroy, 1811) in the north of the Iberian peninsula*.

CEN-MP. (2015). *Dossier de presse 2015 - Programme européen LIFE+ Le Desman des Pyrénées*.

CEN-MP. (2014). *Organigramme*. Consulté le 17 juillet 2015 sur Projet LIFE+ Desman.

CEN-MP. (2014). *Programme en bref*. Consulté le 15 avril 2015 sur Projet LIFE+ Desman: <http://www.desman-life.fr/life/programme-en-bref>

- Charbonnel, A. (2015). *Influence multi-échelle des facteurs environnementaux dans la répartition du Desman des Pyrénées (Galemys pyrenaicus) en France.*
- Chora, S., & Quaresma, C. (2001). *Desman, Galemys pyrenaicus, Geoffroy 1811 : spatial use patterns and ability to transpose the Fraguas small hydro (Paiva river, Douro Basin).*
- CNRS. (2001). *Évaluation scientifique de l'impact de l'hydroélectricité dans le Parc naturel régional.*
- ECCEL, E. (2011). *Barrage de Riète - Opérations de chasses de transparence - Suivis hydrobiologiques préalables et postérieurs de la rivière Aston.*
- ECCEL, E. (2010). *Suivi temps réel de la chasse de transparence de la retenue de Riète.*
- ECCEL, E. (2014). *Suivi temps réel de la transparence du barrage de Riète.*
- Fernandes, M., Herrero, J., Aulagnier, S., & Amori, G. (2008). *Galemys pyrenaicus*. Consulté le 27 mars 2015 sur The IUCN Red List of Threatened Species: www.iucnredlist.org
- FranceHydroElectricité. (s.d.). *France Hydro électricité - Chiffres clés*. Consulté le 28 juin 2015 sur France Hydro électricité: <http://www.france-hydro-electricite.fr/lenergie-hydraulique/chiffres-cles>
- GAY Environnement, EDF, & Agence de l'eau Adour-Garonne. (2002). *Étude de l'impact sur l'hydrosystème de la gestion adaptée des barrages au transport solide des rivières - Bilan de 5 années de suivi des opérations de transparences, 1996-2000.*
- GEH_Aude-Ariège. (2012). *Consigne de chasse de la retenue de Riète.*
- Géoportail. (2015). Consulté le 9 juillet 2015 sur Géoportail : le portail des territoires et des citoyens: <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>
- Gillet, F. (2015). *Génétique et biologie de la conservation du desman des Pyrénées (Galemys pyrenaicus) en France.*
- González-Esteban, J., Villate, I., & Castién, E. (2003). *A comparison of methodologies used in the detection of the Pyrenean desman Galemys pyrenaicus (E. Geoffroy, 1811).*
- GREGE. (2014). *Rapport d'étude de l'action A4 - phase 1 : Définition des conditions techniques de réalisation et des résultats attendus d'une opération de suivi par radiopistage de desmans.*
- Hudry, X. (2015). *La truite et son habitat*. Consulté le 27 août 2015 sur Truites & Rivières.

- Irstea. (2010, juin). *Les Gammares, indices de la qualité de l'eau*. Consulté le 9 septembre 2015 sur Irstea: <http://www.irstea.fr/nos-editions/info-media/les-gammares-indices-de-la-qualite-de-leau>
- Lardet, J.-P. (1988). Spatial behaviour and activity patterns of the Water shrew *Neomys fodiens* in the field. *Acta Theriologica* , 293-303.
- LaRégionPyrénées. (2015). Consulté le 9 juillet 2015 sur LaRégionPyrénées: <http://laregionpyrenees.com/wp-content/uploads/2014/11/carte-pyrenees.jpg>
- Lavandier, P., & Dumas, J. (1971). Cycles de développement de quelques invertébrés benthiques dans des ruisseaux des Pyrénées centrales. *International Journal of Limnology* , 157-172.
- Legifrance.gouv. (2015). Consulté le 20 août 2015 sur *Code de l'environnement - Article L214-18*. Récupéré sur Legifrance.gouv.fr Le service public de la diffusion du droit: <http://www.legifrance.gouv.fr/>
- Melero, Y., Aymerich, P., Luque-Larena, J. J., & Gosàlbez, J. (2011). *New insights into social and space use behaviour of the endangered Pyrenean desman (Galemys pyrenaicus)*.
- Melero, Y., Aymerich, P., Santulli, G., & Gosàlbez, J. (2014). *Activity and space patterns of Pyrenean desman (Galemys pyrenaicus) suggest non-aggressive and non-territorial behavior*.
- Némoz, M., & Bertrand, A. (2010). *Plan national d'actions en faveur du Desman des Pyrénées, Galemys pyrenaicus*.
- Opie-benthos. (2015). Consulté le 9 septembre 2015 sur Opie-benthos: <http://www.opie-benthos.fr/opie/insecte.php>
- Peyre, A. (1956). *Ecologie et biogéographie du desman (Galemys pyrenaicus g.) dans les Pyrénées françaises*.
- Puisségur, C. (1935). *Recherches sur le Desman des Pyrénées*.
- Queiroz, A. I., Alves, M. H., & Almada, V. (1992). *The small hydroplants: predicted impacts on the Pyrenean desman populations (Galemys pyrenaicus, Geoffroy)*.
- Richard, P. (1973). *Capture, transport and husbandry of the Pyrenean desman*.
- Richard, P. (1985). *Étude préliminaire sur les rythmes d'activité du Desman (Galemys pyrenaicus) en captivité (Insectivores, Talpidés)*.

- Richard, P. (1986). *Le Desman des Pyrénées, un mammifère inconnu à découvrir*.
- Richard, P., & Micheau, C. (1975). Le carrefour trachéen dans l'adaptation du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) à la vie dulçaquicole. *Mammalia* , 467-477.
- Richard, P., & Vallette Viillard, A. (1969). Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) : premières notes sur sa biologie. *La Terre et la Vie* , 225-245.
- Sandre. (2012). *Fiche cours d'eau - Ruisseau Aston*. Consulté le 29 juillet 2015 sur Service Sandre Eau France: <http://services.sandre.eaufrance.fr/>
- Santamarina, J. (1992). *Trophic resources of Galemys pyrenaicus (Geoffroy, 1811) in relation with water quality*.
- Stone, D. R. (1985). Home range movements of the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) (Insectivore : Talpidae). *Zeitschrift für angewandte zoologie* , 25-36.
- Stone, D. R. (1987b). The activity patterns of the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) (Insectivora : Talpidae), as determined under natural conditions. *Journal of Zoology* , 95-106.
- Stone, D. R. (1987a). The social ecology of the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) (Insectivora : Talpidae), as revealed by radiotelemetry. *Journal of Zoology* , 117-129.
- Stone, D. R., & Gorman, M. L. (1985). Social organization of the European mole (*Talpa europaea*) and th Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*). *Mammal review* , 35-42.
- Trutat, E. (1891). *Essai sur l'histoire naturelle du Desman des Pyrénées*.
- White, G. C., & Garrott, R. A. (1990). *Analysis of wildlife radio-tracking data*.

ANNEXES

Annexe 1 : Partenaires techniques et financiers du Projet LIFE+ Desman

Le projet LIFE+ Desman (LIFE3NAT/FR/000092) « Conservation des populations de Desman des Pyrénées et de ses habitats dans les Pyrénées françaises » est porté par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées, en partenariat avec :



Il est soutenu financièrement par la Commission Européenne (fonds LIFE+ Nature) et :



Annexe 3 : Autorisation de capture et/ou manipulation pour l'Aston (et autres secteurs)



**PREFECTURE D'ARIEGE
PREFECTURE DU HAUTE-GARONNE
PREFECTURE DES HAUTES-PYRENEES**

**Arrêté n° 2015-INT-03 du 15 avril 2015
portant autorisation de capture, marquage, relâché d'individus et prélèvement,
transport, utilisation, destruction d'échantillon de matériel biologique de Desman des
Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*)**

**Le Préfet d'Ariège
Chevalier de la Légion d'Honneur
Chevalier de l'Ordre National du Mérite**

**Le Préfet de Haute-Garonne
Préfet de région Midi-Pyrénées
Officier de la Légion d'Honneur
Chevalier de l'Ordre National du Mérite**

**Le Préfet des Hautes-Pyrénées
Chevalier de la Légion d'Honneur
Chevalier de l'Ordre National du Mérite**

- Vu le livre IV du Code de l'environnement, dans sa partie législative et notamment ses articles L.411-1 et L. 411-2,
- Vu le livre II du Code de l'environnement, dans sa partie réglementaire et notamment ses articles R.411-1 à R.411-14,
- Vu l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection,
- Vu le décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles et le décret n° 97-1204 du 19 décembre 1997 pris pour son application,
- Vu l'arrêté ministériel du 19 février 2007 relatif aux conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L.411-2 du code de l'environnement,
- Vu l'arrêté préfectoral en date du 7 août 2014 de la Préfecture d'Ariège donnant délégation de signature à Monsieur Hubert Ferry-Wilczek, directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région de Midi-Pyrénées,
- Vu l'arrêté préfectoral en date du 19 janvier 2015 de la Préfecture de Haute-Garonne donnant délégation de signature à Monsieur Hubert Ferry-Wilczek, directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région de Midi-Pyrénées,

- Vu l'arrêté préfectoral en date du 1er septembre 2014 de la Préfecture des Hautes Pyrénées donnant délégation de signature à Monsieur Hubert Ferry-Wilczek, directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région de Midi-Pyrénées,
- Vu l'arrêté du 9 septembre 2014 portant subdélégation de signature du directeur aux agents de la DREAL Midi-Pyrénées,
- Vu l'avis favorable en date du 9 avril 2015 du Conseil National de la Protection de la Nature,
- Vu la demande présentée le 18 février 2015 par le Conservatoire des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées, coordonateur du LIFE+ 2014-2015 relatif à la conservation des populations de Desman des Pyrénées et de leurs habitats dans les Pyrénées françaises,

Sur proposition du Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement,

- Arrête -

Article 1° - Le Conservatoire des Espaces Naturels (CEN) de Midi-Pyrénées, basée au 75 voie du TOEC – BP 57611, 31076 Toulouse Cedex 03, animateur du LIFE+ Desman des Pyrénées, ainsi que ses partenaires sont autorisés, sur les départements de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes Pyrénées à l'exclusion de la zone cœur du Parc national des Pyrénées, à :

- capturer, marquer et relâcher des individus de Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) selon les conditions prévues aux articles 3° du présent arrêté,
- équiper pour effectuer des suivies de télémétries sur certains des individus capturés pour cette espèce selon les conditions prévues aux articles 3° et 4° du présent arrêté.
- prélever, transporter, détenir, utiliser et détruire des échantillons de matériels biologique de cette espèce selon les conditions prévues aux articles 3° et 4° du présent arrêté,
- de transporter et autopsier des spécimens de cette espèce trouvés morts selon les conditions prévues à l'article 5° du présent arrêté.

Article 2° - Cette autorisation est accordée dans le cadre de la mise en œuvre d'actions du LIFE+ Desman (LIFE13NAT/FR/000092) : « Conservation des populations de Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) et des habitats dans les Pyrénées françaises ». Les objectifs visés sont les suivants :

- compléter les inventaires réalisés pour préciser localement le statut de l'espèce,
- évaluer la santé des populations en lien avec des problématiques identifiées en étudiant des facteurs démographiques des populations concernées,
- appréhender la fragmentation des populations de desmans et leurs conséquences génétiques,
- étudier l'utilisation de l'espace et des habitats des individus,
- élaborer des mesures de gestion des habitats de l'espèce et leurs liens avec les activités humaines ;

Article 3° - 1) Les captures, marquages et relâchés sont autorisés pour cette espèce selon les préconisations suivantes :

- les captures seront effectuées par piégeages à l'aide de nasses de type verveux en maille souple/rigide équipées systématiquement de chaussette souple. Les mailles des nasses et des chaussettes seront inférieures à 2,0 mm afin d'éviter tout coincement d'animaux ;
- ces pièges ne seront pas appâtés, seront disposés à contre-courant dans des zones favorables et pourront être associés de dispositifs de barrières filet de mailles inférieures à 2,0 mm, occultant totalement ou partiellement le cours d'eau ;
- les pièges seront systématiquement relevés toutes les heures ;
- les pièges ne seront pas mis en place durant les périodes de mises bas et d'allaitements des femelles (mars à juillet) sauf dans le cadre défini dans l'article 4° ;
- les individus capturés seront placés individuellement dans des seaux entre le moment de la capture et de la manipulation, pour un retour au calme de l'animal à l'abri de la lumière et du bruit ;
- les individus seront manipulés avec des gants et dans les plus brefs délais après leur capture ;
- le marquage se fera par pose d'un micro-transpondeur inférieur à 12 mm, qui sera injecté en sous-cutané entre les omoplates de l'animal, uniquement par Christine et Pascal Fournier, vétérinaires spécialisés, grâce à des seringues à usage unique. Le point d'injection sera étanchéifié à l'aide d'une colle chirurgicale ;
- pour chaque capture, des mesures biométriques seront effectuées et des échantillons de poils et de fèces pourront être prélevés,
- les individus capturés seront manipulés puis relâchés immédiatement après sur le lieu de capture ;

2) Les personnes autorisées pour les captures, manipulations et relâchés de spécimens sont les suivantes :

- Frédéric Blanc
- Christine Fournier
- Pascal Fournier
- Mélanie Nemoz

3) Les personnes autorisées pour les captures et relâchés de spécimens sans autre manipulation, sont les suivantes en tant que nouvelles personnes autorisées :

- Aurélie Bodo
- Cathie Boléat
- Vincent Lacaze
- Thierry Laporte
- Bruno Leroux

Article 4° - 1) Le suivi télémétrique de quelques individus parmi ceux qui auront été capturés, suivront les préconisations suivantes, complémentaires à celle de l'article 3° du présent arrêté :

- ces suivis pourront justifier des captures toute l'année y compris pendant la période de reproduction entre avril et juillet ;
- les émetteurs utilisés pèseront généralement moins de 1,0 g et toujours moins de 5% du poids de l'animal équipé ;
- les émetteurs dont leur antenne, quelque soit leur mode de fixation, ne devraient jamais gêner l'animal équipé dans ses mouvements ;

2) les personnes autorisées à mettre en place un émetteur sur les individus capturés sont les suivantes :

- Frédéric Blanc
- Pascal Fournier
- Christine Fournier
- Mélanie Nemoz

- Article 5° - 1) La collecte des spécimens trouvés morts et leur transport est possible sur l'ensemble des départements des Hautes Pyrénées, de Haute-Garonne et d'Ariège.
- 2) Les personnes autorisées pour cette collecte et le transport des spécimens du lieu de découverte jusqu'aux lieux de stockage des cadavres, sont celles citées à l'article 3° du présent arrêté, ainsi que les personnes suivantes :
- Stéphane Aulagnier
 - Sophie Bareille
 - Catherine Bout
 - Yannick Chaval
 - Marie-Audile Durand
 - Clémence Fonty
 - Estelle Laoue
 - Bruno Leroux
 - Laure Lebraud
 - Virginie Leenknecht
 - Vanessa Maurie
 - Alain Mangeot
- 3) Les lieux de stockage des cadavres et de leur autopsie sont les suivants :
- *sous la responsabilité de M. Stéphane Aulagnier, directeur*, au laboratoire du CEFS de l'INRA de Toulouse-Auzeville, 24 chemin de Borde-Rouge, CS 52 627 – 31 326 Castanet-Toulousan : stockage définitif.
 - *sous la responsabilité de M. Pascal Fournier, directeur*, au laboratoire du Grège, route de Préchac – 33730 Villandraut : stockage temporaire.
- 4) Les autopsies seront réalisées par Mme Christine Fournier, vétérinaire.

Article 6° - L'autorisation est accordée jusqu'au 31 juin 2019.

Article 7° - Suivis des opérations : Toute mortalité de spécimens de Desman des Pyrénées capturés dans le cadre de cette autorisation, sera signalée à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Midi-Pyrénées sous sept jours. En cas de mortalité inhabituelle constatée, les opérations de marquages pourront être suspendues pour analyse des conditions de réalisation du protocole et décisions des DREAL concernées autorisant, ou non, la reprise des opérations.

Un rapport annuel détaillé des opérations sera établi, le bilan des captures se présentant selon le modèle joint en annexe. Les acquis liés aux techniques de capture et marquage, notamment dans le cadre de la télémétrie, seront présentés chaque année. Ce compte rendu ainsi que les éventuelles publications afférentes à l'opération réalisée, seront transmis aux DREAL Aquitaine, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon, avant le 31 mars de l'année suivant les opérations.

Article 8° - Le CEN Midi-Pyrénées, précisera dans le cadre de ses publications et communications diverses, notamment auprès du public et de ses partenaires que ces opérations sont réalisées sous couvert d'une dérogation préfectorale, s'agissant d'une espèce protégée.

Les bénéficiaires listés aux articles 3°, 4° ou 5° du présent arrêté préciseront dans le cadre de leurs publications et communications diverses que ces travaux ont été réalisés sous couvert d'une autorisation préfectorale, s'agissant d'une espèce protégée.

Article 9° - La présente autorisation ne dispense pas d'autres accords ou autorisations qui pourraient être par ailleurs nécessaires pour la réalisation de l'opération.

Article 10° - Des modifications substantielles pourront faire l'objet d'avenants ou d'arrêtés modificatifs. Elles ne deviendront effectives qu'après leur notification.

Article 11° - La présente décision peut faire l'objet d'un recours devant le tribunal administratif. Le délai de recours est de deux mois.

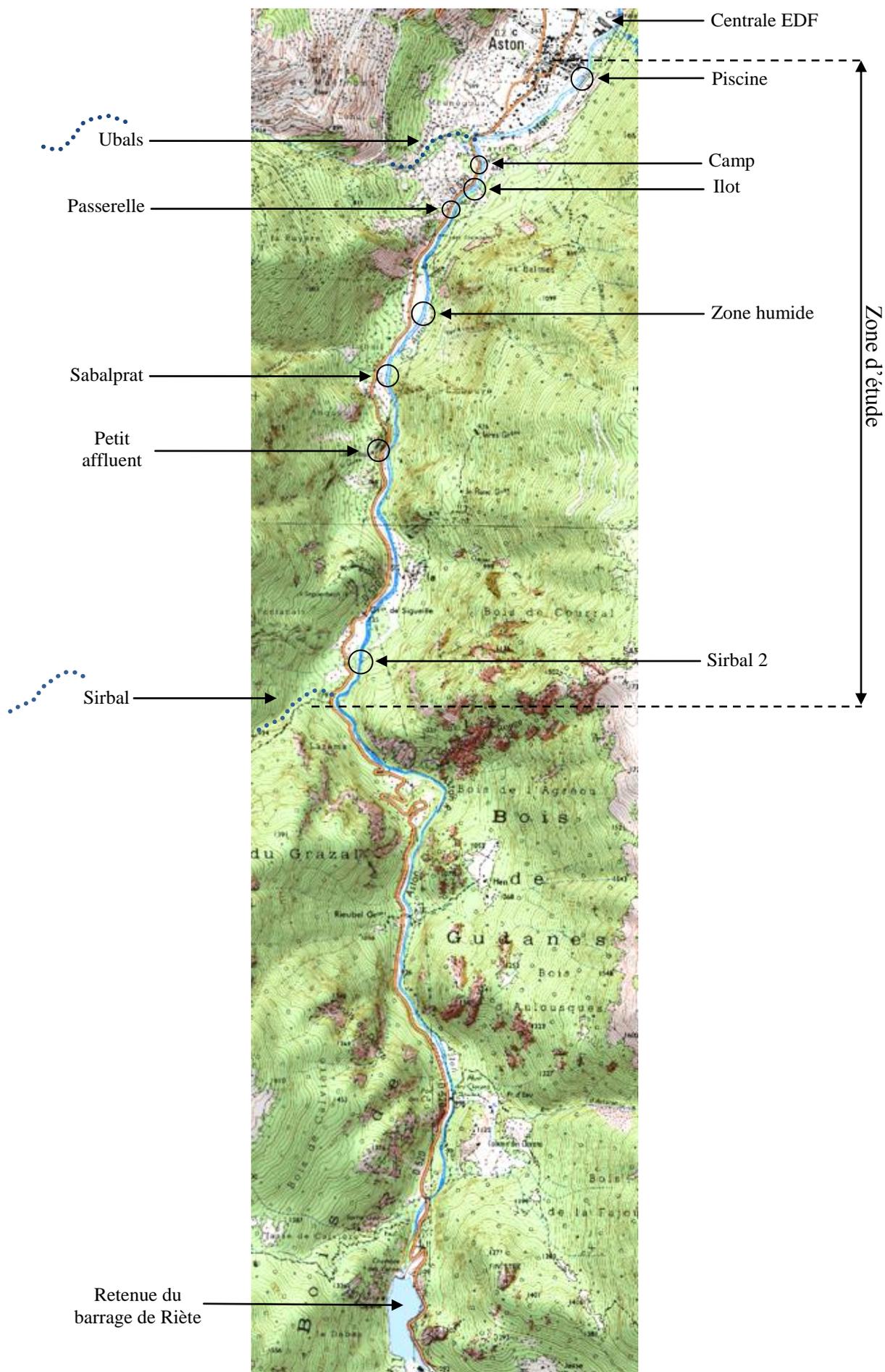
- Article 12° - L'arrêté n°09-2014-11 de la Préfecture de l'Ariège du 6 octobre 2014 relatif à une autorisation de 'capturer, marquage et relâché d'individus et prélèvement, transport, utilisation et destruction d'échantillons de matériel biologique de Desmans des Pyrénées' est abrogé.
- Article 13° - Le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, le chef du service départemental de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et le chef du service départemental de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de cet arrêté, qui sera publié au recueil des actes administratifs des Préfectures de l'Ariège, de Haute-Garonne et des Hautes Pyrénées.

Fait à Toulouse, le 15 avril 2015

Pour le Préfet et par délégation,
Pour le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement,
Pour le chef de service biodiversité, ressources naturelles,


Alexandre Cherkaoui

Annexe 4 : Zone d'étude et secteurs de capture



Annexe 5 : Estimation de la marge d'erreur pour la localisation de l'émetteur

Seule la distance X a été mesurée (distance entre le segment théorique et le segment réel de situation de l'émetteur). Les moyennes sont représentées dans le tableau ci-dessous. Les angles α sont calculés ici en considérant le cours d'eau comme une droite (ℓ nulle). La distance L n'a pas été mesurée sur le terrain mais sur une photographie aérienne (Géoportail) sur les tronçons où les mesures X ont été effectuées sur l'Aston, et considérée comme égale à 2 mètres sur les affluents.

Valeurs moyennes pour X et α

X	Affluent Melody	Aston Melody	Affluent Hélène	Aston Hélène
$X (op1)$	$1,17 \pm 0,96$	$2,08 \pm 0,98$	$1,18 \pm 0,78$	$2,04 \pm 0,68$
$X (op2)$	$0,48 \pm 0,39$	$1,24 \pm 1,15$	$0,92 \pm 0,42$	$8,19 \pm 5,56$
X (moyenne)	$0,82 \pm 0,78$	$1,66 \pm 1,10$	$1,05 \pm 0,60$	$5,11 \pm 4,94$
X min	0,21	0,00	0,25	0,98
X max	2,40	3,30	2,40	15
L	3	14	3	18
$\alpha (op1)$	$19,9 \pm 15,5$	$8,4 \pm 3,9$	$28,4 \pm 15,1$	$6,4 \pm 2,1$
$\alpha (op2)$	$8,9 \pm 7,0$	$5,0 \pm 4,6$	$24,0 \pm 10,3$	$22,8 \pm 14,5$
α (moyenne)	$14,4 \pm 12,7$	$6,7 \pm 4,4$	$18,6 \pm 9,6$	$14,6 \pm 13,1$

Afin d'avoir une idée de la surface d'erreur (S), cette dernière a été calculée à titre indicatif en considérant X mesurée soit en rive droite, soit en rive gauche, $\ell = 5$ mètres sur les affluents et $\ell = 13$ mètres sur l'Aston. Les erreurs linéaires associées (exprimées en mètre entre le segment théorique et réel de situation de l'émetteur) sont également renseignées :

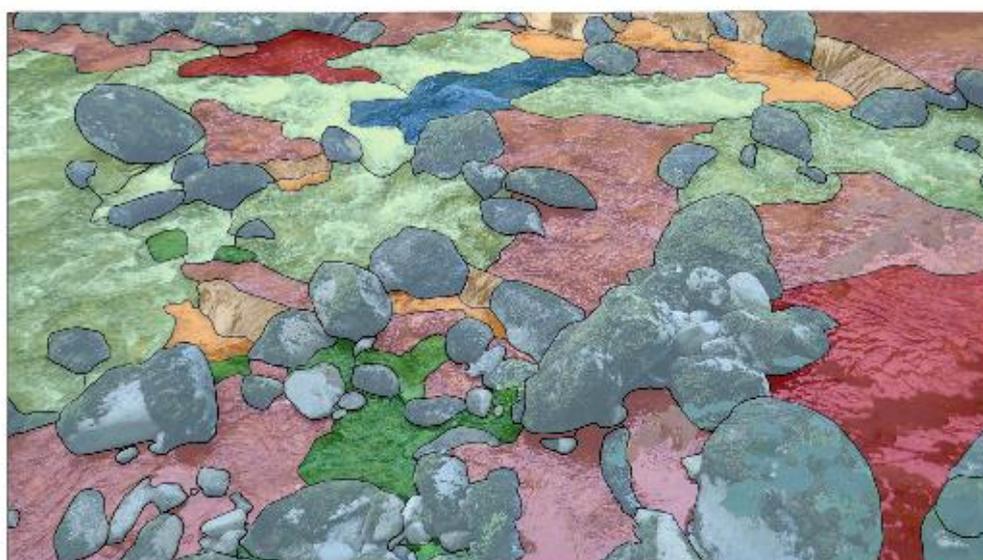
Moyennes des surfaces d'erreur en m² en fonction de la position de X

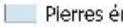
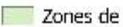
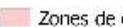
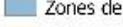
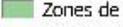
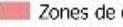
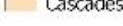
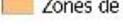
Position de X	S	Affluent Melody	Aston Melody	Affluent Hélène	Aston Hélène
X en rive droite	$S (op1)$	$6,4 \pm 5,2$	$36,9 \pm 17,3$	$3,2 \pm 2,1$	$39,2 \pm 13,0$
	$S (op2)$	$2,6 \pm 2,1$	$22,0 \pm 20,4$	$2,5 \pm 1,1$	$157,1 \pm 106,8$
	S (moyenne)	$4,5 \pm 4,3$	$29,5 \pm 19,5$	$2,9 \pm 1,6$	$98,2 \pm 94,9$
Erreur linéaire (S/ℓ)		0,90 m	2,27 m	0,58 m	7,55 m
X en rive gauche (côté route)	$S (op1)$	$70,0 \pm 57,5$	$100,6 \pm 47,3$	$70,6 \pm 46,7$	$82,3 \pm 27,3$
	$S (op2)$	$35,5 \pm 23,3$	$60,1 \pm 55,7$	$55,0 \pm 25,0$	$329,9 \pm 224,1$
	S (moyenne)	$49,3 \pm 46,8$	$80,4 \pm 53,2$	$62,8 \pm 36,3$	$206,1 \pm 199,2$
Erreur linéaire (S/ℓ)		9,86 m	6,18 m	12,56 m	15,85 m
Moyenne		$26,9 \pm 39,7$	$54,9 \pm 46,9$	$32,8 \pm 39,6$	$152,1 \pm 161,6$
Erreur linéaire moyenne		5,38 m	4,22 m	6,56 m	11,7 m

L'erreur est plus faible sur les affluents en comparaison avec l'Aston du même domaine vital car les localisations le long des affluents se faisaient depuis la berge alors que celles sur l'Aston se faisaient depuis la route. De plus, ils sont moins larges que l'Aston et l'opérateur se trouve plus proche de l'animal. Cette distance est également plus grande sur le domaine vital d'Hélène du fait que la route soit plus éloignée du cours d'eau que pour le domaine vital de Melody, mais peut-être également du fait d'une végétation plus dense.

Cependant, les balises n'ont pas été espacées de moins de 3 mètres les unes des autres lors des suivis. Cette distance semble correcte au vu des résultats, excepté pour le domaine vital d'Hélène pour lequel au niveau de l'Aston la marge d'erreur est beaucoup plus importante. Les données de localisation, en considérant cette erreur, semblent donc pouvoir être justes avec une erreur généralement inférieure à 3 mètres.

Annexe 6 : Types d'habitats et représentation sur photo



- | | | |
|---|---|---|
|  Pierres émergentes |  Zones de turbulences blanches |  Zones de calmes moyennement profonds |
|  Zones de turbulences noires |  Zones de calmes peu profonds |  Zones de calmes très profonds |
|  Cascades |  Zones de bouillons de cascade | |

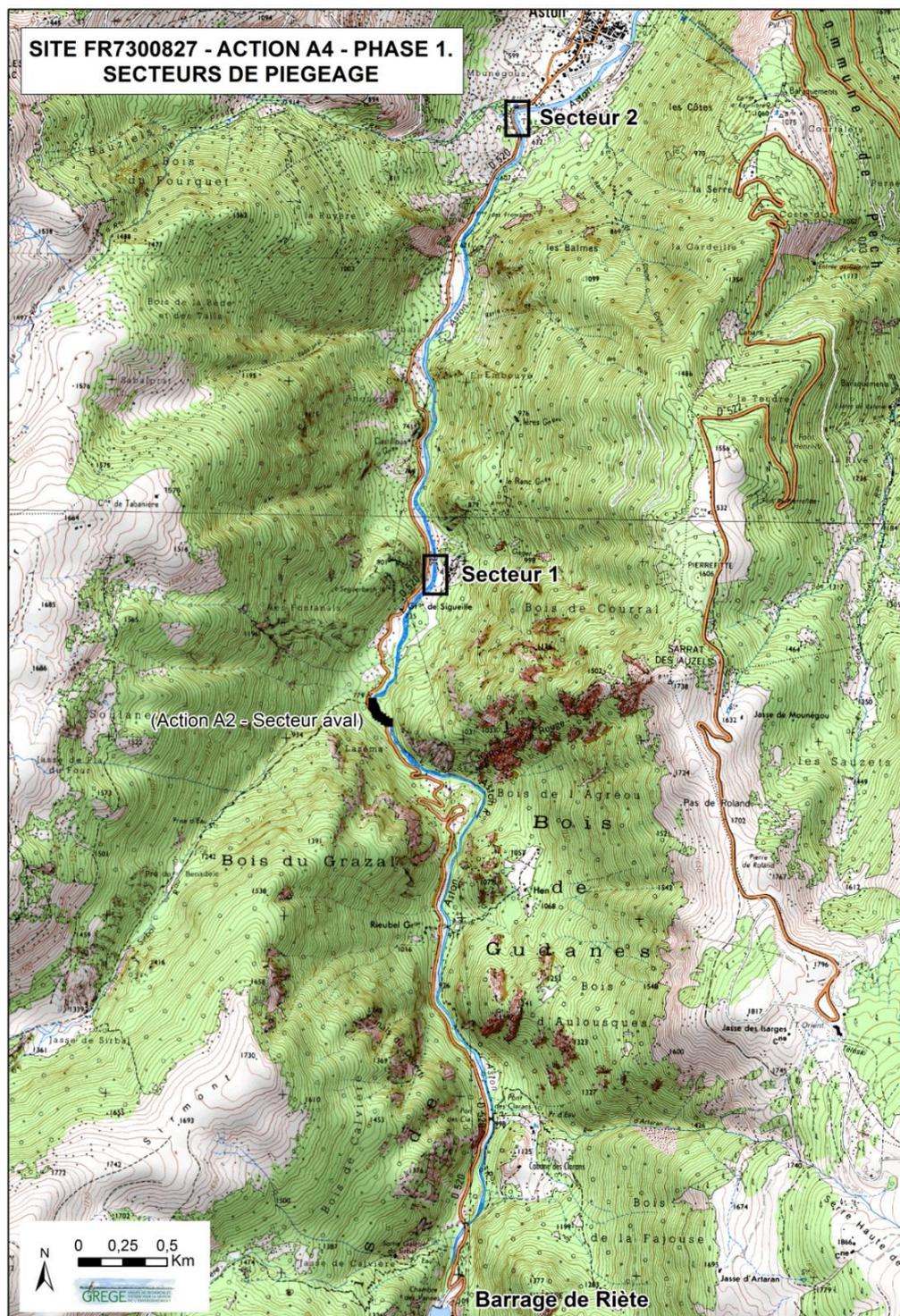


← Plage de galets émergés

← Gros bloc

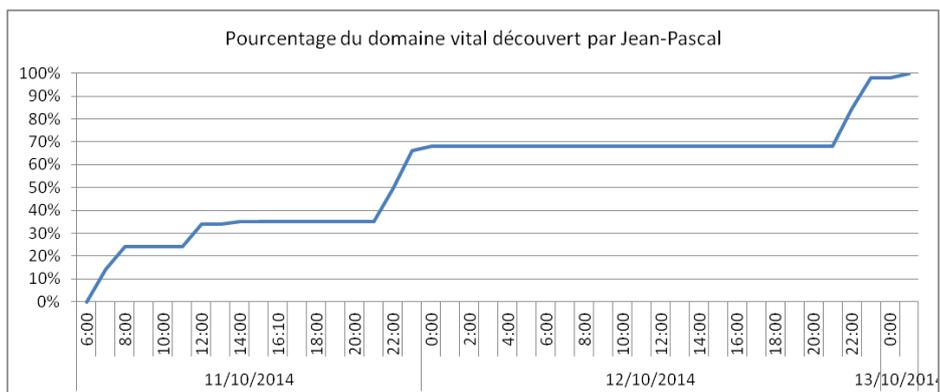
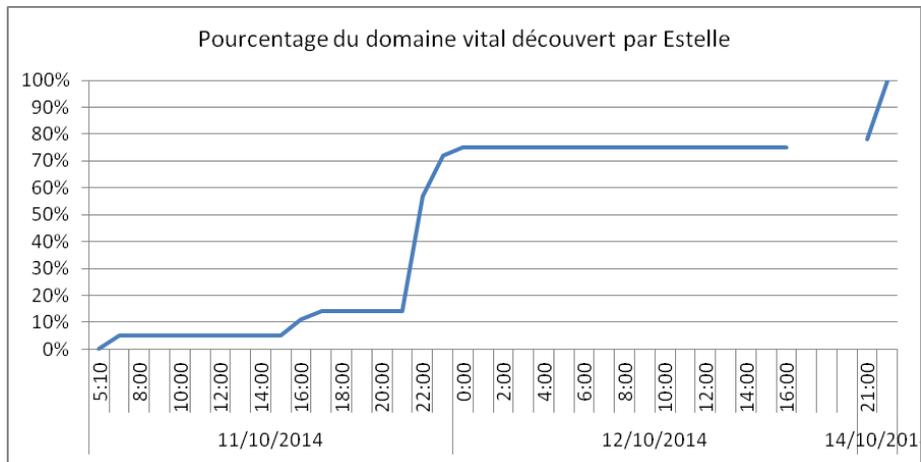
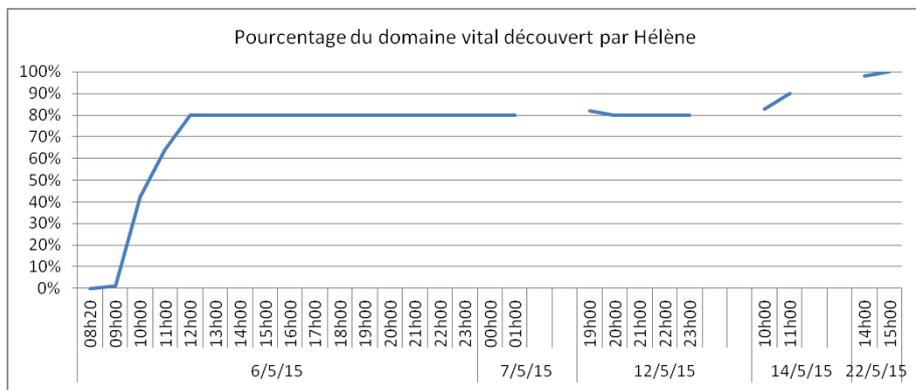
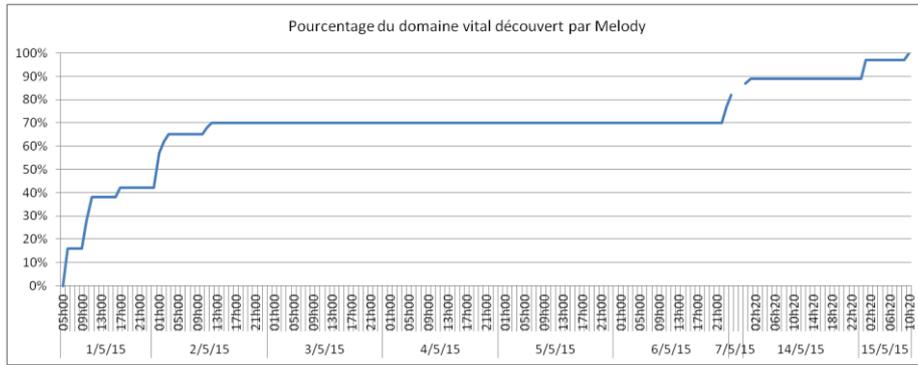
← Plage de galets émergés

Annexe 7 : Localisation des deux secteurs de piégeage lors de la phase 1 de l'action A4

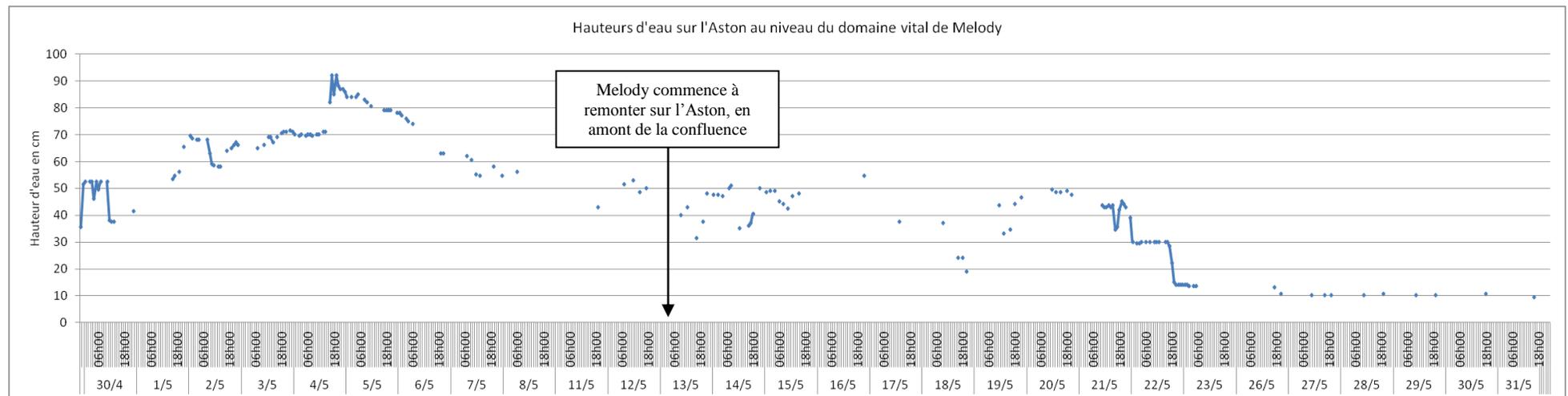
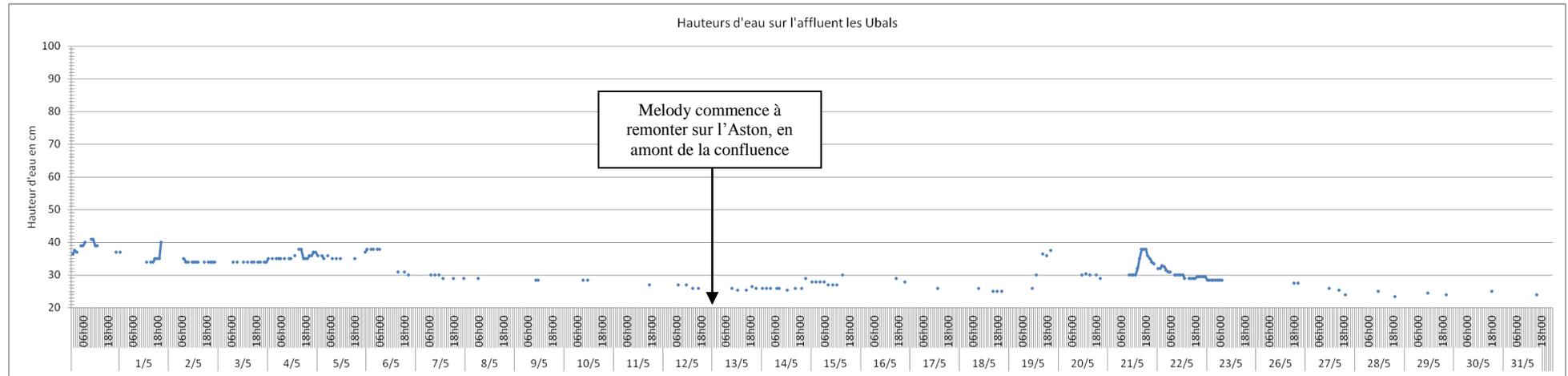


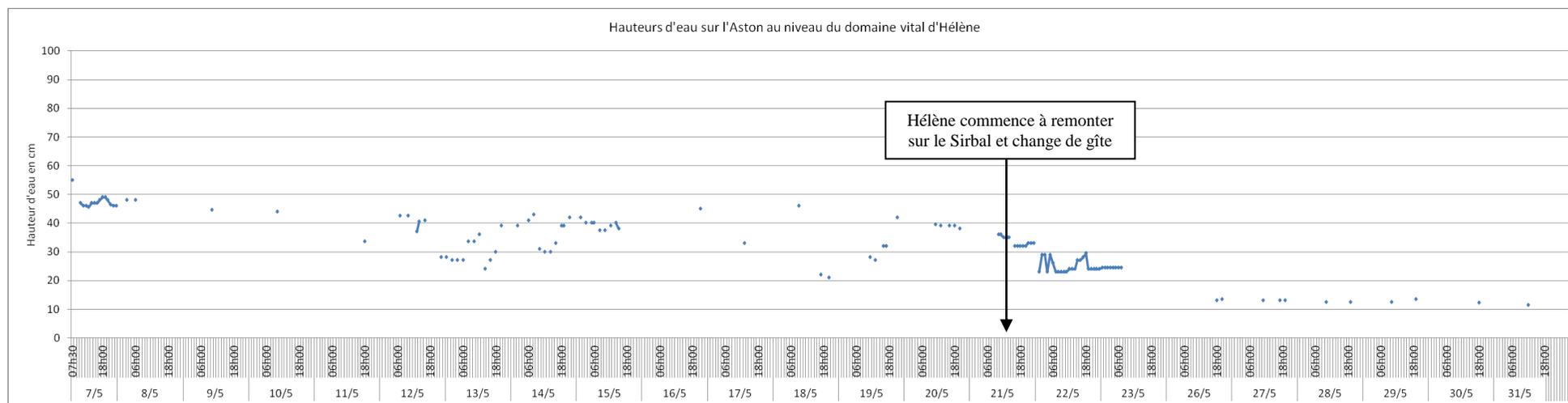
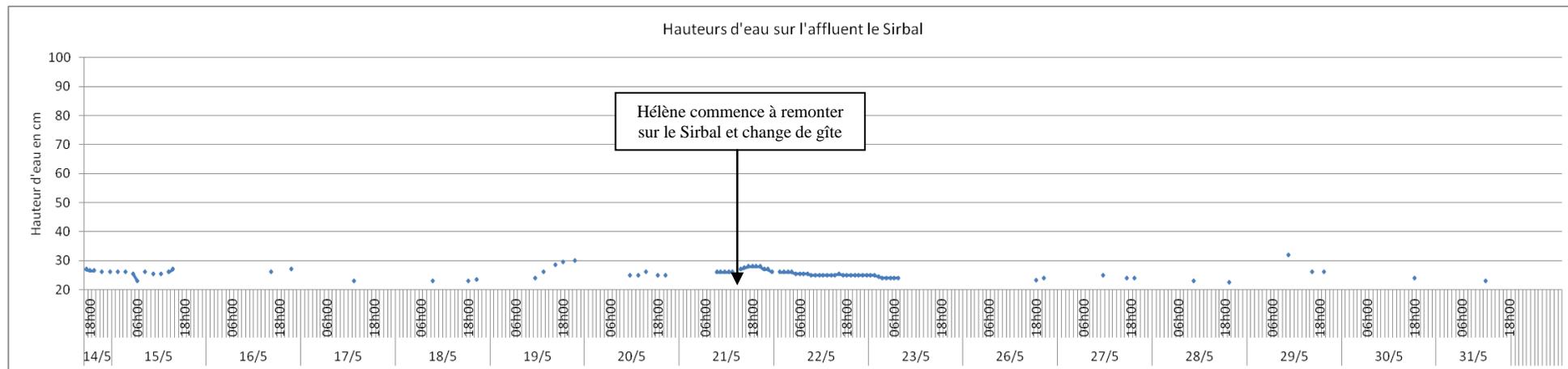
Annexe 8 : Temps nécessaire à la découverte du domaine vital par un Desman

Les ruptures de courbes indiquent une rupture dans le temps (pour la lisibilité du graphique) ou une rupture dans le suivi

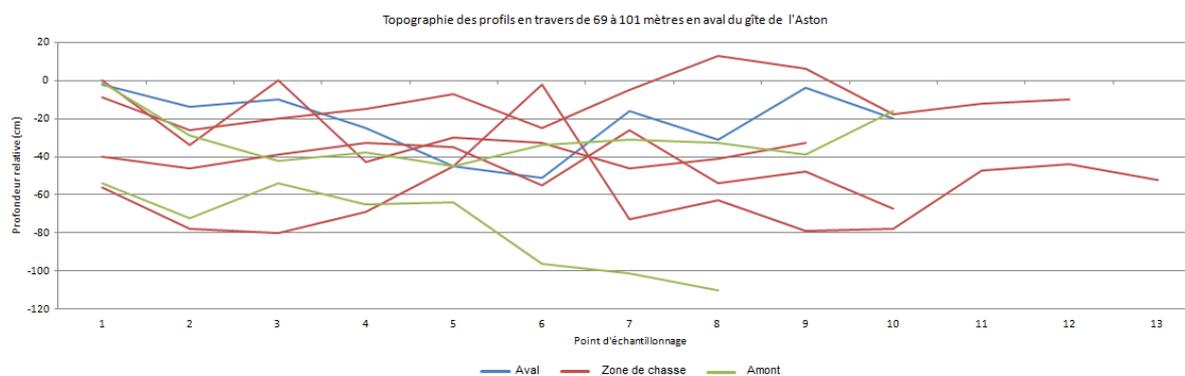
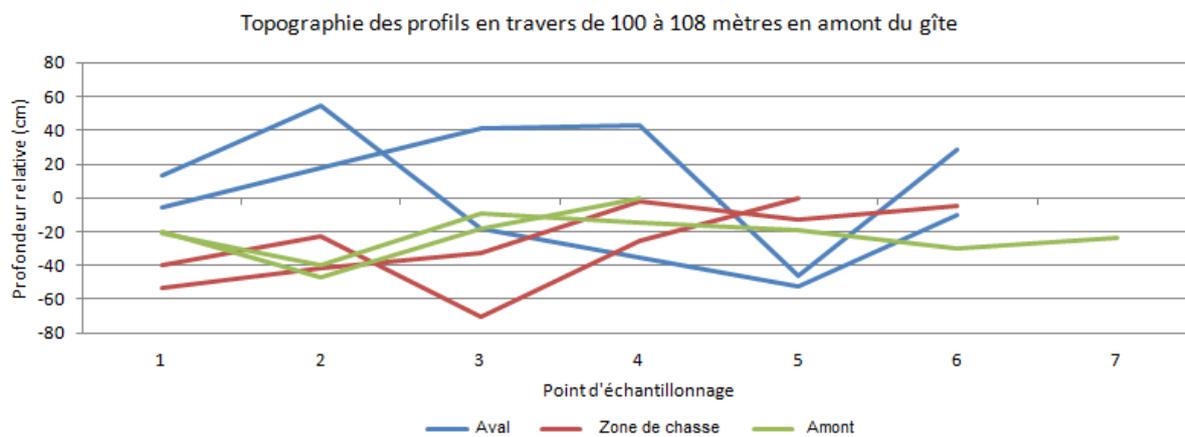


Annexe 9 : Relevés des hauteurs d'eau au niveau des domaines vitaux de Melody et Hélène



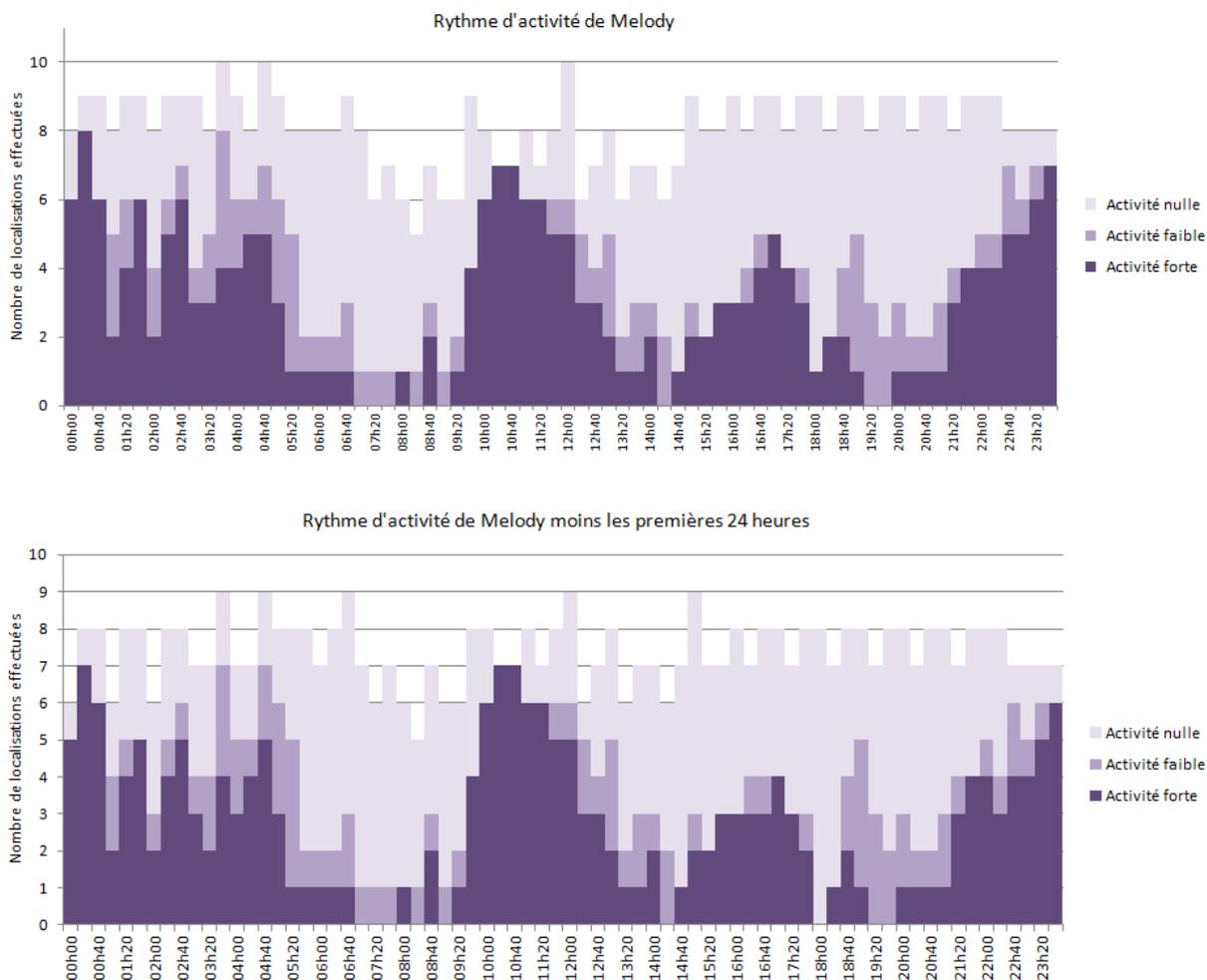


Annexe 10 : Topographies pour une zone de chasse et les zones amont et aval de celle-ci pour Melody (haut) et Hélène (bas)



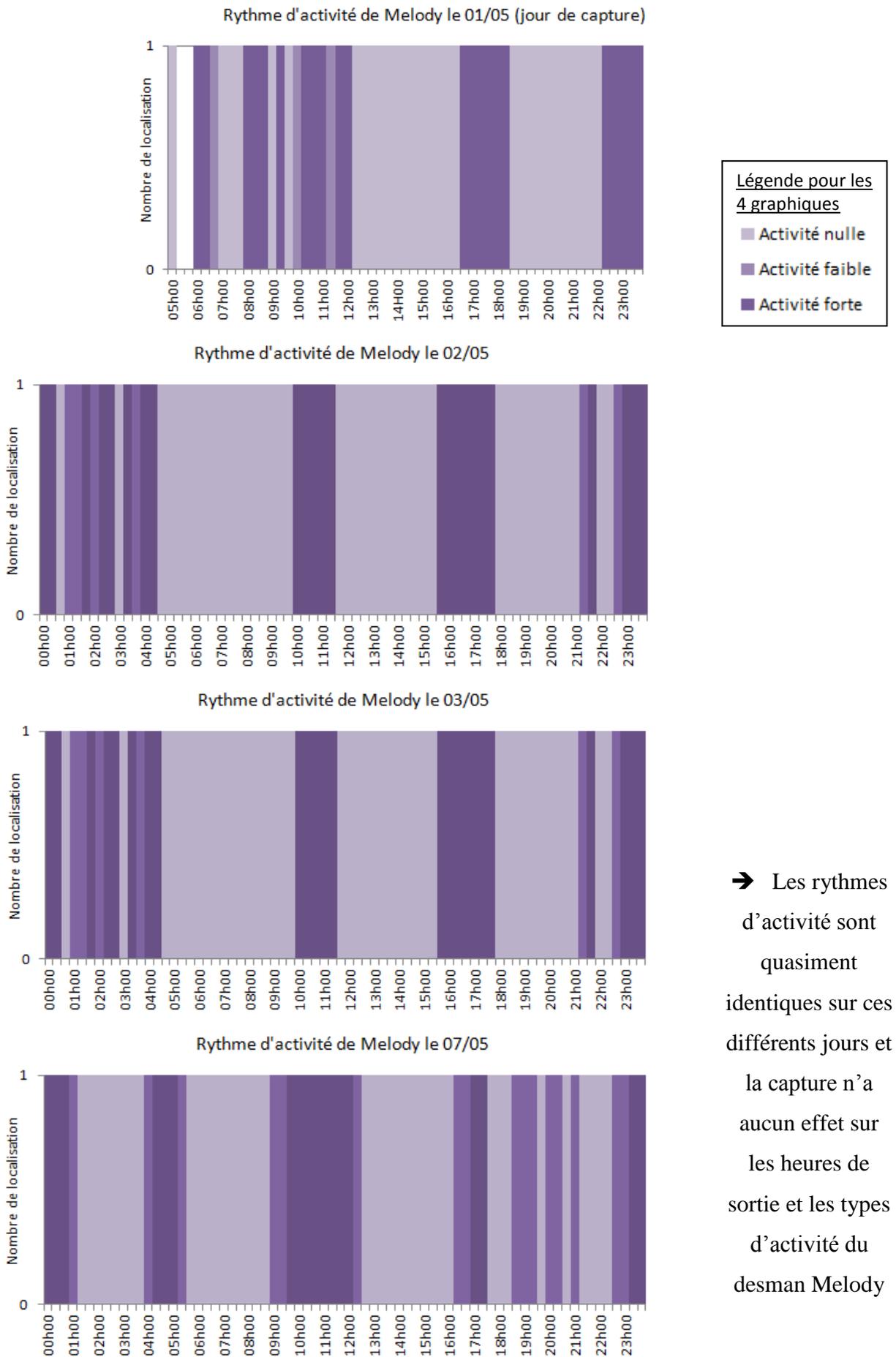
Annexe 11 : Rythmes d'activité comparés de Melody

- Rythmes d'activité comparés sur le suivi total et moins le 1^{er} jour de suivi (premières 24 heures après la capture)



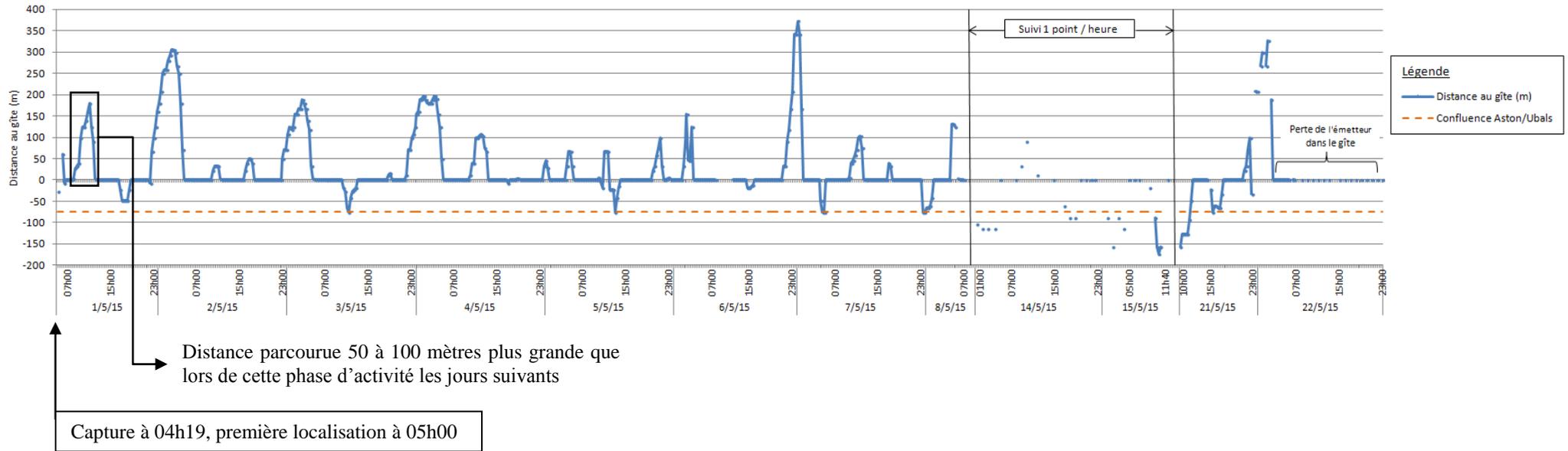
➔ Pas de différence notable entre les deux graphiques : seul le nombre de localisation change mais le rythme d'activité et les heures de fortes et moyennes activités restent les mêmes.

- Rythmes d'activité journaliers comparés sur quelques jours



Annexe 12 : Déplacements de Melody pendant tout le suivi

Déplacements de Melody en amont (valeurs positives) et aval (valeurs négatives) de son gîte (valeur 0)



→ Les déplacements ne semblent pas perturbés par la capture au vu des pics d'activité des jours suivants.