

Outils techniques pour la prise en compte du Desman des Pyrénées dans les procédures d'évaluations environnementales

LIVRET 3 : CAHIER DES CHARGES POUR LA RÉALISATION DES SUIVIS DU DESMAN DES PYRÉNÉES

Le DES MAN des Pyrénées *Galemys pyrenaicus*



Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) est **une espèce patrimoniale et protégée au niveau national**. Elle est actuellement classée comme **espèce Vulnérable** sur les listes rouges mondiale et nationale des mammifères de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Compte tenu de sa répartition géographique naturellement restreinte, la France a une responsabilité majeure dans sa préservation à l'échelle mondiale.

Le Projet LIFE+ Desman (LIFE13NAT/FR/000092) vise à améliorer, de façon pérenne et démonstrative, le statut de conservation du Desman des Pyrénées sur onze sites Natura 2000 en France et à plus long terme à l'échelle des Pyrénées par la transposition des méthodes et des outils élaborés.

Ce livret s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'outils techniques à destination des professionnels, en vue d'une prise en compte du Desman à la hauteur des enjeux de conservation de l'espèce, notamment lors des procédures environnementales. Il propose ainsi des **méthodes de suivi susceptibles de participer à l'évaluation de l'impact de travaux engagés sur un cours d'eau ou ses berges, de l'efficacité des mesures d'évitement et, le cas échéant, de réduction mises en place**. A noter que ces suivis ne remplacent pas la méthodologie d'inventaire proposée par le **Livret 2** : « *Outil cartographique d'alerte et cahier des charges pour la réalisation d'inventaires du Desman des Pyrénées* » utilisée lors de l'étude d'impact.

Les protocoles décrits dans ce livret sont ceux testés et consolidés **lors du premier Plan National d'Actions et du programme LIFE+ Desman**. Cette liste pourra évoluer au gré de l'expérience acquise au fil des années et notamment dans le cadre du second Plan National d'Actions (2021-2030).

Ce livret est associé à trois autres livrets :

- ▶ **Livret 1** « État des connaissances » ;
- ▶ **Livret 2** « Outil cartographique d'alerte et cahier des charges pour la réalisation d'inventaires du Desman des Pyrénées » ;
- ▶ **Livret 4** « Guide technique de recommandations pour la gestion du Desman des Pyrénées et de ses habitats ».



Illustrations de couverture :
 Photo paysage : Ruisseau d'Arizes (65)
 © Émile Poncet
 Dessin Desman des Pyrénées :
 © Scories dans la brume



PRÉAMBULE

Pour toute évaluation de l'impact de travaux sur les populations de Desman des Pyrénées, le protocole à mettre en œuvre va dépendre des objectifs visés et de la possibilité effective de réalisation lors des trois phases (avant, pendant et après travaux). Il est donc primordial de définir clairement ces objectifs en fonction des travaux envisagés et des impacts associés. Il est également nécessaire d'assurer un état initial suffisamment précis afin de pouvoir établir par la suite un comparatif temporel fiable, avant, pendant et après les travaux. Il faudra pour cela anticiper la nature et le type de données nécessaires à l'établissement de cet état initial en fonction du ou des suivis choisis (les données sur les macro-invertébrés ne sont par exemple pas nécessaires au dossier d'étude d'impact mais elles le sont pour un suivi de la faune benthique en lien avec le régime alimentaire du Desman).

Ce livret propose ainsi plusieurs protocoles en fonction du ou des objectif(s) recherché(s) et précise également les moyens nécessaires à leur réalisation. Sa diffusion n'enlève cependant en rien la plus-value du recours à l'avis d'un expert afin d'identifier le protocole le mieux adapté au contexte. En effet, le Desman des Pyrénées est une espèce particulièrement difficile à étudier, nécessitant souvent un effort humain et financier important, et la pertinence du suivi engagé sera essentielle pour obtenir des données appropriées.

D'autre part, l'absence de données de présence à un instant t lors d'une étude ne remettra aucunement en cause l'outil cartographique d'alerte (zones de présence actuelle et historique, cf. Livret 2) ou les résultats positifs d'inventaires préalables. En effet la détectabilité de l'espèce sur un linéaire de cours d'eau donné est étroitement dépendante de nombreux facteurs (météorologie, densité des populations, périodes de l'année, perturbations hydrauliques, etc.).

Remarque

La réalisation des différents protocoles présentés dans ce guide s'effectue sur des terrains parfois difficiles (cours d'eau de montagne) et il est vivement conseillé de les réaliser en binôme pour des questions de sécurité. Il faut également penser à se renseigner sur les conditions météorologiques avant d'effectuer les opérations de terrain et, si celles-ci ont lieu sur un tronçon court-circuité, contacter l'exploitant de la centrale amont.



Desman des Pyrénées

© Lucas Santucci, Agence Zeppelin

CATALOGUE DE MÉTHODES

- Fiche 1 – Prospection fèces
- Fiche 2 – Capture d'individus
- Fiche 3 – Validation de l'espèce par analyse génétique
- Fiche 4 – Étude du régime alimentaire par analyse génétique
- Fiche 5 – Estimation d'une densité minimale de desmans par analyse génétique
- Fiche 6 – Suivi par radiopistage
- Fiche INFO – Que faire si je découvre un cadavre de Desman ?
- Fiche en construction – Inventaire des proies de Desman
- Fiche en construction – Modélisation hydraulique de la sensibilité des habitats du Desman aux variations de débits

Question posée	Fiche(s)	Réponse(s) attendue(s)
Impact des travaux sur la présence du Desman Le Desman est-il présent avant/pendant/après les travaux ?	► Fiche 1 – Prospection fèces	Détection et évolution de la présence de l'espèce
	► Fiche 2 – Capture d'individus	Détection et évolution de la présence de l'espèce sur des milieux où la recherche de fèces n'est pas pertinente ou pas réalisable
	► Fiche 3 – Validation de l'espèce par analyse génétique	Identification génétique de l'espèce hôte des fèces pour valider la présence
Impacts des travaux sur la ressource alimentaire Quelle est l'évolution de la ressource alimentaire avant/pendant/après les travaux ?	► Fiche 4 – Étude du régime alimentaire par analyse génétique	Analyse et évolution des proies consommées par le Desman
	► Fiche en construction Inventaire des proies du Desman	Évolution du potentiel trophique du site

Impact des travaux sur la structure de la population Quelle est l'évolution de la structure de la population avant/pendant/après les travaux ?	► Fiche 5 – Estimation d'une densité minimale de desmans par analyse génétique	Estimation de la taille minimale de la population présente (nombre d'individus)
Impact des travaux sur l'écologie du Desman Comment évolue le comportement du Desman avant/pendant/après les travaux ?	► Fiche 6 – Suivi par radiopistage	Éléments sur l'évolution de l'occupation de l'espace et/ou l'utilisation des habitats par l'espèce, et sur son activité quotidienne
Impacts des travaux sur l'habitat Comment évolue la disponibilité d'habitats favorables au Desman avant/pendant/après les travaux ?	► Fiche en construction Modélisation hydraulique de la sensibilité des habitats du Desman aux variations de débits	Éléments sur l'impact des variations de débits sur l'habitat du Desman (habitat de chasse et connectivité des berges avec le cours d'eau)
► Fiche INFO – Que faire si je découvre un cadavre de Desman ?		

Remarque

Pour toutes informations sur la biologie ou l'écologie du Desman des Pyrénées, se référer au **Livret 1 : État des connaissances**.



FICHE 1 : PROSPECTION FÈCES

Cette fiche décrit la méthodologie à utiliser pour réaliser un suivi de la présence du Desman par recherche de fèces.

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

Le Desman est-il présent avant/pendant/après les travaux ?

AVEC QUELLE(S) MÉTHODE(S) ?

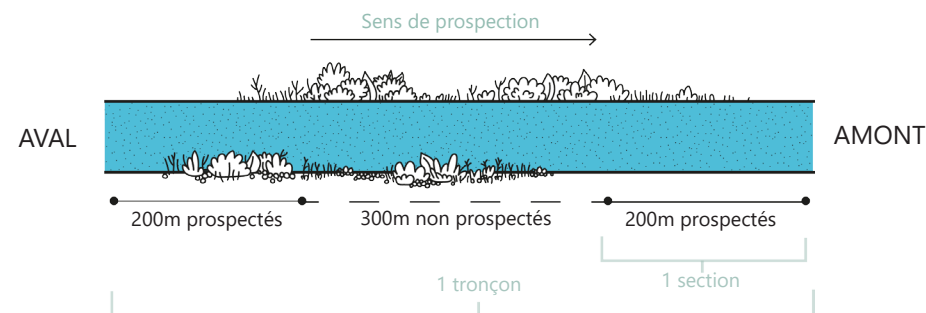
N.B. : la méthode de suivi présentée ici est identique à celle du *Livret 2 : Outil cartographique d'alerte et cahier des charges pour la réalisation d'inventaires du Desman des Pyrénées*, à consulter en complément de cette fiche, en libre accès et téléchargeable à l'adresse <http://www.desman-life.fr/telechargements/documents-techniques>.

Il s'agit ici d'adapter la méthode initiale à un suivi, en répétant l'inventaire lors des différentes phases (avant/pendant/après travaux) en vue de comparer les situations.

La zone de prospection dépend de l'envergure du projet :

Zone d'influence	Nombre de tronçons à réaliser
1000 mètres	1 tronçon
2000 mètres	2 tronçons
2000 à 5000 mètres	3 tronçons
5000 à 10000 mètres	4 tronçons
> 10000 mètres	5 tronçons

Un **tronçon** est défini de la manière suivante : il mesure 700 mètres de linéaire de rivière comprenant deux sections de 200 mètres à prospecter, séparées de 300 mètres non prospectés, en évoluant de l'aval vers l'amont.



Le protocole nécessite **3 à 5 passages** minimum, espacés d'au moins deux semaines et jusqu'à un mois, avant de considérer l'espèce probablement absente (avec une fiabilité de 95%) si aucune crotte n'est trouvée pendant les prospections. Il faudra veiller à anticiper le nombre de passages nécessaires afin de réaliser les prospections pendant la période la plus favorable, à savoir les étiages. Ce nombre de passages sur le tronçon de cours d'eau considéré est indiqué sur Picto-Occitanie sur le lien suivant : https://carto.picto-occitanie.fr/1/visualiseur_de_donnees_publicques.map puis Données / Nature paysage biodiversité / Zonages nature / PNA / PNA Desman des Pyrénées – Effort de passage.

Il est également nécessaire de prendre en compte les **aléas climatiques** car les précipitations diminuent les chances de trouver des fèces en lessivant les supports et en diminuant leur surface à mesure que le niveau d'eau augmente. Il est primordial d'attendre **cinq jours consécutifs sans pluie significative** (> 4 mm) avant de commencer les prospections. Les périodes d'étiage sont à privilégier afin de faciliter la progression dans la rivière et d'augmenter la surface de supports émergents disponibles pour le dépôt des fèces.



Fèces de Desman des Pyrénées © PNAD / LIFE+ Desman

Une **prospection** correspond ainsi à la recherche de fèces sur un tronçon lors de 3 à 5 passages minimum. Si la présence de fèces est détectée avant d'atteindre le nombre total de passages, aucun passage supplémentaire n'est nécessaire.

PAR QUI ?

Prospecteurs détenteurs d'une habilitation à appliquer le protocole standardisé de recherche de fèces en vue d'inventorier le Desman des Pyrénées.

Voir la liste ici : <http://www.desman-life.fr/sites/default/files/liste%20habilitation.pdf>

QUAND ?

► Un à cinq passages par tronçon avant le début des travaux pour établir un état initial, pendant l'étiage.

► Un à cinq passages par tronçon pendant les travaux pour suivre l'évolution de la détection de l'espèce dans la mesure du possible (hors grosses variations de niveaux d'eau ou mise à sec du secteur). A réaliser au moins une fois pendant les travaux à l'étiage ou deux fois par an pour des travaux dont la durée est plus importante : en période de pré-reproduction à l'étiage hivernal et en période de post-reproduction à l'étiage de fin d'été-début d'automne.

► Un à cinq passages par tronçon après les travaux, voire plusieurs années après les travaux, pour vérifier la présence ou la recolonisation du Desman s'il avait disparu pendant la phase travaux, ou suivre une éventuelle colonisation s'il n'était pas présent initialement. A réaliser sur toute la durée du suivi et deux fois par an : en période de pré-reproduction à l'étiage hivernal et en période de post-reproduction à l'étiage de fin d'été-début d'automne.

QUELLE INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ?

► Permet de confirmer la présence du Desman ou de considérer son absence avec une fiabilité de 95% **sur les linéaires prospectés** avant, pendant et après travaux. L'absence sur le linéaire prospecté ne remet pas en cause l'outil cartographique d'alerte et ne présage pas de l'absence de l'espèce à une échelle plus large (cours d'eau par exemple). A l'inverse, si des fèces de Desman sont trouvées sur une zone de présence historique de l'espèce, celle-ci deviendra une zone de présence avérée (cf Livret 2).

► Cette méthode ne permet pas d'estimer la taille minimale de la population (car le nombre d'individus n'est pas proportionnel au nombre d'indices), sauf si elle est associée à des analyses génétiques (voir Fiche 5).

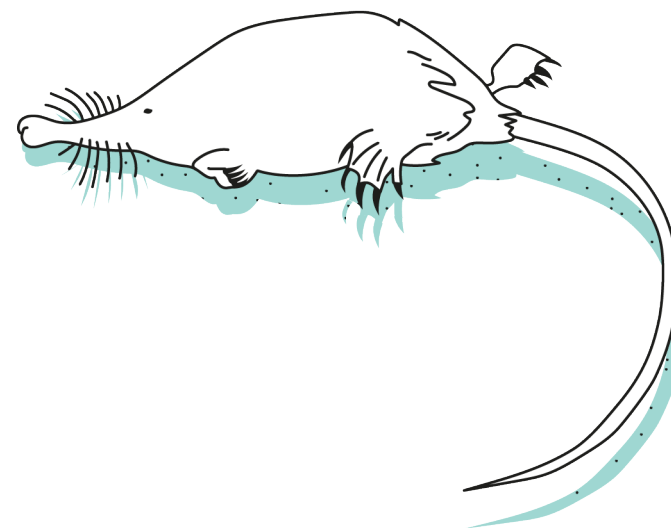
QUEL DÉRANGEMENT POUR LE DESMAN ?

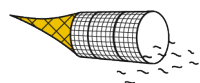
La détection et le suivi de la présence du Desman par la recherche de fèces est un protocole indirect (pas d'observation directe des individus), non invasif, ni sur l'habitat ni sur les individus (complète innocuité en termes de dérangement ou de risques de blessure ou de mortalité).

A QUEL COÛT ?

€€€

► Coût journée à multiplier par le temps nécessaire pour faire une prospection d'un tronçon à deux personnes, par le nombre de passages, par le nombre total de tronçons à prospecter et par le nombre de sessions annuelles. *Rq : le temps moyen des prospections est d'environ 2-3 tronçons de 700 m (dont 400 m prospectés) par jour en binôme, mais cela est variable et dépend de la configuration du tronçon et du temps d'accès au tronçon.*





FICHE 2 : CAPTURE D'INDIVIDUS

Cette fiche décrit la méthodologie à utiliser pour capturer des desmans dans les seuls cas où cela est vraiment indispensable, car il s'agit d'une méthode très invasive pour les individus.

Elle nécessite d'autre part une demande de dérogation pour la capture, l'enlèvement, la destruction, la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées (Formulaire 13616*01).

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

1/ Le Desman est-il présent avant/pendant/après les travaux ?

Cette méthode ne sera utilisée qu'en complément des prospections fèces, dans des cas exceptionnels où cette dernière n'a pas pu être réalisée (milieux lacustres, absence de substrats de dépôt, ...) ou n'est pas réalisable dans des conditions optimales (fortes et régulières variations de débit par exemple).



Milieu non propice aux prospections classiques de recherche de fèces, sur lequel il peut être pertinent d'effectuer des captures pour tenter de détecter la présence du Desman des Pyrénées

© Émile Poncet

2/ Pour équiper des desmans avec des émetteurs de radiopistage (voir Fiche 6)



Le suivi par radiopistage du Desman des Pyrénées (voir Fiche 6) implique une phase de capture pour pouvoir équiper les individus suivis avec des émetteurs VHF.

Émetteur VHF sur un Desman dans le cadre d'un suivi par radiopistage

© Lucas Santucci, Agence Zeppelin

AVEC QUELLE(S) MÉTHODE(S) ?

La capture d'individus consiste en la pose d'une trentaine de pièges comportementaux type « nasses à anguilles », conçus spécifiquement pour l'espèce, sur un linéaire de cours d'eau de 500 mètres à 1 km. Le nombre de pièges, tout comme la longueur du linéaire piégé, peuvent varier selon la configuration du milieu. Les pièges, non appâtés, sont positionnés dans des veines de courant et orientés vers l'aval du cours d'eau. La pose a lieu en fin d'après-midi, les relevés débutent immédiatement après et se poursuivent à *minima* toute la nuit suivante. Les opérateurs vérifient les pièges toutes les heures et demie pour limiter le temps passé dans ces derniers par les individus capturés. Les pièges sont retirés à l'aube.





Pièges posés sur des cours d'eau et leurs affluents en préalable à une opération de suivi par radiopistage © CENMP et GREGE



Pièges posés sur des milieux non propices à la prospection classique de recherche de fèces pour détecter la présence du Desman des Pyrénées © CENMP et GREGE



Lors d'une capture, la suite des opérations diffère selon l'objectif.

- 1) Si l'objectif est de **savoir si le Desman est présent** sur le site, l'individu est relâché le plus rapidement possible, sur place et sans être manipulé.
- 2) Si l'objectif est d'**équiper les desmans pour un suivi par radiopistage**, les individus capturés feront alors l'objet de relevés concernant leur sexe, leur âge, leur poids et leur état général. Les individus répondant à l'objectif du suivi seront ensuite équipés d'un émetteur radio VHF et suivis dès leur remise à l'eau sur leur lieu de capture (voir Fiche 6). Les individus non équipés seront marqués temporairement (vernis) ou avec un transpondeur (puce) afin de ne pas être de nouveau manipulés s'ils sont recapturés.

PAR QUI ?

Personnes détentrices d'une autorisation préfectorale de capture, marquage, relâché d'individus et prélèvement, transport, utilisation, destruction d'échantillon de matériel biologique de Desman des Pyrénées.
Pour connaître la liste des personnes concernées, s'adresser à l'animateur du PNAD ou à la DREAL Occitanie, coordinatrice.

QUAND ?

Ces captures sont à réaliser en dehors de la période sensible de mise bas et d'élevage des jeunes qui s'étend de fin février à fin août. Les captures sont donc possibles **entre septembre et mi-février**.

QUELLE INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ?

- ▶ Permet d'évaluer la présence du Desman avant, pendant et après les travaux lorsque la recherche de fèces n'est pas réalisable dans certains cas exceptionnels.
- ▶ Permet de dénombrer instantanément un nombre minimum d'individus sur le linéaire piégé.

- ▶ Permet l'acquisition de données sur le sexe, la classe d'âge, le poids et l'état général des individus si des manipulations sont effectuées pour les opérations de radiopistage.

QUEL DÉRANGEMENT POUR LE DESMAN ?

La capture d'individus est une méthode directe qui entraîne une importante perturbation des animaux et le stress induit peut les exposer à un risque de mortalité à ne pas négliger. De plus, si des manipulations sont effectuées, un stress supplémentaire sera subi par l'animal et augmentera ce risque de mortalité.

Les captures doivent rester exceptionnelles et intervenir uniquement dans les cas où elles sont absolument indispensables. Leur mise en œuvre doit donc être restreinte aux conditions particulières évoquées plus haut.

A QUEL COÛT ?

€€€

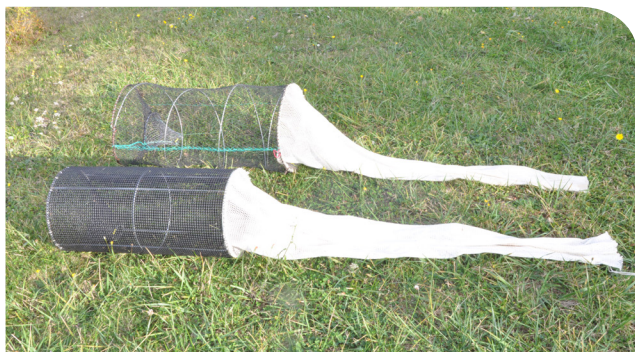
► Nombre de personnes minimum : 4 pour les inventaires de présence du Desman mais plus important pour les manipulations et le suivi par radiopistage (voir Fiche 6).

► En plus de la pose des pièges en journée, le nombre de nuits de capture dépendra de l'objectif fixé.

1) Dans le cas de la détermination de la présence du Desman, les captures doivent s'interrompre dès le premier individu capturé et il n'est pas nécessaire de les continuer durant des nuits supplémentaires.

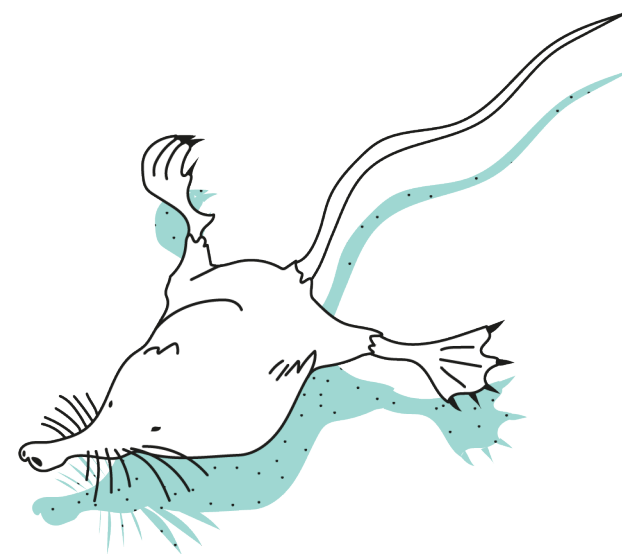
2) Dans le cas de captures préalables à l'équipement des animaux en vue d'un suivi par radiopistage, il faudra continuer le temps nécessaire pour capturer le nombre d'individus prévu par le protocole.

► Matériel de piégeage : compter entre 70€ et 150€/piège (le prix varie en fonction de la présence d'ailettes ou pas, de la rigidité du piège, etc.) + 150€ pour le matériel de manipulation.



Pièges (souple, rigide, à ailettes)

© Mélanie Némot





FICHE 3 : VALIDATION DE L'ESPÈCE PAR ANALYSE GÉNÉTIQUE

Cette fiche décrit les protocoles de collecte et de conservation des échantillons pour lesquels une validation de l'espèce hôte est souhaitée. Elle indique également la méthode génétique recommandée pour identifier cette espèce hôte.

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

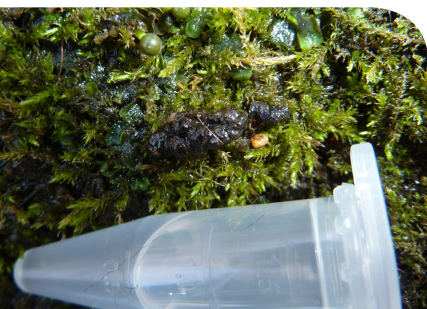
Valider la présence de l'espèce, en cas de doute sur les fèces collectées.

AVEC QUELLE(S) MÉTHODE(S) ?

1/ Protocole de collecte des échantillons à mettre en place

Voir le protocole prospection fèces (Fiche 1).

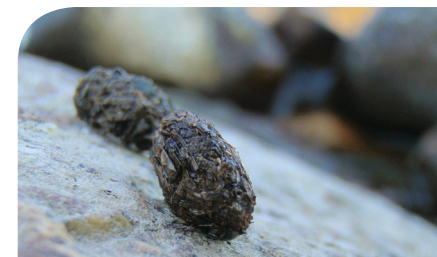
N.B. : le protocole de prospection fèces pour déterminer la présence de l'espèce indique qu'il est possible d'arrêter les prospections dès qu'une crotte de Desman est trouvée. Ici, le but est de confirmer l'identité de l'espèce hôte d'une ou plusieurs fèces. **Il est donc recommandé de prospecter tout le(s) tronçon(s) étudié(s) et de récolter plusieurs échantillons.**



Fèces et crottier de fèces de Desman © PNAD / LIFE+ Desman



Crottier de Musaraigne
© PNAD / LIFE+ Desman



Pelote de réjection de Cincle plongeur
© PNAD / LIFE+ Desman

2/ Protocole de prélèvement et de conservation des échantillons

Afin de conserver la meilleure qualité d'ADN, il est recommandé de mettre des gants puis de prélever l'échantillon avec un outil à usage unique, par exemple un cure-dent (pour éviter toute contamination génétique) et le stocker dans un micro-tube de 2 mL rempli entièrement d'alcool à 95% (ne pas laisser d'air dans le tube). Séparer correctement les échantillons en ne mettant qu'une crotte par micro-tube. Ne pas oublier de changer de gants et de cure-dents entre chaque prélèvement pour éviter toute contamination d'ADN.

Chaque tube doit être étiqueté avec les informations nécessaires, *a minima* le numéro du site échantillonné et la date de collecte (ex : N°échantillon_Date_NomSite_CoordonnéesGPS). Une étiquette sera collée au tube et protégée avec du scotch et une autre sera placée à l'intérieur en cas de perte de la première (en utilisant des gants pour éviter toute contamination génétique avec l'ADN humain). L'écriture se fera impérativement au crayon à papier.

Les échantillons devront alors être stockés au congélateur le plus rapidement possible et envoyés au laboratoire dans les meilleurs délais.



Microtubes contenant des fèces de Desman
© Christine Fournier-Chambrillon



Prélèvement de fèces de Desman avec gants et cure-dent pour éviter toute contamination avec de l'ADN humain © Frédéric Blanc

3/ Méthode d'analyse génétique recommandée

La validation de l'espèce repose sur l'amplification et le séquençage à haut débit de courts fragments très variables du gène du cytochrome oxydase 1 (CO1). Cette technique présente l'intérêt de travailler sur des fragments courts d'ADN permettant de réaliser l'identification sur de l'ADN dégradé ou contenu en faible quantité, comme c'est souvent le cas dans les cellules épithéliales présentes sur les fèces de Desman. Les fragments d'ADN séquencés pour chaque échantillon sont ensuite comparés aux séquences référencées dans des bases de données publiques disponibles, notamment la base de données BOLD (*Barcoding of Life*) ou dans la base de données privée du laboratoire d'analyse.



Cette technologie permet donc de détecter l'espèce hôte d'un échantillon, qu'il s'agisse de Desman ou d'une autre espèce de vertébré, même lorsque celui-ci est très fortement dégradé (cas des fèces souvent dégradées par l'humidité du milieu).

Analyses génétiques en laboratoire

© Johan Michaux

PAR QUI ?

► Personnes détentrices d'une habilitation à appliquer le protocole standardisé de recherche de fèces en vue d'inventorier le Desman des Pyrénées.

Voir la liste ici : <http://www.desman-life.fr/sites/default/files/liste%20habilitation.pdf>

► Laboratoire de génétique pour l'analyse des échantillons : les partenaires du PNAD et du LIFE+ Desman ont travaillé avec le laboratoire de génétique de la conservation de l'Université de Liège (GeCoLAB – <http://gecolab.weebly.com> ; contact.gecolab@gmail.com).

QUAND ?

- Avant, pendant et après la phase travaux pour avoir un état initial fiable et assurer un bon suivi dans le temps.
- Aux périodes les plus adaptées (voir Fiche 1).
- Envoyer les échantillons le plus rapidement (après chaque phase de prospection) au laboratoire d'analyse pour préserver la qualité de l'ADN et donc la qualité du résultat.

QUELLE INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ?

Identification de l'espèce auteur des fèces collectées pour confirmer l'appartenance au Desman.

QUEL DÉRANGEMENT POUR LE DESMAN ?

Les analyses génétiques des fèces nécessitent la prospection des cours d'eau pour la collecte des échantillons. C'est un protocole indirect (pas d'observation directe des individus), non invasif, ni sur l'habitat ni sur les individus (complète innocuité tant en termes de dérangement que de risques de blessure ou de mortalité).

À QUEL CÔÛT ?

€€€

- Voir la Fiche 1 pour les coûts relatifs aux prospections.
- Matériel : compter environ 50€ pour 500 micro tubes + environ 5€ le litre d'éthanol à 95% + 1 pissette (environ 5€ l'unité mais souvent vendue par lots).
- Coût d'analyse : environ 55€ HT par crotte.



FICHE 4 : ÉTUDE DU RÉGIME ALIMENTAIRE PAR ANALYSE GÉNÉTIQUE

Cette fiche décrit les protocoles de collecte et de conservation des échantillons de fèces pour lesquels l'analyse du régime alimentaire est souhaitée. Elle indique également la méthode génétique recommandée pour identifier les espèces proies.

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

Étudier le régime alimentaire du Desman avant, pendant et après travaux, et l'évolution potentielle de ce dernier en lien avec les travaux.

AVEC QUELLE(S) MÉTHODE(S) ?

1/ Protocole de collecte des échantillons à mettre en place

Voir le protocole prospection fèces (voir Fiche 1).

N.B. : le protocole de prospection fèces pour déterminer la présence de l'espèce indique qu'il est possible d'arrêter les prospections dès qu'une crotte de Desman est trouvée. Ici, le but est d'étudier le régime alimentaire de l'espèce. Il est donc recommandé de prospecter tout le(s) tronçon(s) étudié(s) et de récolter un maximum d'échantillons afin d'avoir une étude la plus complète possible.



Fèces de Desman des Pyrénées © PNAD / LIFE+ Desman

2/ Protocole de prélèvement et de conservation des échantillons

Afin de conserver la meilleure qualité d'ADN, il est recommandé de mettre des gants puis de prélever l'échantillon avec un outil à usage unique, par exemple un cure-dent (pour éviter toute contamination génétique) et le stocker dans un micro-tube de 2 mL rempli entièrement d'alcool à 95% (ne pas laisser d'air dans le tube). Séparer correctement les échantillons en ne mettant qu'une crotte par micro-tube. Ne pas oublier de changer de gants et de cure-dents entre chaque prélèvement pour éviter toute contamination d'ADN.



Prélèvement de fèces de Desman avec gants et cure-dent pour éviter toute contamination avec de l'ADN humain
© Frédéric Blanc

Chaque tube doit être étiqueté avec les informations nécessaires, *a minima* le numéro du site échantillonné et la date de collecte (ex : N°échantillon_Date_NomSite_CoordonnéesGPS). Une étiquette sera collée au tube et protégée avec du scotch et une autre sera placée à l'intérieur en cas de perte de la première (en utilisant des gants pour éviter toute contamination génétique avec l'ADN humain). L'écriture se fera impérativement au crayon à papier.

Les échantillons devront alors être stockés au congélateur le plus rapidement possible et envoyés au laboratoire dans les meilleurs délais.



Microtubes contenant des fèces de Desman
© Christine Fournier-Chambrillon

3/ Méthode d'analyse génétique recommandée

L'étude du régime alimentaire repose sur l'amplification et le séquençage à haut débit de courts fragments très variables du gène cytochrome oxydase 1 (CO1). Cette technique présente l'intérêt de travailler sur des fragments courts d'ADN permettant de réaliser l'identification sur de l'ADN dégradé ou contenu en faible quantité. Les fragments d'ADN séquencés pour chaque échantillon sont ensuite comparés aux séquences référencées dans des bases de données disponibles, ou dans la base de données privée du laboratoire d'analyse, contenant de nombreuses espèces de macro invertébrés et de vertébrés aquatiques. Cette comparaison permet d'identifier avec une grande précision les proies consommées par le Desman et de déterminer ensuite les occurrences pour chaque espèce identifiée.



Analyses génétiques en laboratoire

© Johan Michaux

PAR QUI ?

► Personnes détentrices d'une habilitation à appliquer le protocole standardisé de recherche de fèces en vue d'inventorier le Desman des Pyrénées.

Voir la liste ici : <http://www.desman-life.fr/sites/default/files/liste%20habilitation.pdf>

► Laboratoire de génétique pour l'analyse des échantillons : les partenaires du PNAD et du LIFE+ Desman ont travaillé avec le laboratoire de génétique de la conservation de l'Université de Liège (GeCoLAB – <http://gecolab.weebly.com> ; contact.gecolab@gmail.com).

QUAND ?

► Avant, pendant et après la phase travaux pour avoir un état initial fiable et assurer un bon suivi dans le temps.

► Deux phases de prospection par an aux étiages (été et hiver) pour avoir une vision plus exhaustive du régime alimentaire sur un cycle annuel.

► Envoyer les échantillons le plus rapidement (après chaque phase de prospection) au laboratoire d'analyse pour préserver la qualité de l'ADN et donc la qualité du résultat.

QUELLE INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ?

► Détermination du régime alimentaire des desmans présents sur le cours d'eau prospecté par les résultats suivants :

- chaque crotte renseigne sur une liste d'espèces proies ;
- tous les échantillons collectés renseignent sur les fréquences d'occurrence de ces espèces proies.

► Évolution du régime alimentaire avant/pendant/après les travaux.

QUEL DÉRANGEMENT POUR LE DESMAN ?

Les analyses génétiques des fèces nécessitent la prospection des cours d'eau pour la collecte des échantillons. C'est un protocole indirect (pas d'observation directe des individus), non invasif, ni sur l'habitat ni sur les individus (complète innocuité tant en termes de dérangement que de risques de blessure ou de mortalité).

A QUEL COÛT ?

€€€

► Voir la Fiche 1 pour les coûts relatifs aux prospections.

► Matériel : compter environ 50€ pour 500 micro tubes + achat d'éthanol à 95% + 1 pissette (environ 5€ l'unité mais souvent vendue par lots).

► Coût d'analyse : environ 100€ HT par crotte.



FICHE 5 : ESTIMATION D'UNE DENSITÉ MINIMALE DE DESMANS PAR ANALYSE GÉNÉTIQUE

Cette fiche décrit les protocoles de collecte et de conservation des échantillons pour lesquels un génotypage est souhaité afin d'identifier les différents individus de Desman présents sur le site concerné et étudier si un individu est contacté plusieurs fois dans le temps. Elle indique également la méthode génétique recommandée pour réaliser ce génotypage.

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

- Estimer de manière indirecte une densité minimale d'individus présents à un même moment sur un tronçon prospecté.
- Évaluer l'évolution du nombre d'individus recontactés et du nombre de nouveaux individus sur le ou les tronçons suivis.

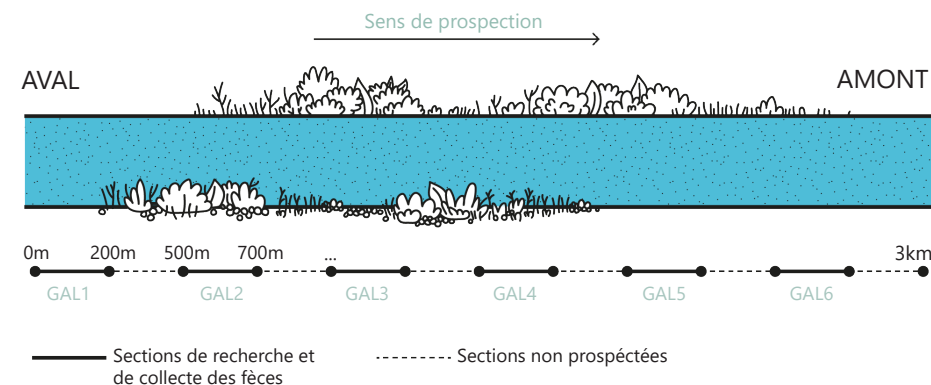
AVEC QUELLE(S) MÉTHODE(S) ?

1/ Protocole de collecte des échantillons à mettre en place

Le protocole présenté ici est un exemple de ce qui a été établi dans le cadre du LIFE+ Desman mais il peut être adapté en fonction de la taille de la zone d'étude.

Le but est de dénombrer les individus présents sur le ou les tronçons étudiés. Il est donc recommandé de **récolter le plus d'échantillons possible** afin d'augmenter les chances de contacter un maximum d'individus présents.

Sur un tronçon de 3 km, les prospections se font sur six sections de 200 mètres, espacées les unes des autres de 300 mètres non prospectées. Pour faciliter le suivi et le libellé des échantillons sur chaque section, il est possible de nommer les sections prospectées.



Les sections prospectées de 200 mètres sont ainsi parcourues d'aval en amont et **toutes les crottes de Desman trouvées y sont récoltées.**

Il est nécessaire de prendre en compte **les aléas climatiques** car les précipitations diminuent les chances de trouver des fèces en lessivant les supports et en diminuant leur surface à mesure que le niveau d'eau augmente. Il est primordial d'attendre **cinq jours consécutifs sans pluie significative (> 4 mm)** avant de commencer les prospections. Les périodes d'étiage sont à privilégier afin de faciliter la progression dans la rivière et d'augmenter la surface de supports émergents disponibles pour le dépôt des fèces.



Fèces de Desman des Pyrénées © PNAD / LIFE+ Desman

2/ Protocole de prélèvement et de conservation des échantillons

Afin de conserver la meilleure qualité d'ADN, il est recommandé de mettre des gants puis de prélever l'échantillon avec un outil à usage unique, par exemple un cure-dent (pour éviter toute contamination génétique) et le stocker dans un micro-tube de 2 mL rempli entièrement d'alcool à 95% (ne pas laisser d'air dans le tube). Séparer correctement les échantillons en ne mettant qu'une crotte par micro-tube. Ne pas oublier de changer de gants et de cure-dents entre chaque prélèvement pour éviter toute contamination d'ADN.

Chaque tube doit être étiqueté avec les informations nécessaires, *a minima* le numéro du site échantillonné, le nom de

la section prospectée et la date de collecte (un échantillon peut être libellé de cette manière : N°échantillon_Date_NomSite_NomSection_CoordonnéesGPS). Une étiquette sera collée au tube et protégée avec du scotch et une autre sera placée à l'intérieur en cas de perte de la première (en utilisant des gants pour éviter toute contamination génétique avec l'ADN humain). L'écriture se fera impérativement au crayon à papier.

Les échantillons devront alors être stockés au congélateur le plus rapidement possible et envoyés au laboratoire dans les meilleurs délais.



Prélèvement d'une crotte pour analyse génétique
© Marielle Jean

3/ Méthode d'analyse génétique recommandée

Les analyses d'individualisation par **génotypage** sont effectuées à partir de **marqueurs hypervariables appelés microsatellites et spécifiques à l'espèce**. Ces marqueurs sont utilisés très régulièrement pour les études de génétique des populations ou encore les analyses de parenté. Leur variabilité est en effet très importante et permet d'identifier chaque individu de manière extrêmement précise. Le génotypage se fait ici sur la base de douze marqueurs microsatellites spécifiques au Desman des Pyrénées.

Microtubes contenant
des fèces de Desman

© Christine Fournier-Chambrillon



PAR QUI ?

► Personnes détentrices d'une habilitation à appliquer le protocole standardisé de recherche de fèces en vue d'inventorier le Desman des Pyrénées.

Voir la liste ici : <http://www.desman-life.fr/sites/default/files/liste%20habilitation.pdf>

► Laboratoire de génétique pour l'analyse des échantillons : les partenaires du PNAD et du LIFE+ Desman ont travaillé avec le laboratoire de génétique de l'Université de Liège (GeCoLAB – <http://gecolab.weebly.com> ; contact.gecolab@gmail.com).

QUAND ?

- ▶ Avant, pendant et après la phase travaux pour avoir un état initial fiable et assurer un bon suivi dans le temps.
- ▶ *A minima* deux passages par an (aux étiages) et le plus souvent possible afin d'augmenter les chances de recontacter un même individu.
- ▶ Envoyer les échantillons le plus rapidement (après chaque phase de prospection) au laboratoire d'analyse pour préserver la qualité de l'ADN et donc la qualité du résultat.

QUELLE INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ?

- ▶ Estimation d'une densité minimale d'individus sur les portions de cours d'eau prospectées.
- ▶ Connaissance de distances minimales parcourues par les individus dont les crottes ont été collectées à des endroits différents dans un laps de temps donné.
- ▶ Évolution du nombre d'individus recontactés et du nombre de nouveaux individus grâce aux analyses génétiques avant/pendant/après travaux.

QUEL DÉRANGEMENT POUR LE DESMAN ?

Les analyses génétiques des fèces nécessitent la prospection des cours d'eau pour la collecte des échantillons. C'est un protocole indirect (pas d'observation directe des individus), non invasif, ni sur l'habitat ni sur les individus (complète innocuité tant en termes de dérangement que de risques de blessure ou de mortalité).

À QUEL COÛT ?

€€€

- ▶ Voir la Fiche 1 pour les coûts relatifs aux prospections.
- ▶ Matériel : compter environ 50€ pour 500 micro tubes + achat d'éthanol à 95% + 1 pissette (environ 5€ l'unité mais souvent vendue par lots).
- ▶ Coût d'analyse : environ 125€ HT par crotte.





FICHE 6 : SUIVI PAR RADIOPISTAGE

Cette fiche décrit succinctement le principe du suivi par radiopistage de desmans et le type d'informations susceptibles d'être recueillies.

Ce type de suivi nécessite la capture et la manipulation d'individus et est donc **très invasif pour les individus**. Le radiopistage ne doit être envisagé que dans certains cas très précis, la décision d'y recourir et le protocole qui sera mis en place devront être préalablement discutés avec les équipes du PNAD et la DREAL Occitanie.

De plus il nécessite une demande de dérogation pour la capture, l'enlèvement, la destruction, la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées (Formulaire 13616*01).

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

► Quelle est l'occupation de l'espace, l'utilisation des habitats et l'activité quotidienne du Desman avant la phase travaux (taille des domaines vitaux, rythmes d'activité, localisation de ses gîtes, ...) ?

► Quelle est l'évolution de ces différents paramètres et leur éventuel lien avec la modification de son habitat pendant et après la phase travaux ?

AVEC QUELLE(S) MÉTHODE(S) ?

Le radiopistage permet le suivi à distance et en temps réel d'un animal équipé d'un émetteur radio VHF. La fréquence émise par ce dernier, propre à chaque animal équipé, est captée par un ou des récepteurs à antenne. Cette méthode permet d'acquérir des données précises sur la localisation du ou des individus suivis, leur rythme d'activité, leurs déplacements et la

manière dont ils occupent l'espace et leur habitat, notamment leurs gîtes de repos.

Les émetteurs utilisés sont de très petite taille, d'un poids variable autour de 0,65 g et fixés en bas du dos sur les poils à l'aide d'une colle chirurgicale. La durée de vie de leur batterie est généralement d'une trentaine de jours.



Desman équipé d'un émetteur pour une opération de suivi par radiopistage
© Nicolas Froustey



Émetteur collé sur les poils d'un Desman lors des manipulations pour une opération de suivi par radiopistage
© Lucas Santucci, Agence Zeppelin

Les suivis des desmans capturés (voir Fiche 2) et équipés commencent dès leur relâcher. Les localisations sont obtenues par triangulation, méthode permettant de déterminer le point d'où est émis le signal en utilisant deux directions ou plus, données par autant d'antennes réceptrices dont la position est connue. Dans le cas du Desman, du fait qu'il fréquente exclusivement le cours d'eau et ses berges, deux directions sont croisées pour estimer la position de l'animal : la première est donnée par l'opérateur et la deuxième par l'axe du cours d'eau.

Les relevés de position sont quant à eux effectués toutes les 20 minutes mais la fréquence peut être adaptée en fonction de la problématique.

Suivi par radiopistage d'un Desman capturé et équipé d'un émetteur VHF sur le Vicdessos (Ariège)

© Mélanie Némot



PAR QUI ?

Personnes détentrices d'une autorisation préfectorale de capture, marquage, relâché d'individus et prélèvement, transport, utilisation, destruction d'échantillon de matériel biologique de Desman des Pyrénées. Pour connaître la liste des personnes concernées, s'adresser à l'animateur du PNAD ou à la DREAL Occitanie, coordinatrice.

Le suivi peut ensuite être effectué par des personnes non-détentrices de cette autorisation mais qui devront être préalablement bien formées au suivi par radiopistage de desmans.

QUAND ?

- ▶ Avant le début des travaux pour établir un état initial.
- ▶ Pendant et après la phase travaux pour observer les possibles changements de comportement liés à la modification du milieu.

QUELLE INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ?

Comparaison des données comportementales avant, pendant et après la phase travaux du plus grand nombre d'individus possible (pour plus de fiabilité des résultats) :

- ▶ taille et localisation des domaines vitaux ;
- ▶ rythmes d'activité ;
- ▶ utilisation de l'espace et sélection positive ou négative des habitats ;
- ▶ localisation et description des gîtes.

QUEL DÉRANGEMENT POUR LE DESMAN ?

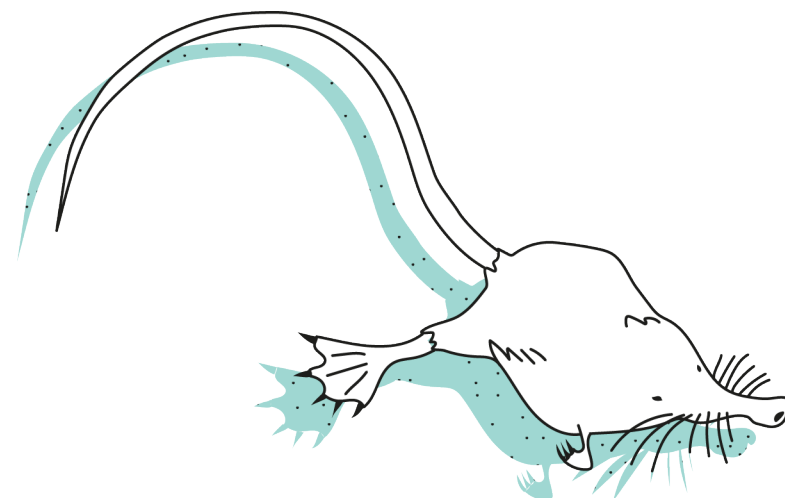
Le suivi du Desman par radiopistage est une méthode directe particulièrement invasive puisqu'elle implique non seulement la capture d'individus, première source de stress, mais également leur manipulation pour la fixation de l'émetteur, seconde source de stress, qui entraîne donc une importante perturbation des animaux.

Malgré toutes les précautions prises, les risques de mortalité liée au stress et de blessures liées à l'émetteur ne peuvent être totalement exclus et doivent être précautionneusement pris en considération.

A QUEL COÛT ?

€€€

- ▶ Prix d'un émetteur (≈ 150€) à multiplier par le nombre de desmans suivis.
- ▶ Colle chirurgicale (≈ 50€).
- ▶ Piégeage (voir Fiche 2).
- ▶ Suivi par radiopistage en continu (relevés toutes les 20 minutes) à raison de deux personnes par tranche horaire et pour 2 desmans maximum, jour et nuit, pendant toute la durée du suivi.
- ▶ Adapter la durée du suivi en fonction de la problématique (possibilité par exemple d'alléger le suivi après une semaine entière de suivi tant qu'il n'y a pas de modification du milieu).





FICHE INFO : QUE FAIRE SI JE DÉCOUVRE UN CADAVRE ?

VOUS AVEZ TROUVÉ UN CADAVRE DE DESMAN ?

Voici la procédure à suivre.

► **CONTACTEZ-NOUS** dans les plus brefs délais, si possible directement sur place au moment de la découverte, par téléphone au 05 81 60 81 90.

► Si vous ne parvenez pas à joindre le CEN Midi-Pyrénées, vous pouvez contacter une des personnes détentrices d'une autorisation de transport de cadavre dont la liste est fournie à l'adresse suivante : <https://www.desman-life.fr/contacts>.

► Nous enverrons une personne habilitée à manipuler et transporter l'individu à des fins d'analyse (autopsie, analyse génétique, mesures biométriques...).

► Si aucune personne habilitée ne peut se déplacer pour prélever le cadavre, prévenez dans tous les cas les capacitaires du réseau desman afin qu'il vous permettent de le récupérer. Ils vous indiqueront où et à qui le confier. Le prélèvement se fera avec des gants ou avec un sac plastique (pour éviter au maximum la contamination avec de l'ADN « étranger »), en manipulant le moins possible le cadavre (pour éviter de provoquer des lésions complémentaires) pour le mettre dans un sac plastique (en évitant toute matière absorbante si possible).

► **LE CONGELER LE PLUS RAPIDEMENT POSSIBLE** pour arrêter les phénomènes de décomposition, et en cas d'impossibilité le mettre dans un endroit frais et à l'abri d'autres animaux (réfrigérateur, cave,...).

► Remplir la fiche pages 37 et 38 (en remplissant tous les champs sauf les cellules grises).

► Un compte-rendu d'autopsie pourra être transmis aux personnes ayant signalé et/ou collecté le cadavre.

Découverte d'un cadavre de Desman

Numéro CEN attribué

Découvreur

Nom et prénom, e-mail et numéro de téléphone

Personne transmettant l'information (si différente du découvreur)

Nom et prénom, e-mail et numéro de téléphone

Date et heure de découverte

Lieu exact de découverte

Joindre une carte ou description qui doit permettre de localiser très précisément le cadavre sur une carte IGN 1/25000^{ème}
→ donner le maximum de points de repère.
Commune, lieu dit, cours d'eau concerné, ouvrage hydraulique, N° de route,....

Coordonnées

Lambert 93 (si possible, sinon préciser le référentiel géographique)

► X :

► Y :

Météo

Du jour même

☐ Soleil ☐ Pluie ☐ Variable
☐ Orages ☐ Neige ☐ Gel

De la veille ou des jours précédents

☐ Soleil ☐ Pluie ☐ Variable
☐ Orages ☐ Neige ☐ Gel

Circonstances de la découverte

Décrire ici si la découverte est fortuite ou si elle a fait suite à un événement particulier (ex : animal rapporté par un chien) ou à une action (ex : pêche, prospection, autre, ...)

Rigidité cadavérique

☐ Oui ☐ Non



FICHE EN CONSTRUCTION : INVENTAIRE DES PROIES DE DESMAN

Cette fiche décrira le protocole de suivi des populations d'invertébrés dont se nourrit le Desman.

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

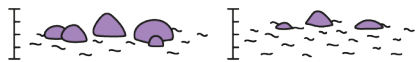
Quel est l'impact des travaux et/ou de l'aménagement sur la disponibilité de la ressource alimentaire du Desman et sa répartition ?



Exuvie de Plécoptère

© David Démerges

Position du corps de l'animal (décrire ou faire un schéma) <i>Étendu sur le dos, sur le ventre, sur le côté, recroquevillé en « chien de fusil »,</i>	
Indices trouvés sur l'animal ou à proximité	☐ Sang ☐ Diarrhée, écoulement ☐ Traces de lutte au sol ☐ Autre :
Localisation précise du cadavre dans son environnement proche <i>Décrire précisément si l'animal a été trouvé sur la berge au sol à l'air libre, à l'abri de la végétation ou autre, dans l'eau sur la rive, plus loin dans le lit du cours d'eau, coincé par un branchage ou autre, sur un chemin, sur une route, etc Cas des bassins de pisciculture : préciser si le bassin est plein d'eau ou vide</i>	
Prise de photos	☐ Oui ☐ Non
Seul cadavre trouvé sur le site	☐ Oui ☐ Non
Renseignements complémentaires	
Mode de conservation avant transmission au CEN	☐ Température ambiante ☐ Mise au frais ☐ Mise en congélation Date : Heure :
Date de réception au CEN ou CEFS	
État de l'animal	☐ Congelé ☐ Décongelé ☐ Jamais congelé
Mode de conservation au CEN	☐ Congelé ☐ Autre



FICHE EN CONSTRUCTION : MODÉLISATION HYDRAULIQUE DE LA SENSIBILITÉ DES HABITATS DU DESMAN AUX VARIATIONS DE DÉBITS

Cette fiche décrira le protocole à mettre en place pour la modélisation hydraulique du ou des tronçons choisis afin d'étudier la sensibilité des habitats du Desman aux variations de débit. Elle précisera également les méthodes de collecte des données nécessaires à l'analyse des microhabitats.

POUR RÉPONDRE À QUELLE(S) QUESTION(S) ?

Quels sont les impacts des travaux et/ou de l'aménagement sur la disponibilité en habitats favorables (habitats de chasse et gîtes) pour le Desman en lien avec la modification des débits.



Variations de débit et changements d'habitats
© Melody Lim



PERSPECTIVES

PROSPECTION FÈCES : VERS DE NOUVELLES MÉTHODES...

Récemment, une nouvelle méthode de détection a été mise au point par les chercheurs espagnols^A : les tunnels à crottes. Reconstituant des zones artificielles de dépôt de fèces, ils permettent une recherche de fèces sur des sites où les supports de dépôts sont peu nombreux ou manquants et protègent les fèces des intempéries.

^A - Gonzalez-Esteban J., et al. (2018). A new sampling method to detect the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*). *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 29(2) : 190-194.



Cette méthode, simple et peu coûteuse, sera précisée dans les années à venir dans le cadre du deuxième Plan National d'Actions en faveur du Desman des Pyrénées.

Tunnels à fèces

© Vincent Lacaze

MARQUAGE ET SUIVI PAR TRANSPONDEUR

Le décompte des individus et le suivi de leurs recaptures pourraient être réalisés en marquant les individus capturés à l'aide de puces, appelées transpondeurs. Cette manipulation, réalisée par un vétérinaire muni des autorisations adéquates, permet de savoir immédiatement si un Desman est déjà connu grâce à la lecture de la puce. Cela évite de plus de nouvelles manipulations car le Desman est aussitôt relâché.

Dans le cadre de la réalisation de suivis, il est possible d'envisager des captures puis puçages d'individus, et ainsi de contacter indirectement les individus

marqués grâce à la disposition de lecteurs et enregistreurs automatiques de puces disposés judicieusement sur certaines portions de cours d'eau, appelés « raquettes ». Cette méthode serait envisageable pour des suivis à long terme, ne nécessitant pas l'acquisition de données précises sur la position ou le comportement des individus, mais pour des données de déplacements à plus grande échelle spatio-temporelle.

Toutefois, compte tenu du stress généré par les captures et les manipulations (voir Fiche 2), ce type de suivi doit rester exceptionnel.

L'ADN ENVIRONNEMENTAL : DES ANALYSES À AMÉLIORER

L'ADN environnemental n'est pas encore au point pour la détection du Desman des Pyrénées, notamment du fait des méthodes d'échantillonnage complexes dans le milieu naturel dans lequel il vit, un milieu aquatique^A. Il est cependant possible que cette méthode soit utilisable dans un avenir proche.

^A - Steinmetz J., Ruetz S., Ruys T., Jean P., & Dejean T. (2018). Vers une nouvelle méthode de détection des espèces de mammifères semi-aquatiques : étude pilote et approche « Metabarcoding ADN ». *Faune sauvage* 319 (2) : 11-17.

LES CHIENS POUR LA DÉTECTION DU DESMAN ?

Les chiens de détection sont utilisés dans plusieurs domaines, dont celui de l'environnement. En effet, des chiens sont dressés pour la recherche et/ou la caractérisation d'indices de présence de certaines espèces, avec de bons résultats. Le dressage d'un chien pour la détection du Desman des Pyrénées est une méthodologie qui mérite d'être étudiée. Les chiens pourraient alors être utiles pour de la recherche de fèces ou encore de gîtes.

POUR EN SAVOIR PLUS

Tous les livrets sont en ligne ou téléchargeables dans la rubrique « Outils de communication » et « Documents techniques » du site internet du LIFE+ Desman.

Citation du livret : Lim M., Némot M., Fournier-Chambrillon C., Poncet E., Blanc F. et Xéridat P. (2020). Outils techniques pour la prise en compte du Desman des Pyrénées dans les procédures d'évaluations environnementales. Livret 3 – Cahier des charges pour la réalisation des suivis du Desman des Pyrénées. CEN MP, 44 p.

Avec la contribution et la relecture de Bruno Le Roux (Fédération Aude Claire), Vincent Lacaze (ANA-CEN Ariège) et Johan Michaux (GeCoLAB).

Nous remercions l'ensemble des personnes ayant fourni gracieusement des photographies pour illustrer ce livret.

Conception graphique : ©Estelle Grossias - www.estellegrossias.com - juillet 2020

Contacts :

Conservatoire d'Espaces Naturels
de Midi-Pyrénées
75, voie du T.O.E.C. BP 57611
31076 Toulouse cedex 3
Tél : 05.81.60.81.90

Pour les contacts mails, vous pouvez consulter la rubrique « contacts » du site internet du programme <desman-life.fr> où figure également la liste des référents desmans départementaux.



Ce livret a été réalisé dans le cadre du projet LIFE+ DESMAN (LIFE13NAT/FR/000092) « Conservation des populations de Desman des Pyrénées et de ses habitats dans les Pyrénées françaises ».

Le projet LIFE+ Desman est porté par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées,



en partenariat avec :



Il est soutenu financièrement par la Commission Européenne :



et :

