

Reconnaître et décoder les traces d'animaux

Manuel d'ichnologie

Muriel et Luc Chazel



Reconnaître et décoder les traces d'animaux

Manuel d'ichnologie

Muriel et Luc Chazel

Éditions Quæ

Collection Guide pratique

Locust Control Handbook
Manuel de lutte antiacridienne
Tahar Rachadi
2010, 168 p.

Manuel de lutte antiacridienne
Tahar Rachadi
2010, 176 p.

Estimation de l'aléa pluvial en France métropolitaine
Patrick Arnaud, Jacques Lavabre
2010, 158 p.

Les requins. Identification des nageoires
Pascal Deynat
2010, 380 p.

Cactus et plantes succulentes du monde
Francis Bugaret
2010, 240 p.

Les lamproies en Europe de l'Ouest
Catherine Taverny, Pierre Élie
2010, 112p.

Le potager familial méditerranéen
Charles-Marie Messiaen, Fabienne Messiaen-Pagotto
2009, 192 p.

Utilisation des bois de Guyane pour la construction
Sylvie Mouras, Michel Vernay
2009, 2e édition, 160 p.

Les filets maillants
Gérard Deschamps, coordinateur
2009, 272 p.

Durabilité naturelle et préservation des bois tropicaux
Daniel Fouquet
2009, 128 p.

Forêts de protection contre les aléas naturels. Diagnostics et stratégies
Freddy Rey, Jean Ladier, Antoine Hurand, Frédéric Berger, Guy Calès, Sylvie Simon-Teissier
2009, 112 p.

Les termites dans le monde
Alba Zaremski, Daniel Fouquet, Dominique Louppe
2009, 96 p.

Éditions Quæ, c/o INRA, RD 10, 78026 Versailles Cedex
© Éditions Quæ, 2011 / ISBN 978-2-7592-0916-3 / ISSN 1952-2770

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Sommaire

Avant-propos 7

Présentation de l'ichnologie 9

Un savoir ancien perdu, mais un savoir très spécialisé 10

Quand marchaient les dinosaures 12

Grands groupes d'empreintes des dinosaures 13

Traces et indices pré-humains et humains 15

L'ichnologie : un vaste champ d'investigation
encore en friche 18

Ichnologie et cryptozoologie 19

L'ichnologie révèle une partie de la biologie des espèces 20

Ichnologie et populations animales 22

Un outil performant pour la gestion des espaces protégés 24

Le substrat, pierre d'achoppement de l'ichnologie 25

Vers une étude et une classification des substrats 32

L'ichnologie confrontée aux déformations 33

Les empreintes 39

Qu'est-ce qu'une empreinte, une voie, une piste ? 39

Les traces résultent d'une évolution 40

Les allures : clé de voûte de l'ichnologie 44

La détermination d'une empreinte 51

Empreintes d'insectivores, limites des connaissances et clés
de détermination 53

Empreintes de lagomorphes, limites des connaissances
et clés de détermination 57

Empreintes de rongeurs, limites des connaissances
et clés de détermination 60

Empreinte de carnivores, limites des connaissances
et clés de détermination 67

Empreintes d'ongulés, limites des connaissances
et clés de détermination 87

Les excréments 103

Les excréments d'insectivores, limites des connaissances et clés de détermination	104
Les excréments de lagomorphes, limites des connaissances et clés de détermination	105
Les excréments de rongeurs, limites des connaissances et clés de détermination	107
Les excréments de carnivores, limites des connaissances et clés de détermination	110
Les excréments d'ongulés, limites des connaissances et clés de détermination	123
Les proies des grands carnivores	129

Les indices sur les végétaux 137

Impact des lagomorphes sur les végétaux ligneux	137
Indices des rongeurs sur les végétaux ligneux	139
Indices des carnivores sur les végétaux ligneux	144
Indices des ongulés sur les végétaux ligneux	145
Les poils, des indices particuliers	160
Traces et indices des oiseaux	161
Crottes et fientes	163
Autres indices aviens déterminables	167
La collecte des indices	174

Les mesures, relevés et collectes 179

Les études ichnologiques	182
L'ichnologie, une méthode peu coûteuse appliquée à la biologie de terrain	183
Index des noms vernaculaires et scientifiques	185
Index des tableaux et rubriques synthétiques	189

À Jean, Mario, Arnaud et Jade

Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur reconnaissance pour leur coopération apportée à cet ouvrage à L. Donnez et B. Sapède, ainsi qu'au docteur J. Mac Neely, à F. Mossolin, C. Pertuizet, M. Raynal, J. Roche, L. Rossi, B. Sapède et au professeur F. Tassi.

Flint's Institution a mis à notre disposition les moulages d'empreintes de Laetoli réalisés par le British Museum.

La direction du Parc des dinosaures de Mèze nous a apporté son aide pour les clichés de moulage d'empreintes de dinosaures de la dalle de la Grand-Combe, dans le Gard.

Toutes les photos ont été réalisées par les auteurs, sauf le cliché de la page 9 et celui de droite à la page 133, qui nous ont été cédés par notre amie L. Donnez.

Avant-propos

Cet ouvrage se propose de faire le point des connaissances en matière d'ichnologie. Nous y abordons l'origine de cette discipline et ses apports en matière de paléontologie et de paléanthropologie. Une part importante est dévolue aux généralités sur les empreintes, les substrats, les modes d'impression, etc.

Sont ensuite développées les connaissances actuelles par thème (pieds, excréments, autres indices) et par ordre (lagomorphes, rongeurs...). Nous nous sommes bornés à décrire ce qui est déterminable au niveau spécifique. Cette restriction explique pourquoi la part réservée aux mammifères est beaucoup plus importante que celle consacrée aux oiseaux.

Ce livre n'est pas un guide au sens strict; il permet toutefois la détermination de la plupart des indices décrits grâce aux différents tableaux et rubriques synthétiques. Un véritable guide encyclopédique reste à faire, dont le volume imposant le rendrait cependant inutilisable sur le terrain. Ici, nous avons fait le choix de décrire ce que l'ichnologue à raisonnablement le plus de chance de trouver. L'illustration a été choisie dans le même esprit : montrer ce qui est typique. Il nous est cependant arrivé de nous éloigner de cette règle pour illustrer quelques rares cas déconcertants.

Sauf exception précisée dans la légende, tous les clichés ont été réalisés par les auteurs.

Enfin, nous avons également évoqué les études ichnologiques : comment nous travaillons et surtout comment nous pouvons développer des axes de recherche fondamentaux afin d'enrichir les connaissances acquises à l'heure actuelle. L'ichnologie devrait connaître un bel avenir, car elle est un instrument de travail utile dans bien des domaines de la biologie animale de terrain. Il reste à la débarrasser de son image empirique et à lui conférer la dignité d'une discipline scientifique. Avec du travail, une volonté de partage des données et de standardisation en un seul discours, les ichnologues tiennent les clés de l'avenir de la recherche dans ce domaine et l'étude des traces et indices de la faune sauvage.

Muriel et Luc Chazel

Présentation de l'ichnologie

L'ichnologie est méconnue. Le mot vient du grec *ikhnos* signifiant « traces de pas » et *logos*, « discours ». Cette discipline utilisée en paléontologie (paléo-ichnologie) recouvre aujourd'hui l'ensemble des traces et indices. Elle se décline donc selon deux modes, dont les méthodes diffèrent en dépit de leur parenté.

Un détour par la paléo-ichnologie est inévitable, mais nous allons surtout dresser le bilan actuel de la connaissance des traces et indices, cette matière étudiant la faune actuelle à travers les signes qu'elle laisse et cherchant à mieux comprendre les processus de création/conservation de ces restes.

L'ichnologie étudie les traces des êtres fossiles ou actuels. En matière de faune contemporaine, elle est un instrument de détermination absolument exact au niveau du groupe. La détermination de l'espèce est parfois impossible. Si la paléo-ichnologie affiche une vocation interprétative, l'ichnologie est plus analytique.

Les ichnologues œuvrant séparément, il n'existe aucune méthodologie commune. Notre discipline doit se donner les moyens d'un discours unique, seul capable de la débarrasser de son image empirique. « Il n'en demeure pas moins que son utilisation peut permettre de confirmer avec un effort réduit la présence d'espèces rares, sensibles aux dérangements ou nocturnes dans une région déterminée » (Dr Kurt Bollmann, 2008. Préface, in Paul Marchesi, Michel Blant et Simon Capt (éd.), *Fauna helvetica – clés de détermination des mammifères*, CSCF-SES, 296 p.).



Rivière en zone de savane. Ici naquit l'humanité, et probablement l'ichnologie.

Un savoir ancien perdu, mais un savoir très spécialisé

Le chasseur et la proie ayant coexisté longtemps, l'homme primitif devait développer des stratégies de chasse et d'évitement de ses prédateurs. Nous ne savons pas à quel degré intervint la connaissance ichnologique. Disposant d'un appareillage sensoriel supérieur au nôtre, les préhominiens n'utilisèrent probablement pas les traces et indices, et ce d'autant plus que l'analyse ichnologique de base requiert des capacités intellectuelles dont ils étaient dépourvus. Sans le prouver, nous pensons que l'intérêt pour les signes laissés par la vie animale s'est développé très progressivement, sûrement de pair avec la « cérébralisation » de notre lignée et les modifications corollaires du mode de vie.

Si les traces et indices sont un complément à la vue et à l'ouïe, nous ne pouvons fixer à quel moment précis le pistage intervint dans l'acte de chasse. Le rôle croissant de la vue à cet égard est indubitable. Le milieu forestier, où la proie ne peut être repérée de loin, a pu jouer un rôle déterminant. Nous sommes dans le domaine de l'hypothèse, il est peu probable que nous saurons un jour comment les choses se sont vraiment passées.

Les chasses spécialisées du renne ou du mammoth, par exemple, accompagnées du nomadisme lié aux déplacements des proies requéraient une expérience spécialisée.

L'apparition des grandes civilisations et du phénomène urbain a éloigné de la nature la majeure partie de la population pendant que pastoralisme et agriculture ont limité notre dépendance directe à son égard. Dans un tel contexte, l'ichnologie relève déjà du groupe d'individus restreint gardant un contact avec l'élément naturel. À ce titre, nous pouvons considérer être en présence d'un phénomène d'acculturation. Ce fait est accru par la moindre importance de l'activité cynégétique en tant que facteur principal d'alimentation.



Le cerf (*Cervus cervus elaphus*), ici une femelle adulte, est le gibier noble par excellence, celui que les pisteurs attachés à la noblesse ne cessèrent jamais de traquer.

Du Moyen Âge à la Révolution de 1789, la chasse est l'apanage de la noblesse, les serfs, chevilles ouvrières de cette société fondée sur une pyramide de vassalité, en sont exclus. De cette population taillable et corvéable à merci se dégagent des personnages qui braveront l'interdit cynégétique. Ainsi le savoir ichnologique est-il partagé durant de longs siècles entre les pisteurs et piégeurs légaux, d'une part, et les braconniers, de l'autre.

Ce Moyen Âge vit se développer des corps d'officiers royaux. Parmi les premiers à occuper la scène figurent les « luparii », créés en 813 par Charlemagne et ancêtres de nos modernes louvetiers.

Nous ne pouvons pas apprécier le degré de connaissance de ces groupes, les traités anciens étant rares et les informations qu'ils dispensent peu utilisables. L'aristocratie ayant une prédilection pour les gibiers nobles et les braconniers recherchant spécifiquement les gibiers de rapport, les pratiques cynégétiques légales ou pas contribuèrent à la spécialisation du savoir de ceux qui s'y adonnaient. Démocratisée à la Révolution, la chasse fabrique de nouveaux spécialistes des traces et indices en un mouvement éphémère qu'un autre soubresaut de l'histoire, la révolution industrielle, rompra définitivement.

En France, l'ichnologie paraît disparaître avec la disparition des derniers piégeurs dans le premier tiers du XX^e siècle. En réalité, les meilleurs pisteurs restent actifs, loués ou appointés, et ils traquent pour les autres les espèces nobles ou de rapport, alimentant notamment les foires à la sauvagine. Recul quantitatif, donc. Il est plus délicat de se prononcer sur le plan qualitatif.

Dans les Pyrénées françaises, les grands noms de la chasse à l'ours, les Toussaint-Saint-Martin, les Authié, les Sarrieu, sont connus, mais ce sont des spécialistes...

Ils connaissent bien le plantigrade, l'isard, le sanglier, mais n'est-ce pas là que souvent s'arrête leur science ?

En définitive, sur la base d'une réflexion qui mériterait, certes, d'être étayée plus solidement, nous pensons que l'ichnologie « historique » est une discipline très spécialisée. Une vision romantique a fait des pisteurs du passé de grands connaisseurs, alors que tout démontre que leur activité s'est limitée à la poursuite de quelques espèces présentant un intérêt professionnel ou lucratif. Pour être un véritable ichnologue, il faut avoir la fibre naturaliste et ce sentiment d'émerveillement devant la complexité du vivant qui apparaît timidement au XVIII^e siècle. Il aura fallu une redécouverte pour que l'ichnologie accède aux pointillismes sectoriels qui en font la science d'aujourd'hui.

L'ichnologue moderne est curieux de l'ensemble des indices que les animaux sauvages laissent derrière eux. Le rêve de tout ichnologue, à terme, est de pouvoir nommer toutes les espèces laissant des indices. Le chemin est long, car la diversité est grande, les risques de confusion également, et l'interprétation doit être aussi objective que possible. Pour conclure, nous dirons que comparer le passé de l'ichnologie à son actualité est une approche peu féconde, car les connaissances du passé ne visaient pas à une approche scientifique et, en cela, la démarche qui les soutenait était totalement différente.

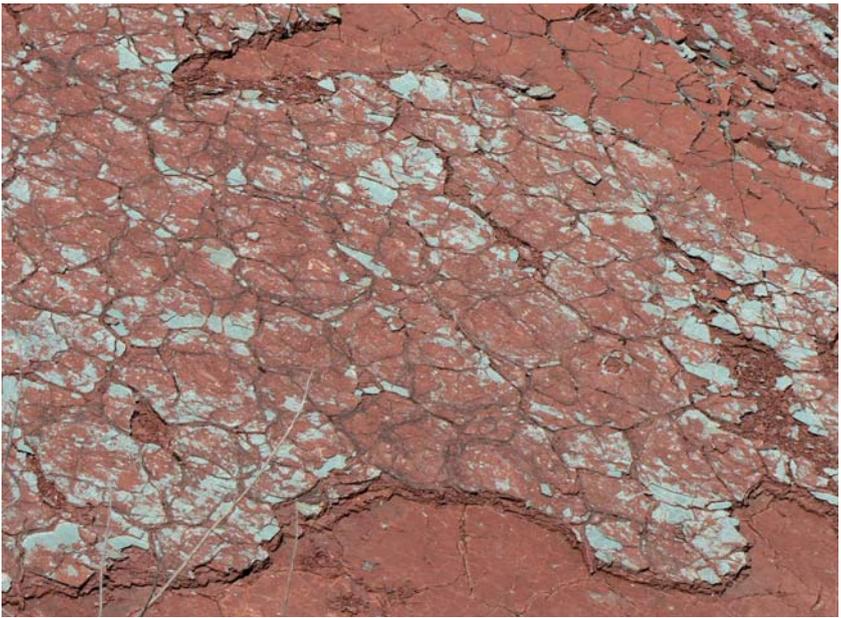
Quand marchaient les dinosaures

Entre le XIX^e et le XX^e siècle, l'ichnologie apparaît dans le discours des paléontologues. Les faunes passées ont laissé des traces de leur passage dans des fonds lacustres, lagunaires ou plus simplement sur des substrats boueux. Dans de bonnes circonstances, ces signes de vie se conservent, permettant au spécialiste de remonter la piste du passé. Si un amphibien qui vivait il y a 380 millions d'années nous a légué les traces de ses pieds, des organismes plus petits ont laissé derrière eux des traces d'activité. Excluons les traces organiques provenant des cadavres, ici nous intéressent seulement les traces fossilisées laissées par des espèces disparues.

Les paléo-ichnologues caractérisent des ensembles écologiques par des ichnofaciès dominés par un fossile type. C'est ce que nous faisons avec les séries végétales.

Les données obtenues concernent quatre types : animaux immobiles, animaux en déplacement, traces de gîtes ou de nids et traces de nourrissage. Nous recoupons déjà les grandes catégories de l'ichnozoologie moderne.

La découverte d'empreintes de pieds laissées par de grands sauropodes a marqué les esprits.



Dans le Lodévois, la zone dite des « ruffes » a conservé la trace fossilisée de fonds marécageux en cours d'assèchement. Ce processus est à l'origine des craquelures visibles sur ce cliché. Ces secteurs ont livré de belles empreintes des faunes passées.

L'intérêt de ces traces et de ces pistes est immense, car elles permettent d'établir en un lieu la présence d'espèces connues ailleurs à l'état de fossile. L'étude détaillée d'une piste (ou d'une empreinte) peut aboutir à la définition d'un nouveau genre, voire d'une nouvelle espèce, comme ce fut le cas à La Lieude (34). Les empreintes de dinosaure nous ont ouvert la voie de la compréhension de leurs

allures et postures, de leurs actes de prédation et de la vie sociale insoupçonnée de certains groupes. Elles ont été trouvées en de nombreux points du globe, et les découvertes ne sont pas terminées.

Grands groupes d'empreintes des dinosaures

Détermination de l'ordre (exemples)

- Empreintes larges, écart entre elles peu important et longueur de pas modeste. Ces empreintes traduisent une certaine difficulté de déplacement = amphibiens.
- Empreintes étroites, écart entre elles supérieur, longueur de pas beaucoup plus importante. Elles témoignent de bonnes qualités de locomotion terrestre = reptiles.

Détermination du groupe (exemples)

- 3 doigts, médian plus long et plus fort. Un orteil disparu, un autre très réduit qui n'atteint pas le sol. Doigts longs avec fortes griffes = théropode.
- 3 doigts, tailles à peu près égales, médian plus long. Pied très long, de telle sorte que les doigts paraissent courts = ornithomimidé (sous-groupe des théropodes).
- Empreintes de forme ronde à ovale, grandes dimensions. Pieds très distants. Laisse une trace massive. 3 orteils seulement sur 5 au pied antérieur (PA) marqué = sauropode.



Empreinte de dinosaure (*Grallator minusculus*) conservée en surface d'une dolomie du Jurassique, à Saint-Laurent-de-Trèves (48).

La détermination au niveau spécifique d'une empreinte de dinosaurien pose un double problème. Elle peut appartenir à une espèce connue à l'état fossile ou constituer la seule preuve d'existence d'un fossile non décrit. Mais il faut aussi envisager le cas où l'empreinte procède d'un fossile connu par des pièces fossilisées ne comprenant pas les extrémités des membres. Ceci à la seule fin d'éviter de créer une nouvelle espèce, alors que l'animal auteur des empreintes est connu mais pas ses membres.

L'examen des pistes permet de savoir si l'animal se déplaçait sur ses quatre membres ou seulement sur deux. Certaines révèlent un stade transitoire traduisant la possibilité de passer de l'un à l'autre des types de locomotion.

Chaque espèce laissant beaucoup plus d'empreintes qu'elle ne compte de sujets, les chances que quelques-unes nous parviennent fossilisées sont nettement supérieures à celles de trouver un cadavre. Ce n'est pas là un point de peu d'intérêt, d'autant que de tels restes sont moins sensibles aux facteurs de dégradation que les cadavres fossilisés.



Empreinte d'un reptile de l'ichnogenre *Otozoum* conservé sur la dalle de la Grand-Combe, dans le Gard.

Une exception notable est le fameux iguanodon dont les pieds sont aujourd'hui bien connus. Mais bien souvent, le spécialiste ne saura attribuer telle ou telle empreinte qu'à tel ou tel groupe, la précision dans la détermination s'arrêtant là. Les traces de pas de dinosaures sont souvent celles d'un seul sujet, ce qui

accentue la difficulté inhérente au *distinguo* entre les traces d'adultes et celles de jeunes.

Précisons les éléments essentiels concourant à la fossilisation d'une empreinte de dinosaure. Il faut dans tous les cas un bon enregistrement. Une impression pérenne nécessite un recouvrement rapide par au moins une autre couche de vase ou de limon. L'optimum est atteint quand la densité de ces couches est différente de celle du substrat. Elles assureront par pression la protection du moulage réalisé. Globalement, on peut retenir la séquence suivante : passage de l'animal, impression, recouvrement, enfouissement, érosion, remise à jour.

L'étude des traces de dinosaures débute, le matériel qui s'enrichit et les découvertes spécifiques débouchent sur des connaissances plus fines, comme la mise en évidence d'axes de migration, de trophotopes ainsi que de cas de prédation. Sur ce dernier point, des calculs fondés sur l'utilisation du nombre de Froude¹ ont permis de connaître les vitesses relatives de la proie et du prédateur. Une meilleure connaissance apparaît également concernant le mode d'élevage des jeunes en colonie de type « manchot », permise par la découverte de nids.

Il faut aussi signaler la découverte des coprolithes, ces excréments fossilisés qui permettent la détermination au stade du groupe lorsqu'ils sont accompagnés d'autres indices comme des empreintes de pied. L'ichnologie préhistorique est source de grandes connaissances, elle ouvre ou relance des débats comme celui des dinosaures à sang chaud, que l'étude des allures peut permettre d'étayer.

Quand disparurent les géants, la vie continua son bonhomme de chemin évolutif. Les mammifères continuèrent à laisser des traces et des indices. Tous ceux qui visitent les grottes de Dordogne ou des Pyrénées peuvent admirer les traces laissées dans la glaise par l'ours des cavernes ou encore les regroupements de couches attestant d'une longue tradition d'hivernage dans les mêmes lieux.

La paléo-ichnologie voit sa *materia prima* en augmentation constante et progresse sans cesse dans l'affinement des connaissances. Elle étudie les faunes fossiles, mais à la marge de son domaine d'investigation se profilent d'autres études d'un grand intérêt, celles des pistes et empreintes de l'homme.

Traces et indices pré-humains et humains

Depuis quelque temps, une nouvelle direction de recherche s'est ouverte, liée à la découverte d'empreintes de pas laissées par les préhominiens. Parmi ces trouvailles s'en trouve une qui revêt une importance particulière : ce sont les pistes mises à jour sur le site de Laetoli, en Tanzanie.

La découverte de Laetoli remonte à l'année 1978, sur un site proche des célèbres gorges d'Olduvaï. Paul Abell, un géochimiste, y découvrit deux ans après les premières fouilles une empreinte partielle qu'il attribua à un hominidé. *In fine*, le site livra les fragments de pistes de deux australopithèques et peut-être celle d'un troisième, apparemment un jeune.

1. William Froude, ingénieur naval britannique (1810-1879), fut le premier à appliquer le principe de la similitude mécanique à l'étude de la résistance au mouvement des carènes.

Groupe d'empreintes conservées dans la cendre depuis 3,5 millions d'années sur le site de Laetoli, en Tanzanie. Les pistes de Laetoli permirent de déterminer la bipédie de l'australopithèque, même si l'on s'accorde aujourd'hui à dire que cette bipédie était temporaire.



Si le nombre de pistes d'australopithèques fait encore débat, une série est admise de manière consensuelle, comme la piste fossile d'un hominidé. Cette série d'empreintes peut être attribuée par certains à deux hominidés ayant cheminé l'un derrière l'autre. Passons sur d'autres interprétations qui font état d'empreintes simiennes du type chimpanzé.

On décida de recouvrir à nouveau les empreintes dont la protection avait été confiée à la paléanthropologue Mary Leakey. Ce qui est intéressant dans le cas de Laetoli, c'est que les empreintes découvertes ont permis d'établir la possibilité de la marche bipède chez un australopithèque daté de 3,5 millions d'années. On admet aujourd'hui que cette bipédie était temporaire, des preuves de bipédie permanente ayant par ailleurs été produites aux alentours de 2 millions d'années.

Le climat de l'époque à Laetoli était proche de celui des plaines du Serengeti aujourd'hui. Le Sadiman entra en éruption recouvrit la région d'une épaisse couche de cendre assez rare, la carbonatite. Après les pluies, de nombreux animaux enregistrèrent leur pied dans ce substrat meuble. Les australopithèques traversèrent cette zone. Par évaporation, la carbonatite se cristallisa en un bon ciment qui assura la conservation des empreintes. Les éruptions suivantes les recouvrirent de cendre protectrice.

Le site de Laetoli a donc livré des pistes de pré-humains appartenant au vaste groupe des australopithèques. En cela, il est une illustration ô combien parlante de l'utilité de l'ichnologie. Les événements qui se déroulèrent lors de la découverte des empreintes et les polémiques qui s'ensuivirent démontrent que la compétence et le sérieux doivent prévaloir en ichnologie comme en toute chose.



Les empreintes d'australopithèques sont rares. À Laetoli, les paléo-anthropologues ont l'opportunité de réfléchir sur des pistes, ce qui augmente considérablement la richesse des informations recueillies.

Quand Paul Abell signala la découverte qu'il avait faite, une anthropologue invitée par Mary Leakey pour travailler sur les empreintes estima qu'il s'agissait de pieds d'antilopes superposés et que chercher plus serait une perte de temps. Mais l'obstination d'Abell fit que l'on envoya l'un des ouvriers du camp creuser, qui mit à jour deux superbes empreintes d'australopithèques. Une telle confusion est pour le moins étonnante de la part d'une personne censée travailler précisément sur les traces ! Dans tous les cas, nous affirmons qu'aucun ichnologue n'aurait commis une telle erreur s'il avait procédé avec rigueur.

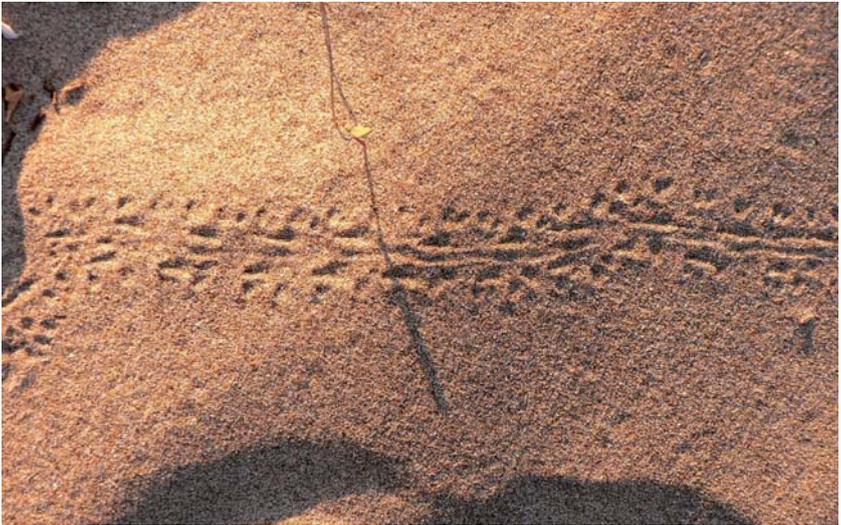
La polémique concernant le nombre total d'australopithèques ayant traversé le site est aussi surprenante. Il est extrêmement étonnant, d'ailleurs, qu'elle ait pu éclater. L'alternative est simple : les traces ne sont pas bien conservées et l'on cesse de discuter sur tout ce qui n'est pas correctement lisible ou elles sont bien conservées et dans ce cas n'importe quel ichnologue sera capable de trancher.

Retenons du cas des découvertes de Laetoli le rôle que peut jouer l'ichnologie dans des domaines non afférents à la zoologie. En matière de paléanthropologie, l'ichnologie fournit des informations sur la taille et la forme des pieds des lignées humaines qui nous ont précédés. Nous connaissons également la longueur du pas et la stature probable de celui qui a laissé ses empreintes. Les plus vieilles empreintes humaines d'Europe datent de 345 000 ans, en Italie. De nombreuses autres ont été découvertes, comme celles de la grotte de Niaux, dans l'Ariège. En complément à ces éléments, mentionnons l'existence de mains sur les parois de certaines grottes, qui nous offrent également des données remarquables sur ce que furent nos ancêtres.

L'ichnologie : un vaste champ d'investigation encore en friche

L'ichnologie ne se résume pas à une série de guides plus ou moins pratiques, son champ d'investigation est plus que prometteur. Suivre la piste d'un renard ou d'un sanglier relève effectivement de l'ichnologie, mais ce n'est là que la partie émergée de l'iceberg.

De manière générale, la quasi-totalité des organismes vivants pluricellulaires laissent derrière eux des traces de leur passage, de leur activité, voire de leur station. La limite du champ d'investigation de l'ichnologie dépend donc avant tout de l'objectif que nous nous fixons et des moyens dont nous disposons. Toutefois, en raison de la petite taille des invertébrés, de nombreux indices laissés par ceux-ci nous échappent.



La pimélie à deux points (*Pimelia bipunctata*) est un coléoptère fréquent du système dunaire méditerranéen. Le poids de cet invertébré réalise l'adéquation parfaite avec la faible cohésion des composants du substrat permettant l'enregistrement de bonnes empreintes.

Les substrats végétaux et rocheux se prêtent peu à l'enregistrement. La piste laissée par la pimélie à deux points (*Pimelia bipunctata*), un coléoptère des dunes, est une notable exception à cette règle. Amphibiens et reptiles laissent des empreintes sur substrat favorable, la détermination du groupe est alors en général possible. Une piste de tortue est aisément déterminable. Il en va de même des pistes de lézard. Mais la détermination spécifique n'est guère possible pour les petites espèces, alors que les pistes du lézard ocellé (*Lacerta lepida*) se distinguent très bien de celles du lézard vert (*Lacerta viridis*). Quant aux mues d'ophidiens, elles permettent d'examiner les écailles de la tête et de mettre un nom sur l'espèce.

Les indices qui intéressent l'ichnologue aujourd'hui sont ceux des mammifères et ceux de quelques oiseaux. Ces derniers produisent des traces dont la détermination concerne les grandes espèces comme les tétraonidés, certains échassiers ou encore les otididés (outardes).

Ichnologie et cryptozoologie

La cryptozoologie est la discipline qui étudie les animaux cachés (du grec *kryptos*), c'est-à-dire ceux qui n'ont pas encore fait l'objet d'une description scientifique et dont l'existence reste à prouver. Elle englobe dans ses dossiers des affaires plus ou moins crédibles, dont certaines (yeti, bigfoot) sont très connues et populaires, d'autres, quasi confidentielles comme les curieuses perdrix rouges signalées dans le sud-ouest de la France.

Il est regrettable que de nombreux dossiers n'apportent aucun indice sur lequel se pencher. Acceptons l'idée que dans le cas d'une espèce réellement nouvelle, il est délicat de lui attribuer avec certitude un indice. Les nombreuses histoires de félins africains, par exemple, n'ont à notre connaissance rien livré qui puisse intéresser un ichnologue.

En revanche, dans le cas des êtres évoquant un gros primate ou un hominidé, il en va autrement. Des empreintes de pas ont été moulées dans quelques cas. À notre connaissance, le seul travail poussé en ce qui les concerne est dû au Dr Grover Krantz, anthropologue, qui s'est penché sur les empreintes de l'être appelé « bigfoot » ou « sasquatch ». Ces empreintes, selon lui, n'appartiennent à aucune espèce connue dans la région concernée. Il ne reste donc que la possibilité d'une espèce à décrire ou d'un canular. Nous n'entrerons pas dans le détail de cette discussion, qui n'a pas son objet ici, mais nous noterons l'apport indéniable que l'analyse des empreintes peut apporter à la résolution de problèmes cryptozoologiques. Il faudrait que les ichnologues soient plus souvent sollicités dans ces cas.



Dessin d'empreinte attribuée au yeti d'après différents clichés pris dans les montagnes d'Asie centrale. Ce type d'empreintes, la plupart du temps relevé sur neige, présente une assez grande homogénéité. Sans entrer dans une analyse détaillée, l'hypothèse ours est à bannir.

Les empreintes présumées d'hominidés demandent un travail rigoureux. Le meilleur matériel utilisable (sauf examen sur le terrain) consiste en une série de clichés pris selon des angles et une distance standard. Le moulage présente l'inconvénient de ne pas toujours bien nous renseigner sur la réalité du pied. En effet, un creux dans une empreinte correspond à une proéminence sur le moulage. Comment savoir si cette proéminence est à prendre en compte ou s'il s'agit seulement d'un remplissage par des matériaux ?

L'ichnologie n'a pas toutes les réponses, mais elle pourra contribuer à une clarification de la situation en évitant des conclusions trop hâtives. Elle permet d'affirmer que les empreintes d'Éric Shipton ne sont absolument pas des empreintes d'ours. D'ailleurs, un ours se déplaçant en position bipède sur 1,5 km ne mériterait-il pas lui-même une étude approfondie ?

Entre zoologie et cryptozoologie se pose le problème des espèces rarissimes, très discrètes, dont la présence en un secteur donné n'est pas établie. Dans ce cas, l'ichnologie évolue en terrain familier, les traces et indices de l'animal recherché étant connus. L'ichnologue doit alors connaître l'ensemble des traces et indices, et non seulement ceux du taxon recherché. La réponse sera positive ou non, car la découverte d'indices d'animaux rares demeure aléatoire et l'absence de collecte ne sera pas la preuve de l'absence. En revanche, la découverte d'indices probants constitue bel et bien une attestation de présence, même si au jour de la découverte elle n'est corroborée par aucun élément anatomique. Toutefois, ce cas est extrême.

La recherche des indices peut également contribuer au suivi d'une population en voie de disparition. Elle permet d'en savoir un peu plus sur la population relictuelle étudiée. Les acquis concernant la biologie des espèces seront développés ci-dessous.

L'ichnologie révèle une partie de la biologie des espèces

L'ichnologie utilisée sur un territoire donné permet d'accéder à des informations sur la vie des espèces, très difficiles à obtenir par ailleurs du fait des difficultés soulevées par l'observation directe.

Relever une piste nous renseigne sur les itinéraires des animaux en notant quel type de terrain est utilisé ou au contraire évité. Ainsi se dégage une connaissance des modalités de déplacement de l'espèce considérée. Cette observation est surtout intéressante en milieu montagnard, car le degré de pente et la nature du sol imposent des règles strictes.

Les données altitudinales acquises permettent de chiffrer des valeurs non connues hors de la fourchette habituelle. Nous disposons ainsi des valeurs extrêmes et de celles correspondant à l'occurrence maximale. Accessibles aussi, les dates et lieux de regroupement des ongulés (prénuptiaux, à but alimentaire) ou au contraire celles d'isolement des femelles avant la mise bas.

Les cervidés, le chamois et le bouquetin parsèment de leurs excréments les zones de repos. Ces dépôts sont plus rares dans les secteurs de transit et redeviennent plus courants dans les zones de gagnage. La différence se joue sur les types de dépôts. Dans les zones de repos, les excréments sont en général émis à l'arrêt,



Dépôt de chamois (*Rupicapra rupicapra*). Notez les grains groupés qui attestent de l'immobilité de l'animal lors de l'expulsion. La multiplication de cet indice sur une surface réduite nous informe sur le rôle du lieu de découverte dans le cycle de l'espèce. Il s'agit en général d'un lieu de gagnage ou de dépôt.

produisant des amas de grains. Dans les zones d'activités, les dépôts sont assez souvent expulsés en cours de déplacement et sont moins groupés au sol, parfois franchement dispersés. Ce simple constat nous permet de conclure sur le rôle joué par certains secteurs dans l'activité journalière. Nous savons non seulement que les animaux y séjournent mais savons aussi ce qu'ils y font. Cela est un bon exemple de données relatives aux stratégies d'occupation de l'espace.

Les données collectées sur un an permettent de noter les déplacements des zones d'activités à l'intérieur du territoire. L'ensemble des informations permet la mise en évidence de corrélations entre les époques de collecte et, par exemple, le couvert végétal et son état associés aux zones de repos et de nourrissage.

Ce qui est vrai pour les mammifères l'est également pour les oiseaux. Un bon suivi permet de cartographier des informations, comme les lieux utilisés par une compagnie de perdrix pour se tenir à l'abri des intempéries ou les séjours hivernaux et les places de chant du grand tétras, des connaissances capitales dans le cadre d'une bonne gestion d'espace protégé.

Mais l'ichnologie permet également de rentrer dans l'intimité des espèces, voire de découvrir des aberrations comportementales totalement insaisissables par ailleurs. Le passage du général au particulier se fait par le truchement d'indices plus rares qui témoignent du comportement d'un sujet. Ainsi avons-nous noté l'immobilité quasi absolue d'un cerf bramant pendant de longues heures sur une surface de 3 ou 4 m², cet animal défoulant son trop-plein d'énergie sur l'herbe et le sol à ses pieds sans le moindre déplacement; c'est-à-dire tout au contraire de ses rivaux bramant dans le voisinage.

L'ichnologie permet d'aborder de nombreux aspects de la biologie animale, et cela en prenant en compte les facteurs locaux. Dans les Pyrénées-Orientales, l'examen sur le terrain, sans collecte, permettait d'observer les variations du régime alimentaire du renard au fil des saisons, associées aux variations d'utilisation des différentes strates altitudinales.



Dans le sud du mont Aigoual, les dépôts de mouflon de Corse (*Ovis musimon*) parsèment les dalles rocheuses où ces ovins aiment ruminer en se chauffant au soleil. Dans ce cas aussi, les dépôts restent groupés, renseignant l'ichnologue.

Ichnologie et populations animales

Évaluer les effectifs d'une population animale exige des moyens humains et matériels qui font souvent défaut. De plus, ces informations ne permettent pas de s'affranchir du stade estimatif. L'ichnologie enrichit notre connaissance dans ce domaine. Dans le cas de grandes espèces rares, les résultats sont précis. Nous pensons à l'ours brun, dont les empreintes mesurées avec soin et selon une méthode standard permettent la différenciation individuelle.

Chez le cerf et d'autres espèces, la croissance du pied permet la détermination de classes d'âges, les effectifs des jeunes et des adultes peuvent donc être estimés. Comme il est aisé de distinguer le sexe des animaux d'après les empreintes, nous pouvons avoir une idée assez correcte du sex-ratio d'une population d'après les relevés. Ce type d'estimation peut être recoupé par les résultats de l'observation directe, ce qui en renforce la fiabilité.

La même chose peut être réalisée avec une population de daims, voire une population de chevreuils. Pour ces derniers, l'étude ichnologique permet d'estimer la densité des animaux à l'hectare par l'étude des indices de marquages territoriaux. En revanche, même si le sexe et l'âge apparents sont déterminables, les estimations obtenues pour des populations plus nomades (sanglier) sont moins fiables. Abondance ou rareté de l'espèce à un moment donné seront les seules données réellement exploitables.

Étudier les territoires utilisés par différentes espèces de carnivores, notamment les petits mustélidés comme la belette ou le putois, est également possible. Les



L'ichnologie en matière d'étude des populations animales apporte une grande aide au naturaliste de terrain. La plupart des espèces de mammifères sont craintives et ne peuvent guère être observées. Même le cerf permet rarement des observations du type de celles qu'illustre ce cliché.

marquages territoriaux s'avèrent alors de précieux auxiliaires. L'absence ou non d'indices peut révéler la possible vacance d'un territoire tout autant que sa réoccupation. Le suivi de ces populations est également révélateur de la densité du tissu social.

Le cas de la loutre est exemplaire, les marquages territoriaux étant d'autant plus fréquents que les territoires individuels sont contigus. Une faible densité abaisse le taux des *stimuli*, et les marquages deviennent rares ou inexistantes.

La recherche des indices est un moyen de saisir les pulsations de la vie d'une population. Ainsi, la recherche de certains indices aviens fournit des données intéressantes dès lors que les sexes peuvent être différenciés, comme dans le cas du grand tétras.

La variété et la précision des données obtenues font de l'ichnologie un outil remarquable en matière d'étude des populations.

Pour en finir avec cet aspect, signalons que les résultats stupéfiants obtenus par certains pisteurs sont en général obtenus sur des populations bien connues, évoluant en des lieux circonscrits.

Un outil performant pour la gestion des espaces protégés

Les espaces protégés se sont multipliés ces dernières années dans notre pays, certains très étendus, d'autres très réduits. Tous ont en commun la protection d'éléments patrimoniaux intégrés à la plus grande biodiversité possible.

Le gestionnaire doit être informé autant qu'il peut l'être de la valeur patrimoniale de l'espace qui lui est confié. Cela passe par une connaissance aussi grande que possible de la faune présente. Dans cette optique ont été réalisés les inventaires de faune. S'ils s'appuient sur des observations directes collectées auprès des personnes connaissant les milieux concernés, ils font la part belle aux indices de terrain. Dans les réserves naturelles du massif du Madres-Coronat (Pyrénées-Orientales), les inventaires mammaliens que nous avons mis en œuvre se fondaient sur la collecte des indices qui représentaient plus de 90 % des données totales. L'ichnologie est donc la pierre d'achoppement des atlas faunistiques.

Au premier stade, l'ichnologie recoupe en général les données acquises. Plus en finesse, elle permet de résoudre des problèmes délicats. Dans les années 1990, lors des inventaires de faune dans le massif du Madres-Coronat, l'ichnologie permit d'établir la présence du putois dans la vallée de Nohèdes, environ trente mois avant la première observation par corps. Cela démontre que l'acquisition de résultats en matière d'ichnologie est fiable, même en l'absence d'observation visuelle la corroborant.



Tout aménagement, même léger, dans ce secteur protégé des Pyrénées poserait problème, car l'ours brun y a établi sa tanière. L'ichnologie est un excellent moyen d'obtenir ce type d'information, nécessaire pour une bonne gestion.

Autre exemple, la présence d'excréments du desman des Pyrénées, petit insectivore des eaux vives françaises et ibériques qui est d'observation très délicate, est parfois la seule manière de confirmer la présence de cette espèce protégée.

La connaissance de la faune d'un espace protégé peut donc s'appuyer sur l'ichnologie en concertation et confrontation permanente avec d'autres méthodes. On peut ainsi éviter des stratégies de gestion qui défavoriseraient une espèce menacée de disparition, tout comme envisager une gestion d'ensemble ménageant l'ensemble de la biodiversité locale. Les données de l'ichnologie permettent donc d'évaluer la pertinence d'une décision de gestion. Le suivi ichnologique sur un espace protégé reste le meilleur moyen d'évaluer les fluctuations d'effectifs des espèces et, d'une manière générale, l'évolution de la faune par rapport aux données de références acquises lors des inventaires. Comme il est, en effet, impossible de disposer en permanence de spécialistes de chaque espèce, il est nécessaire d'avoir recours à des personnes formées à l'ichnologie et capables, par conséquent, d'appréhender l'ensemble des données disponibles.

Remarquons, d'ailleurs, que la formation du public faisant partie intégrante de la vocation des espaces protégés, il serait très intéressant de voir proposées des expositions ichnologiques qui échappent au général et mettent l'accent sur les particularités et originalités locales. L'implication de la population dans la protection des espèces par la collecte des traces et indices est en définitive la « cerise sur le gâteau » de l'ichnologue.

Le substrat, pierre d'achoppement de l'ichnologie

Une empreinte est la résultante de l'adéquation entre les caractéristiques physico-chimiques du substrat, le degré de cohésion de ses composants et la pression par centimètre carré exercée par l'animal de passage. Seuls le sol nu et la neige sont capables de conserver une impression, les substrats végétaux ne se prêtent pas à un bon enregistrement, et il faut un œil exercé pour reconnaître dans l'herbe les virgules laissées sur le sol par un sabot de chevreuil.

Éboulis, pierriers, landes à genêt ou à rhododendron composent un faciès peu porteur pour l'ichnologue. Ce type de site nécessite beaucoup d'efforts pour des découvertes aléatoires sur des substrats impropres à l'enregistrement. Dans de semblables secteurs, l'absence de preuve n'est vraiment pas preuve d'absence.



La qualité des substrats

Les substrats terreux ou sableux sont idéaux, la neige est évolutive et sa potentialité à un bon enregistrement varie avec ses états (de la dureté absolue au semi-liquide).

Si c'est un lieu commun que de souligner que les empreintes se trouvent aisément sur sol humide et que leur rareté s'accroît avec son durcissement, un bon enregistrement demeure lié au rapport état du substrat/masse de l'animal.

Les sols semi-liquides constitués d'une mince couche de boue fine ne conservent guère les empreintes par manque de cohésion, mais dans des cas exceptionnels nous avons pu déterminer la piste d'une pachyure étrusque. Ces mêmes sols enregistreront les empreintes d'insectivores et de micromammifères. Mais à ce stade, un hérisson peut déjà s'avérer trop lourd : si la boue est collante, le sol adhère au pied et ne subsiste qu'une trace non reconnaissable pour le néophyte.



Vase semi-liquide de type alluvionnaire. Ce substrat très malléable est un obstacle au cheminement des espèces les plus lourdes, qui courent le risque de s'y enfoncer. Dans tous les cas l'enregistrement est de mauvaise qualité.

Si le substrat devient fluide les petites empreintes ne s'impriment plus. Celles d'animaux plus lourds s'impriment sans précision, celles des grosses espèces subissent un sort différent en fonction de l'épaisseur de la boue.

Si la couche est profonde, le pied va s'enfoncer, mais son empreinte se remplira aussitôt, ne laissant qu'une vague dépression. Si la couche est fine, l'empreinte laissera une marque déformée par enlèvement de la couche de boue et par une

déformation inhérente à la pose d'un pied dans un terrain mou. Comme on le voit, une couche fine ne réalise pas un substrat idéal.

Un accroissement de la fermeté du sol permettra l'enregistrement des traces d'espèces plus massives.

L'humidité n'est pas seule à intervenir dans l'enregistrement. La granulométrie du sol et la cohésion de ses éléments interviennent aussi. La règle est simple : l'enregistrement d'une empreinte évolue de l'état parfait à indéterminable selon un gradient croissant de granulométrie. Il va de soi que la richesse en détails de l'enregistrement suit la même règle.

De tout cela, on comprendra aisément qu'il ressorte que la profondeur d'une empreinte dépend de la malléabilité du substrat, du poids de l'animal et de la pression par centimètre carré qu'il exerce. À poids égal, un chevreuil s'enfonce beaucoup plus qu'un gros castor.

Les sols terreux offrent un potentiel variable en fonction du taux d'humidité.

Les sols caillouteux sont composés de graviers de différentes tailles (bords des rivières) ou de minuscules fragments rocheux (arène granitique de certains massifs montagneux). Lorsque le grain est petit, l'empreinte peut laisser de belles formes, parfaitement déterminables (ongulés, léporidés, quelques rongeurs et carnivores).

Un tel relevé permet au moins de connaître la présence locale d'une espèce. Dès que le grain atteint une longueur moyenne de 5 mm, l'impression est aléatoire.



Sur les marges de la zone de vase liquide, on observe un durcissement de la couche superficielle qui permet de conserver les empreintes d'animaux légers, ici un pied d'aigrette garzette.

En conséquence, les prospections ichnologiques ne se réalisent pas n'importe quand ni n'importe où pour en tirer le meilleur parti, mais en tenant compte du substrat et en évaluant les périodes.

Les substrats particuliers : rocher, sable et neige

Globalement, les sols rocheux offrent un obstacle physique à l'impression et ne recèlent pas d'indices intéressants. Leur surface est dépourvue d'empreinte de pied : c'est pour l'ichnologue la « monotonie de la dalle lisse », et seuls des excréments peuvent y être collectés. À ces roches dures dépourvues d'indices, il faut ajouter les éboulis et les pierriers qui ne fournissent rien d'exploitable, à l'exception pour les pierriers de vagues coulées.



Les formations karstiques, comme toutes les zones rocheuses, privent l'ichnologue d'empreintes. Ici, seuls les excréments peuvent subsister.

Des coulées peuvent être trouvées sur des roches plus molles comme les schistes.

Le sable est beaucoup plus intéressant, car *a priori* sa malléabilité permet l'impression de bonnes empreintes. Toutefois, cette malléabilité est variable, le sable pouvant s'avérer très dur ou très mou. Un site idéal pour étudier les interactions entre les différents états du sable et l'impression des empreintes est la plage bordée par un ensemble dunaire. Nous avons eu l'occasion d'étudier les différents états du sable et leurs conséquences sur le sujet qui nous occupe en Petite Camargue gardoise, près de la Pointe de l'Espiguette. Le site présente une plage bordée par un complexe dunaire présentant les différents stades de fixation de la dune. Des oiseaux comme la pie bavarde, la perdrix rouge, le goéland leucophée ou le faisan côtoient le renard, le lapin de garenne, le sanglier et parfois le blaireau.

En bordure de mer, le sable mouillé constitue un substrat impropre à l'enregistrement. Plus haut, à quelques mètres en retrait, existe une zone de sable humide dans laquelle les empreintes s'impriment remarquablement. On peut y observer de belles pistes de renard, voire de limicoles. Quelques mètres plus loin, encore vers l'intérieur, le sable séché par le vent recouvre la totalité du terrain, seuls les



Sur les dunes de sable, substrat mouvant et peu rigide, les lézards laissent des pistes reconnaissables pour les plus grandes espèces. Ici, un lézard ocellé.

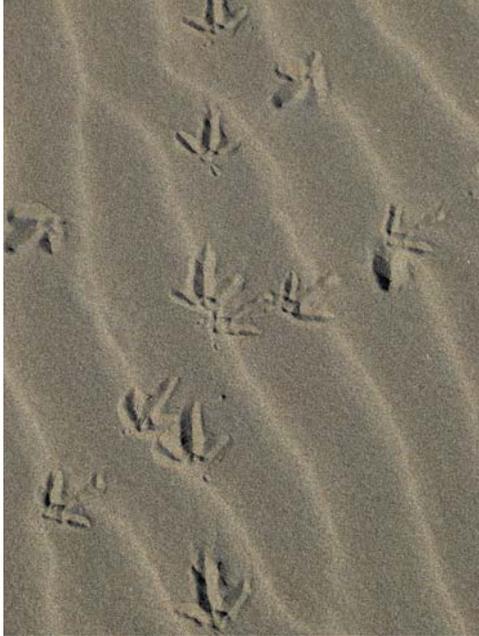
goélands ou les pies marquent. Plus la couche de sable sec s'épaissit, moins les empreintes marquent. Au stade ultime, les pas humains ne laissent que de vagues dépressions. Cette succession de substrats nous révèle le rôle du facteur humidité dans la cohésion des grains de sable, que nous allons continuer à observer sur toute l'étendue recouverte.

Continuons à nous éloigner du rivage : nous abordons la ceinture dunaire. Les pentes sableuses se prêtent mal à l'enregistrement des empreintes, mais dès que la pente devient raisonnable, les conditions varient en fonction du tassement du sable. Au stade premier de fixation de la dune, les empreintes de petits animaux deviennent visibles, et dans les creux renards, sangliers et perdrix rouges peuvent être suivis. Dans la zone de transition entre le premier cortège floristique colonisant la dune et l'apparition de végétaux comme l'immortelle des sables ou le panicaut de mer, toutes les empreintes sont parfaitement visibles, depuis celles de coléoptères détritvores jusqu'à celles du sanglier en passant par les différentes espèces de lézards. Plus loin, lorsque l'olivier de Bohême, les filaires et le pin parasol sont présents, les caractéristiques de l'impression des empreintes dépendent du taux d'humidité et corollairement de la cohésion des grains.

Particularité du sable, la conservation d'une empreinte peut y être très brève. Le sable humide du matin peut conserver de bonnes impressions, mais l'élévation de la température amoindrit la cohésion des grains jusqu'à complète disparition des empreintes. Enfin, le vent peut soustraire une piste à notre vue par recouvrement.

Quid de la neige? Fraîche et fine, elle est un substrat idéal qui conserve une empreinte dont les moindres détails sont visibles. Les pelotes carpiennes, la

forme exacte des pelotes digitales sont visibles, parfois même des détails aussi fins que les poils s'insèrent dans les espaces interdigitaux de la martre. Mais une telle neige n'assure pas une longue conservation : elle est appelée à fondre, et l'empreinte disparaît, ou à geler, avec les déformations qu'occasionne cette succession d'états.



La perdrix rouge, hôte des dunes de la Méditerranée, laisse de belles pistes, mais les zones favorables sont souvent limitées à certaines portions de la plage.

En général, une fine couche de neige fraîche n'est qu'un stade transitoire.

Dans une neige fraîche épaisse, les impressions s'effectuent au fond de la couche et sont donc difficilement lisibles. Seules les espèces à piste caractéristique comme la martre, la fouine et le lièvre peuvent être déterminées.

Dans la poudreuse, les empreintes s'enregistrent, mais les détails manquent, les pelotes disparaissent, les traces laissées par les griffes s'estompent. Les bords d'empreinte eux-mêmes sont flous. Si la couche de poudreuse est fine, elle devient rapidement humide au contact du sol et les empreintes ne marquent plus, car les pieds en se levant entraînent la neige avec eux. Comme dans le cas précédent, les pistes peuvent être lues.

Comme tout substrat ferme, la neige gelée ne constitue pas un bon piège à empreinte. En montagne, la dureté du manteau peut être telle que rien n'y marque. Sur un substrat de ce type, les espèces petites ou moyennes passent incognito. En zones pentues, les griffes étant utilisées pour s'agripper sur les surfaces glissantes, ces traces peuvent être enregistrées (lynx, ours brun). Notons que sur des surfaces dures, des sabots pointus comme ceux du chevreuil peuvent marquer, comme d'ailleurs sur tout substrat ferme.

Mais une empreinte peut avoir été enregistrée avant la phase de gel, et dans ce cas sa lisibilité sera directement proportionnelle à l'ampleur du phénomène thermique local. Le gel d'une empreinte en cours de fonte avancée produit un enregistrement très déformé; une succession engel-dégel finira de rendre l'empreinte illisible. Une empreinte non déformée par la fonte qui subit un phénomène de gel peut rester de bonne qualité; la succession engel-dégel mettra plus longtemps à la détruire.

Retenons que le froid assure la conservation mais pas forcément la qualité d'une empreinte.

La neige molle, plus ou moins « mouillée », conserve traces et pistes, mais leur netteté dépend de la teneur en eau liquide. Au stade ultime, familièrement appelé soupe, les empreintes sont de très mauvaise qualité, sans détail. Quoique peu lisibles, sabots et doigts s'enregistrent dans la neige, mais pour une période brève.

Évoquer ainsi la neige humide serait caricatural sans souligner le rôle de l'épaisseur de la couche dans l'enregistrement du pied. En couche fine, les détails des pieds s'enregistrent brièvement, les déformations axiales ou latérales sont minimales. Nous sommes en présence de bonnes empreintes, mais de pérennité quasi nulle, car elles s'effacent rapidement.



Pour le néophyte, la neige est un substrat idéal. En fait, les qualités d'impression varient avec l'état du substrat et vont de l'excellent à l'illisible. Cette piste de lièvre est bien délicate à déterminer au premier coup d'œil.

Lorsque la couche de neige humide est épaisse, l'allure des animaux joue un grand rôle et elle varie avec leur stature. Ainsi, pour toutes les espèces dont la hauteur au garrot n'excède pas une cinquantaine de centimètres, les pieds seront illisibles lors de la marche car la plupart du temps recouverts par chaque pied suivant ou par la neige qu'ils soulèvent. La raison en est que, lors de l'enjambée, ces espèces ne lèvent pas le pied assez haut.

Au bond, chaque contact entre le pied et la neige produit une glissade responsable de déformations pouvant être importantes. À ces déformations mécaniques il faut préciser que le recouvrement des pieds achève d'en rendre la lecture délicate. Les espèces les plus grandes offrent donc de meilleures possibilités, car le chevreuil ou le cerf n'optent pour le bond qu'à partir d'épaisseur de neige de l'ordre de 50 à 55 cm pour le premier et de 80 cm pour le second. Quand ils passent au bond, la pose du pied subit les mêmes aléas que ceux que nous venons d'évoquer, mais les pistes laissées sont reconnaissables. Le sanglier constitue une exception : les pieds qui se recouvrent gênent la lisibilité, mais le corps bas creuse un véritable sillon, aisément reconnaissable.

Il apparaît ainsi que si les bonnes empreintes sont rares, cela tient essentiellement à la variété des états du substrat. Retenons aussi que les caractéristiques d'un substrat vont privilégier les bonnes impressions de certaines espèces, et non de toutes.

Vers une étude et une classification des substrats

La variabilité des substrats conditionnant la qualité de la recherche ichnologique, la géologie locale joue un rôle important.

Il est évident que les régions de marne sont bien plus intéressantes que les régions à substrat rocheux, le pourcentage de la surface du sol occupée par ce dernier réglant le pourcentage du domaine exploitable par l'ichnologie. Les régions à enneigement fréquent et les sols en général terreux offrent les meilleures opportunités. Si l'enneigement est abondant et le substrat rocheux, c'est durant la période où la neige est présente que seront réunies les meilleures conditions. *A contrario*, les régions caractérisées par un faible enneigement sont intéressantes si les substrats terreux y prédominent. Les régions à faible enneigement et à substrat rocheux sont potentiellement les moins intéressantes.

La région des garrigues est un exemple parlant à cet égard. Pour l'essentiel, nous sommes sur du calcaire. La climatologie locale exclut les enneigements durables et l'ichnologie ne peut guère compter sur la neige pour prospecter. Pour 50 % les sols sont rocheux ou caillouteux et ne constituent pas un bon milieu. Quant aux zones susceptibles de retenir son attention, elles connaissent des précipitations violentes et brèves alternant avec de longues périodes de sécheresse. De plus, l'eau qui tombe ruisselle, puis s'infiltre dans les failles. Les zones boueuses favorables ne sont donc exploitables que durant une brève période.

Une étude plus fine des différents substrats s'avère souhaitable. L'objectif serait de mettre au point une échelle de dureté des sols qui serve de référence. Nous travaillons actuellement à l'élaboration d'un protocole expérimental simple qui permette de réaliser une classification du potentiel ichnologique des substrats.



Les grandes zones de garrigue avec leurs vastes étendues de broussailles, chênaies vertes ou rochers ne constituent pas une zone idéale pour la conservation des indices. De plus, le sol nu est en général dur du fait de la sécheresse chronique de ces régions.

L'ichnologie confrontée aux déformations

Certains reprochent à l'ichnologie le fait que nombre d'empreintes subissent des déformations importantes. Certaines déformations consistent en une restitution partielle de l'empreinte. Ce type de phénomène intervient sur sol dur. Comme il résiste à l'impression, les empreintes digitées et les empreintes à pelotes ne marquent pas. Tout au plus une patte fortement griffue (blaireau, par exemple) est-elle capable de laisser des trous ou des sillons.

Les empreintes de sabots marquent, mais de manière incomplète, seul l'avant des pinces signant la présence d'un sabot. La détermination reste possible, et souvent aisément. Il en va autrement lorsque les empreintes subissent d'authentiques déformations. Il ne s'agit plus d'empreintes partielles mais d'enregistrements faussés suite à l'action de différents facteurs.

Les substrats sans cohésion (sols sableux, certains sols caillouteux et neige poudreuse) jouent un rôle dans ces déformations, et nous n'y reviendrons pas ; retenons simplement les quelques faits résumés dans le tableau suivant.

Caractéristiques d'impression sur substrats sans cohésion

Substrat	Empreinte	Conservation	Intérêt ichnologique
Sableux	1) Détaillée et nette sur sable humide 2) Floue et illisible sur sable sec	Type 1 non pérenne Type 2 pérenne	Type 1
Caillouteux	Empreinte illisible	Pérenne	Sans intérêt
Neigeux poudreux	Empreintes floues et peu lisibles	Non pérenne	Sans intérêt

Les sols humides qui se dessèchent, éventuellement se réhydratent, et certains états neigeux produisent les déformations les plus remarquables.

La boue ou la vase, supports malléables, permettent l'impression de l'empreinte complète. Mais différents facteurs comme le poids de l'animal et le taux d'humidité vont jouer, auxquels il faut ajouter l'épaisseur du substrat.

En règle générale, l'assèchement d'une zone boueuse se traduit par la perte de qualité d'enregistrement des empreintes, celles déposées avant l'assèchement demeurant nettes. Les empreintes sur boue comptent souvent au nombre des meilleures d'entre elles.

L'examen d'une surface de boue assez vaste et asséchée comme un fond de lac, par exemple, permet, en fonction de son degré de netteté, de connaître la chronologie des impressions et de fréquentation du site par les espèces.



Sur ce cliché, le pied du renard a été conservé intact ou presque, alors qu'une partie de celui du blaireau manque.

Les déformations dans la boue sont liées à une trop forte hydratation. Elles induisent des écrasements latéraux et axiaux, mais aussi des glissements. Dans le pire des cas, un pied s'écrase avant de glisser et produit une empreinte illisible. Il ne faut toutefois pas en exagérer la portée, car la plupart du temps le glissement réduit l'écrasement ou vice versa. De plus, l'extrémité antérieure demeure lisible. Une bonne pratique permet d'interpréter ces éléments en corrélation avec la largeur du pied. Si la détermination spécifique n'est pas possible, le rattachement à un groupe sera réalisable presque toujours. D'autres éléments (mesure de la voie, longueur du pas, etc.) permettront une détermination au niveau de l'espèce. Dans la boue liquide, les sabots des ongulés sont immédiatement remplis dès que le pied est levé. Les pieds d'espèces moyennes ne laissent que des dépressions dépourvues de détails. Des animaux très légers, parfois des amphibiens, laissent des pieds exploitables. Sur terrain mou pentu, un glissement général des pieds se produit dans le sens de la pente. Seul l'ours brun peut, du fait de son poids, laisser de belles empreintes dans la boue liquide.

Les mammifères à pelotes laissent dans la boue liquide des empreintes qui, en s'écrasant, subissent une déformation latérale tendant à égaliser longueur et largeur.

L'empreinte déjà ronde des félins paraît plus large que longue, celle allongée des canidés tend vers la rotondité. Pour cette raison, nous invitons les amateurs de félins à rester prudents dans l'analyse d'une empreinte et à éviter ce piège de la rotondité vers laquelle peuvent tendre des empreintes de canidés.

La boue permet l'impression de belles empreintes de sabots. En revanche, lorsque le pied des ongulés se pose dans la vase, les pinces tendent à s'écarter, cet effet étant accru par une éventuelle glissade.

Dans la neige, nous avons vu que l'impression dépendait de l'état du manteau; d'une manière générale les dimensions d'une empreinte sont agrandies par écrasement.

L'empreinte étant l'image du contact pied/type de substrat, il n'existe pas une seule empreinte «type»; nous considérons par facilité comme telle celle qui est la plus proche de la morphologie du pied. Les évolutions de la neige induisent des déformations spectaculaires que la fonte et le gel accroissent.



Ce pied postérieur complet de castor a subi une déformation par rehaussement de la plante, enfoncement du talon et effacement des pelotes.

Nous allons envisager trois cas de déformations :

– empreintes digitées. La succession engel-dégel a pour effet de gommer les traces de griffes qui se noient dans les doigts. Ceux-ci subissent un élargissement important qui les fait paraître plus courts. À terme, ils fusionnent, ne laissant qu'une vague dépression. La profondeur de l'empreinte se réduit, le sol nu pouvant apparaître;

– empreintes à pelotes. Les pelotes voient leurs bords devenir plus flous, leur taille s'accroît, elles s'élargissent et finissent par s'arrondir. Au stade ultime, les griffes ont disparu, les bords de l'empreinte se distinguent mal, les pelotes digitales fusionnent, la pelote plantaire est informe. L'aspect général de l'empreinte est une dépression circulaire à éléments internes peu visibles. Si la couche de neige est fine, le sol apparaît à l'interface, les pelotes peuvent alors dans certains cas s'agrandir démesurément depuis l'intérieur. Cet aspect a trompé plus d'un néophyte, qui, dans les Pyrénées, croyait avoir trouvé une trace d'ours, alors qu'il était devant celle d'un gros chien. Lors de l'agrandissement, les pelotes passent par un stade ovalaire; la distinction entre canidés et félidés ou entre mustélidés et viverridés se fera en examinant l'axe longitudinal. Dirigé vers l'avant dans le sens de la marche, celui-ci révèle une piste de canidé ou de mustélidé. Dirigé en oblique par rapport au sens de la marche, il révèle une piste de félidé ou de viverridé;

– empreintes de sabots. Le sabot subit les déformations les moins importantes. Avec le dégel, chaque pince s'élargit, réduisant le filet. Si les doigts vestigiaux marquent, leur allure varie peu, et leur position dans l'empreinte reste clairement visible. À terme, avec l'augmentation de la largeur, les pinces fusionnent, et le filet disparaît. Les doigts vestigiaux sont informes, situés près des pinces ils peuvent fusionner, allongeant l'empreinte dont la largeur décroît rapidement vers l'arrière. Les vieilles empreintes ne conservent plus qu'une forme générale. Sur neige fine, le sol apparaît rapidement du fait du plus grand enfoncement du pied. La forme des pinces est conservée un temps, puis s'atténue et devient illisible.

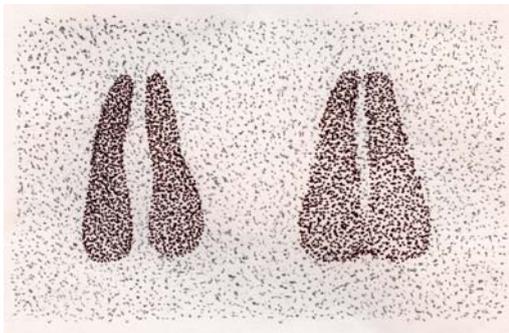
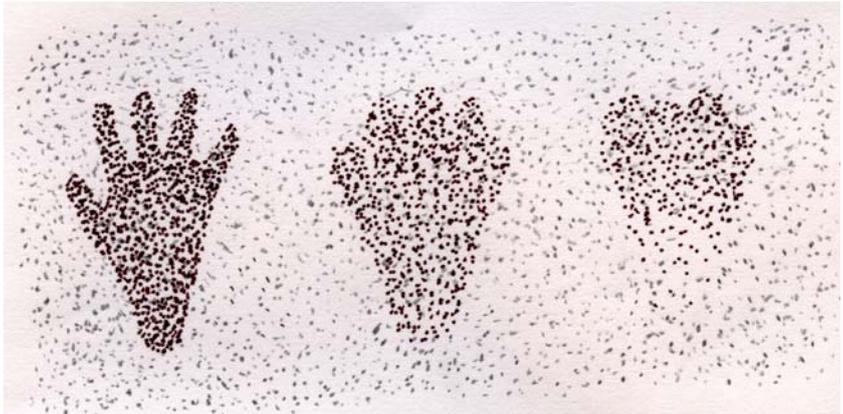
Comme on peut le constater, les évolutions qui déforment le pied se produisent selon des schémas répétitifs. La compréhension d'une empreinte déformée n'est donc pas inaccessible avec un peu d'expérience.

À ce stade, il est intéressant de se pencher un instant sur les modifications des dimensions mesurables dans l'empreinte.

Une empreinte agrandie est plus large et, à un degré moindre, plus longue que l'original, du fait du plus grand éloignement des bords externes. Dans le cas des empreintes digitées, l'évolution du bord externe de la pelote plantaire tend à absorber les doigts. Les sabots présentent la même caractéristique. Les empreintes à pelotes les voient s'arrondir et s'élargir, entraînant une diminution des écarts interdigitaux et digitoplantaires.

Ainsi, nous découvrons que, dans une piste, la largeur externe de la voie s'accroît pendant que la largeur interne diminue. Les écarts entre les pieds se réduisent. En revanche, la longueur de la voie s'accroît. Ces différents constats sont la base de l'examen d'une piste composée de pieds déformés. Les talents d'observateur de l'ichnologie sont requis pour ce type d'analyse.

Analysons ces données à travers un exemple. Imaginons que vous vous trouviez devant une piste de bonds avec les pieds groupés deux par deux. Une voie comprend donc quatre pieds. Mais avec le dégel les pieds voisins fusionnent, et vous



EN HAUT. Dessin d'un pied digitigrade « à doigts » avec déformation.

AU MILIEU. Dessin d'un pied plantigrade « à pelotes » avec déformation.

Dessin d'un sabot avec déformation.

vous retrouvez en présence de seulement deux trous, correspondant aux paires de pieds fusionnés. Le pisteur inexpérimenté cherche les deux autres pieds de la voie et les trouve plus loin sous forme de deux trous. Mais il est en fait en présence de deux trous correspondant à une deuxième voie. L'analyse et la mesure sont alors totalement erronées, car la longueur mesurée correspond à deux voies et non à une. Dans un cas comme celui-ci, la connaissance des allures est capitale, car la position supposée est alors mécaniquement impossible.

Si les déformations du pied peuvent gêner la détermination, une bonne formation de terrain permet au pisteur de tirer des informations en vue d'une diagnose; d'autant que l'analyse du pied se fait en corollaire de celle de la piste.

Les empreintes

Qu'est-ce qu'une empreinte, une voie, une piste ?

L'empreinte résulte du contact entre l'extrémité d'un membre et le sol. Elle est obtenue par pression, sa profondeur varie en fonction du poids de l'animal et de la malléabilité du substrat. Si nous pouvons définir un pied type, il n'existe pas d'empreinte type. Dans la réalité, chaque pied propose un potentiel de reproduction induit par le substrat.

L'empreinte est l'image du pied inversée. Le sabot des ongulés est un cas particulier dans la mesure où cette inversion est peu visible.

La voie est constituée par les quatre pieds, à l'exception rarissime de celle traduisant une bipédie momentanée. L'aspect de la voie est sans rapport avec la forme du pied mais liée à l'allure développée par l'animal. L'étude de la voie en même temps que celle du pied est riche d'enseignements et, dans bien des cas litigieux, permet de confirmer une hypothèse.



La piste est une succession de voies. De par la répétition du matériel (pieds, voies) qu'elle offre, elle est un instrument de choix lors de déterminations délicates. Suivre une piste permet parfois de trouver de bonnes empreintes alors que les premiers pieds étaient illisibles. En effet, comme les états du substrat peuvent varier en fonction de l'exposition, une piste peut nous révéler différents aspects du pied. Elle nous permet aussi d'étudier les modalités des changements d'allures. Ce point est très important, car on ne le

Piste de sanglier. Chaque dépression comportant deux pieds superposés, une voie est donc constituée dans ce cas de deux dépressions. L'empreinte est la marque laissée par un pied.

soulignera jamais assez : la connaissance des allures et du positionnement des pieds qu'elles induisent est fondamentale.

Un substrat neigeux permet d'examiner et de suivre une piste sur de grandes distances. De vastes étendues boueuses (vasières, fonds d'étangs) peuvent également offrir de belles opportunités.

Les traces résultent d'une évolution

Il existe deux types d'empreintes : digitées (digitigrades) avec un groupe d'empreintes à doigts et un groupe d'empreintes à pelotes, et les empreintes de sabots laissées par les onguligrades. Les 3 ou 4 doigts des oiseaux nous rappellent leur origine reptilienne.

Les pieds mammaliens résultent d'un long processus évolutif traduit par des modifications morphologiques et structurales. Tous procèdent d'un pied digitigrade à 5 doigts, qu'une majorité des espèces a conservé. Mais ces 5 doigts n'apparaissent pas forcément dans l'empreinte. Dans toutes les familles représentées en Europe, le pied antérieur a conservé les 5 doigts. Pour trois d'entre elles, le pied postérieur ne compte que 4 doigts, car le pouce a disparu. Cette disparition du pied postérieur (PP) affectant les léporidés, les canidés et les félidés, la découverte de pieds à 4 doigts n'est pas rare.

Pour les pieds antérieurs (PA), le processus régressif affectant le pouce est resté au stade de la réduction. Cela concerne les léporidés, les sciuridés, les muridés, les microtidés, les gliridés, les canidés et les félidés. En règle générale, ces pouces réduits ne marquent pas et l'empreinte ne montre que 4 doigts. Il y a donc une différence nette entre le pied sur lequel tous les doigts sont observables et l'empreinte qui ignore les doigts disparus ou réduits.



La main de droite, pouce en moins, illustre la réduction ou la disparition de ce doigt par rapport au pied primitif. Chez les ongulés, les doigts 2 et 5 sont rejetés en arrière.

Soricidés, talpidés, desmanidés, érinacéidés, hystricidés, myocastoridés, castoridés, ursidés, mustélidés, viverridés, herpestidés et procyonidés ont 5 doigts à chaque pied.



Pied de ragondin sur boue, typique des empreintes digitées. En général, 4 ou 5 doigts marquent.

Les léporidés ont un PA à 5 doigts et un PP à 4 doigts. Ils produisent une empreinte à 4 doigts au PA du fait de la réduction du pouce et à 4 doigts au PP du fait de la disparition du pouce. Ces caractéristiques se retrouvent chez les canidés et les félidés.



Pied de loup à marche lente.

Sciuridés, muridés, microtidés et gliridés ont un PA à 5 doigts et un PP à 5 doigts. Ils produisent une empreinte de PA à 4 doigts du fait de la réduction du pouce et une empreinte de PP à 5 doigts.

La transformation la plus remarquable s'observe chez les ongulés dont le pouce à disparu. Mais elle ne s'arrête pas là. Les doigts n° 2 et 5, très réduits, sont rejetés à l'arrière sur la patte en position haute (doigts vestigiaux). En fonction de l'espèce, les doigts vestigiaux marquent ou pas. Les deux doigts restants sont chacun entourés d'une enveloppe cornée, appelée pince.

Ces évolutions du pied déterminent les trois grands types actuels d'empreintes, à savoir les empreintes de main (doigts), les empreintes avec pelotes digitales et les empreintes avec sabots.

Les familles produisant des empreintes de mains sont au nombre de 11 (toutes les familles d'insectivores et de rongeurs).

Les familles produisant des empreintes avec pelotes digitales sont au nombre de 7 (toutes les familles de carnivores et les léporidés).

Au sujet de ces derniers, certains auteurs les présentent comme produisant des empreintes de doigts. Nous ne les avons pas suivis, car sur le terrain, ce sont bel et bien les pelotes digitales qui apparaissent.

Les familles produisant des empreintes de sabots sont au nombre de 4 (toutes les familles d'ongulés).

Les empreintes digitigrades : composition et enregistrement

Elles sont produites par les espèces qui ont conservé au moins 4 doigts. Certaines présentent des doigts, d'autres présentent des pelotes digitales.

Le fond de l'empreinte résultant du contact sol/pied est appelé « face palmaire ou plantaire ». Son examen révèle la présence d'éléments individualisés, les pelotes ; callosités cornées qui en dépit de leur résistance garantissent au pied une certaine souplesse. Les pelotes digitales de forme ronde ou ovale sont situées à l'avant ou latéralement par rapport à une grande pelote centrale la pelote plantaire ou palmaire. Chaque pelote digitale correspond à un doigt, les griffes lorsqu'elles sont apparentes se localisent à l'avant de la pelote.

L'enregistrement des empreintes digitigrades est la plupart du temps intégral. La netteté des éléments qui le composent dépend de facteurs extérieurs. En règle générale les griffes marquent bien sauf chez les sujets qui les ont émoussées. Chez les mustélinés (martre, fouine, belette, hermine et surtout putois) la pelote plantaire s'enregistre mal au point que les empreintes permettant de l'examiner sont rares. Ces espèces comptent aussi une pelote de forme très irrégulière, la pelote carpienne située près du talon. Son examen dans l'empreinte est très rare.



Piste de bonds (fouine) sur neige fraîche. Notez la position des pieds et le changement de mode de groupement d'un essor à l'autre.

Pour en terminer avec les empreintes digitées, rappelons que chez certaines espèces (martre, renard), des poils sont susceptibles d'apparaître dans de très bonnes empreintes.

Chez les espèces à pouce réduit, la règle veut qu'il ne s'imprime pas. Cette particularité a son utilité lorsque le pisteur est confronté à un pied unique. En effet, comme toutes les empreintes à 4 doigts dérivent d'un pied à 5, le doigt le plus court est l'auriculaire. Il en résulte la règle suivante :

- empreinte à 4 doigts dont le plus court est à droite → pied droit;
- empreinte à 4 doigts dont le plus court est à gauche → pied gauche;
- pour les empreintes à 5 doigts, c'est le pouce qui est le plus court;
- empreinte à 5 doigts dont le plus court est à gauche → pied droit;
- empreinte à 5 doigts dont le plus court est à droite → pied gauche.

Empreintes de sabots : composition et enregistrement

Le sabot est constitué de deux parties correspondant aux enveloppes cornées des doigts n° 3 et 4.

Chacune des parties cornées du sabot est appelée pince. L'extrémité antérieure interne de toutes les pinces est pointue. La largeur de la pince est en général plus grande à l'arrière, mais ceci n'apparaît guère chez le mâle du cerf et le sanglier.

Chez les cervidés et les bovidés, les pinces sont parallèles, et elles tendent à s'écarter à l'avant chez le sanglier. Le parallélisme des pinces ne concerne pas les empreintes de galop et de bond, auxquels cas on observe un écartement antérieur des pinces.

Entre chaque pince, l'empreinte d'ongulé présente un espace appelé filet. Sa largeur peut être un bon indice de la nature de l'animal. Exemples : filet écarté durant le pas = sanglier; filet large entre des pinces souvent parallèles = chamois.



Mouflon au sabot parfait dans la boue.

Placés haut à l'arrière de la patte, les doigts vestigiaux sont susceptibles de marquer. L'espèce chez qui nous les observons le plus régulièrement est le sanglier. Chez le cerf, il est également possible de les voir dans l'empreinte. Dans le cas des autres ongulés, ce sont souvent les pistes de galop ou de bond qui les révèlent.

En règle générale, les doigts vestigiaux marquent si le substrat est épais, mais, dans ce cas de figure, leur position est haute dans l’empreinte, à peu près au niveau de la surface du substrat.

Le pied des ongulés comporte aussi un coussinet situé à l’extrémité postérieure de la pince, appelé sole. Nous avons décidé de ne pas nous y intéresser, eu égard au faible nombre de cas dans lesquels il apparaît.

L’enregistrement des empreintes d’ongulés est facilité par la forme générale du pied corné et par le poids des animaux qui le produisent. Seuls les doigts vestigiaux ne marquent pas. Les ongulés constituent le groupe d’espèces dont les empreintes sont le plus aisément déterminables et constituent des cas d’école pour peu que leur étude ne soit pas réalisée dans des secteurs où ils voisinent avec des ongulés domestiques.

Caractérisation d’un pied droit ou gauche

	4 doigts le plus court à droite	4 doigts le plus court à gauche	5 doigts le plus court à droite	5 doigts le plus court à gauche
Pied droit	×			×
Pied gauche		×	×	

Les allures : clé de vôûte de l’ichnologie

La détermination des allures est un aspect fondamental de l’ichnologie. Toutes les espèces utilisent des allures différentes, même si certaines en utilisent une seule plus de 80 % de leur temps. Contrairement à une approximation bien répandue, l’analyse des allures n’est pas une activité ludique ou un plus d’ichnologue passionné.



Les allures traduisent les états psychologiques de l’animal, ainsi qu’une partie des informations concernant son activité. Elles livrent des informations d’ordre éthologique.

Pour l’ensemble des espèces traitées dans le cadre d’une ichnologie européenne, les allures sont au nombre de quatre : le pas, le trot, le galop et le bond. Une cinquième allure, l’amble, ne sera pas traitée ici, car elle est fort rare. Les allures correspondent à différentes vitesses de déplacement, le pas étant la plus lente.

Lors de chaque allure, on observe un certain nombre de faits qui ne sont pas sans incidence sur l’aspect de la voie et de la piste.

Piste de lapin de garenne au bond.
Notez l’évolution avec la piste voisine attribuable à la même espèce.

Lors du mouvement, la position respective des pieds varie avec l'allure, tout comme la chronologie de leurs contacts avec le sol.

La bonne compréhension des allures passe par l'assimilation de deux faits différents. La séquence de mouvement correspond au mouvement des pieds durant l'allure donnée : la séquence de voie correspond au positionnement des pieds dans la voie.

Nous allons utiliser couramment les abréviations suivantes :

- PA = pied antérieur; PP = pied postérieur;
- AG = antérieur gauche; AD = antérieur droit;
- PG = postérieur gauche; PD = postérieur droit.

Dans une voie dont les pieds ne se recouvrent pas, nous désignerons leurs groupements comme suit : AG-PG, AD-PD.

Dans une voie dont les pieds se recouvrent, nous désignerons leurs groupements comme suit AG/PG, AD/PD. La barre oblique signifie qu'il y a recouvrement du pied antérieur par le postérieur.

Quand deux pieds se recouvrent parfaitement, nous écrivons AGPG, ADPD.

Enfin, nous noterons que dans une voie les pieds sont groupés au sol selon différentes combinaisons. Nous désignerons ces combinaisons comme le mode de groupement.

Le pas, ou marche, est l'allure la plus lente. Elle correspond à la quiétude, au déplacement d'un animal tranquille qui vaque à ses occupations. Pendant la marche lente, chaque pied est levé l'un après l'autre.

Au sol, les PP viennent se poser derrière les PA et très près de ceux-ci. Dès que l'allure s'accélère, le PP vient mordre sur l'arrière du PA.

Descriptif d'allure : marche

Allure	Séquence de mouvement	Expression de la séquence	Voie	Mode de groupement	Aspect de la piste	Longueur du pas	Largeur de la voie
Marche	1 pied après l'autre par paire alterne	ADPG AGPD	AG-PG AD-PD AG/PG AD/PD	2 × 2	Régulier	Faible	Grande

Dans les pistes de pas, le recouvrement des pieds n'est pas obligatoire, ce qui en fait la seule véritable occasion de bien examiner un pied antérieur. En effet, dès que l'on a affaire à des pistes avec recouvrement de pied, le postérieur vient se positionner sur l'antérieur. Plus la marche est rapide, plus le recouvrement du PA est prononcé.

L'amble, non prise en compte dans cet ouvrage, est une variante du pas qui produit le même résultat à l'examen de la voie. C'est lors du mouvement des pieds que se manifeste une différence, alors que le pas normal s'opère par paires alternes (ADPG, par exemple); durant l'amble les deux pieds situés d'un même côté

sont levés simultanément. Cette allure est peu utilisée par la faune sauvage, l'ours brun l'utilise parfois.

Le trot est une allure plus véloce, qui peut succéder à la marche rapide lors d'une accélération. C'est une allure régulièrement utilisée (au moins dans sa forme lente) par des espèces qui ne marchent guère. Chez d'autres, il peut traduire une forme de hâte, voire une certaine excitation.

Durant le trot, l'animal lève dans le même temps deux pieds par paires alternes (ADPG ou AGPD). Ainsi, le trot s'avère très économique du point de vue physique, car l'utilisation du mouvement par paires alternes contribue à réduire notablement les efforts effectués pour soulever le corps, alors que l'allure est nettement plus rapide que le pas.



Le renard au trot a croisé la piste du goéland leucophée.

Le trot se caractérise par le recouvrement du PA par le PP, quelle que soit l'allure. En revanche, on observera que plus la vélocité est grande, plus le PP recouvre le PA. Nous passerons ainsi par un stade où le recouvrement du PA se fera de manière quasi parfaite. Avec les trots rapides, nous constaterons que le PP vient recouvrir le PA en avant. Nous écrivons alors PG/AG ou PD/AD.

À l'accélération maximale, le trot s'apparente à un petit galop. Il est délicat de fixer une limite à ces deux allures. Parmi les trots, le trot rapide est le seul qui, dans certains cas, peut voir le PP venir se positionner devant le PA sans recouvrement (PG-PA). Comme dans le cas de la marche, le mode de groupement des pieds est deux à deux.



Blaireau. Au trot, le recouvrement de l'antérieur par le postérieur est proportionnel à la vitesse.

Descriptif d'allure : trot

Allure	Séquence de mouvement	Expression de la séquence	Voie	Mode de groupement	Aspect de la piste	Longueur du pas	Largeur de la voie
Petit trot	2 pieds ensemble par paires alternes	ADPG AGPD	AG/PG AD/PD	2 × 2	Régulier	Faible	Grande
Trot	2 pieds ensemble par paires alternes	ADPG AGPD	AG/PG AD/PD	2 × 2	Régulier	Moyenne	Moyenne
Trot rapide	2 pieds ensemble par paires alternes	ADPG AGPD	PG/AG PD/AD	2 × 2	Régulier	Grande	Moyenne

Avec les facilités mécaniques et énergétiques qu'il propose, le trot est une allure très utilisée. De plus, les variations sont telles entre le trot lent et le trot rapide qu'une espèce peut y avoir recours en permanence, adaptant ses différentes déclinaisons aux circonstances.

Le galop est utilisé en cas de stress pour fuir ou en cas d'excitation. Durant le galop, les pieds sont levés successivement et posés au sol de la même manière. Toutefois l'originalité de ce mouvement réside dans le fait que ce sont les deux PA qui sont levés et posés successivement, puis les deux PP. Ainsi, lors du galop rapide pouvons-nous discerner un court instant au cours duquel aucun pied ne touche le sol. Paradoxalement, si la séquence de mouvement du galop est différente de celle du trot, la séquence de voie est identique.



Putois. Piste de trot rapide sur boue.



Au petit galop, les PP se posent devant les PA sans les recouvrir. Les pieds sont indépendants et ne sont plus groupés deux par deux. La séquence de voie paraît sans grande originalité, mais on constate que le groupement des pieds est fortement affecté par l'allure. Ainsi, le PG se situe en avant. Suivent l'AG et le PD immédiatement derrière lui, l'AG restant seul en arrière symétrique du PG. Cela nous donne un mode de groupement des pieds de type : 1, 2, 1.

Renard. Piste de petit galop sur sable. Avec la vitesse, les pieds s'éloignent les uns des autres.



Au galop, l'accroissement de la vitesse positionne les deux PP en avant des deux PA, la séquence devient PG-PD-AG AD. Le mode de groupement devient alors 3, 1.

Au grand galop, séquence de voie et mode de groupement des pieds demeurent identiques au galop. En revanche, l'écartement qui sépare les pieds s'accroît et la piste s'allonge considérablement. Le grand galop est l'allure de la fuite ou de la poursuite.

Sanglier. Au grand galop, les pieds se sont regroupés en une seule empreinte dans laquelle les quatre pieds demeurent discernables.

Descriptif d'allure : galop

Allure	Séquence de mouvement	Expression de la séquence	Voie	Mode de groupement	Aspect de la piste	Longueur du pas	Largeur de la voie
Petit galop	2 PA puis 2 PP avec contacts au sol successifs	ADAG PDPG	PG-PD AG-AD	1, 2, 1	Régulier	Très grande	Faible
Galop	2 PA puis 2 PP avec contacts au sol successifs	ADAG PDPG	PG-PD AG-AD	3, 1	Régulier	Très grande	Faible
Grand galop	2 PA puis 2 PP avec contacts au sol successifs	ADAG PDPG	PG-PD AG-AD	3, 1	Irrégulier	Très grande	Grande

Jusqu'au trot, les impressions sont correctes, dès le petit galop nous atteignons des allures où l'impression subit quelques modifications liées au glissement des pieds lors de la réception.

Le bond est l'allure la plus rapide. Chez les grandes espèces, elle accompagne souvent la fuite éperdue pour se soustraire à un danger ou l'effort produit dans les derniers mètres d'une capture, voire le franchissement d'un obstacle important. Cela dit, quelques petites espèces ont fait du bond une allure de déplacement normale. Les mesures réalisées sur les pistes de bond des prédateurs donnent une idée de la vigueur de l'animal.

Comme le cas du galop, le bond se caractérise par le fait que l'animal lève d'abord ses deux PA, puis ses deux PP, et les pose respectivement selon la même chronologie.

Il n'est discernable aucun écart entre le contact au sol des uns et des autres.

Le bond se caractérise par : appui sur les PP, projection vers le haut et l'avant, les PP quittent le sol pendant que les PA le touchent. Léger basculement vers l'avant, puis les deux PA quittent le sol pendant que les deux PP le touchent en avant des PA.

Le bond est donc une succession d'appuis sur les PP, dans lesquels s'intercale un basculement sur les PA.

Le bond est exigeant au plan énergétique et physique, aussi ne faut-il pas s'étonner si une piste de bonds est brève. Les longues pistes de bonds sont le propre de petites espèces qui l'utilisent comme allure normale de déplacement ou de spécialistes comme les kangourous. En Europe, de petites populations sauvages du wallaby de Bennett peuvent permettre ce type d'observation. Dans leur cas, seules les pattes arrières interviennent.

La distance couverte à chaque bond varie avec la nature du substrat ou du relief. La condition physique de l'animal joue aussi un grand rôle. En revanche, les bonds nous offrent une constante qui est le rassemblement des quatre pieds sur une surface réduite. Les divers aspects des voies de bonds induisent des modes de groupement variable.

Les quatre pieds peuvent se regrouper sans recouvrement = mode de groupement 4.

Les quatre pieds peuvent se regrouper avec recouvrement d'une paire = mode de groupement 3.

Les quatre pieds peuvent se regrouper avec recouvrement par paire = mode de groupement 2.

Descriptif d'allure : bond

Allure	Séquence de mouvement	Expression de la séquence	Voie	Mode de groupement	Aspect de la piste	Longueur du pas	Largeur de la voie
Bond	2 PA puis 2 PP avec contacts au sol simultanés	ADAG PDPG	PG-AG PD-AD	2 × 2, 3 ou 4	Irrégulier	Très grande	Grande

Les léporidés, lièvres et lapins proposent un cas particulier. Chez ces espèces, le bond est l'allure normale de déplacement. Elles posent leurs PP devant leurs PA.

L'originalité de la voie est que les deux PP se situent à l'avant presque dans le même plan et les deux PA sont en arrière, quasiment alignés l'un derrière l'autre. La séquence de la voie est dans ce cas PGPD AGAD. Au fil de l'accélération ou de la diminution de l'allure, l'étirement ou le raccourcissement de la voie engendrent des modes de groupement de pieds variables. Nous pourrions avoir des modes de type : 3, 1 ; 2, 1, 1 ; ou 1, 1, 1, 1.

Les allures constituent une connaissance incontournable en matière d'ichnologie. Quoique certains aspects puissent paraître rebutants à certains, leur connaissance est une garantie d'éviter de véritables bourdes.

La détermination d'une empreinte

La détermination d'une empreinte, le fait de pouvoir la rattacher à une espèce précise, est à la fois un objectif incontournable de l'ichnologie et le préalable indispensable à toute étude ultérieure. Si certaines déterminations s'avèrent délicates, elles n'en sont pas moins passionnantes. La méthode pour déterminer une empreinte est relativement simple à mettre en œuvre. Fondée sur l'observation directe, elle peut être utilisée par tout le monde.

Elle s'apparente ni plus ni moins aux clés de détermination classiques.

Commençons par classer l'empreinte dans une des trois catégories (digitées, à pelotes digitales ou à sabots). Ceci nous permettra déjà d'éliminer un nombre non négligeable de candidats. Par exemple, s'il s'agit d'une empreinte à pelotes digitales, les espèces de 15 des 22 familles concernées seront éliminées. Ensuite, nous repérerons le nombre de pelotes aux PA et aux PP. Si les pieds comptent 5 pelotes aux PA et aux PP, 3 des 7 familles restantes seront éliminées. À ce stade, si les griffes sont apparentes, une nouvelle famille, les viverridés, sera éliminée. Restent les ursidés, les mustélidés et les procyonidés qui représentent en tout 12 espèces. Si l'empreinte ne présente aucune palmure, la loutre sera éliminée. Reste 11 espèces pour lesquelles les dimensions nous permettront normalement de trancher. Ceci à la condition, bien sûr, de travailler sur une empreinte correcte.

Nous allons maintenant jeter un regard sur les éléments déterminants, portant sur trois catégories d'empreintes.

Première catégorie : empreintes à doigts ou empreintes de mains

Elles sont subdivisées en :

- empreintes à 5 doigts aux PA et aux PP ou 4 doigts aux PA et 5 aux PP ;
- empreintes à 5 doigts aux PA et aux PP, subdivisées en empreintes sans palmure et empreintes avec palmures ;
- empreintes à 4 doigts aux PA et 5 aux PP, subdivisées en empreintes sans palmure et empreintes avec palmures.

Les premières (sans palmure) se subdivisent en empreintes avec PP et PA de tailles égales ou voisines et en empreintes avec PP et PA de tailles très différentes.

Les empreintes digitigrades comprennent les empreintes à doigts et les empreintes à pelotes. Les empreintes à doigts concernent les insectivores et les rongeurs. Ici, empreintes de musaraigne sp. sur vase.



Deuxième catégorie : empreintes à pelotes digitales

Elles se subdivisent en 2 types :

- empreintes avec 4 pelotes aux PA et aux PP;
- empreintes avec 5 pelotes aux PA et aux PP.

Les empreintes à 4 pelotes aux PA et aux PP se subdivisent en empreintes avec griffes apparentes ou non. Les empreintes avec griffes apparentes se subdivisent en empreintes avec pelote plantaire bien marquée et en empreintes avec pelote plantaire peu ou pas marquée.



Les empreintes avec 5 pelotes aux PA et aux PP se divisent en empreintes avec griffes apparentes ou non. Celles avec griffes apparentes se divisent en empreintes avec palmure ou sans palmure.

Les empreintes à pelotes appartiennent à la catégorie des digitigrades. Elles concernent les carnivores et les lagomorphes, ces derniers pouvant aussi produire des empreintes du type digité.

Troisième catégorie : empreintes à sabots

Elles se subdivisent en sabots à nombre pair de doigts et à nombre impair (dans cette dernière catégorie, les équidés ne comptent aucune espèce sauvage en Europe).

Les sabots à nombre pair de doigts se subdivisent en empreintes à 4 éléments (sanglier) et en empreintes à 2 éléments. Les sabots à 2 éléments se subdivisent en sabots ronds, en sabots à bords extérieurs concaves ou en sabots à bords extérieurs convexes.

Les sabots à bords extérieurs convexes se subdivisent en sabots dessinant plutôt un rectangle ou en sabot formant plutôt un cœur.



Les empreintes onguligrades concernent la totalité des espèces à sabots. En Europe, aucune espèce sauvage ne présente de sabot à un doigt (équidés). Toutes présentent deux doigts, et pour certaines les doigts vestigiaux peuvent apparaître dans l'empreinte.

Empreintes d'insectivores, limites des connaissances et clés de détermination

Les insectivores regroupent des mammifères très différents d'aspect, réunis au sein de 4 familles : les érinacéidés, les soricidés, les desmanidés et les talpidés.

Les érinacéidés comptent 3 espèces en Europe : le hérisson d'Europe, le hérisson d'Algérie de statut incertain et le hérisson oriental. Il n'existe pas de différence notable de l'une à l'autre.

Les soricidés sont représentés par 15 espèces de tailles variables. Ce sont les musaraignes au sens général.

Les desmanidés comptent seulement une espèce en Europe : le desman des Pyrénées.

Les talpidés comptent 3 espèces : la taupe d'Europe, la taupe aveugle et la taupe romaine, qui laissent globalement des empreintes identiques.

Comme pratiquement tous les groupes, les insectivores ne sont pas connus de manière exhaustive, et l'état de nos connaissances varie d'une famille à l'autre.

Les érinacéidés produisent des empreintes tout à fait déterminables. La distinction spécifique n'est pas possible, mais les aires de répartition *a priori* ne se recouvrent quasiment pas. La distinction du sexe par l'empreinte est impossible à ce jour.

Les soricidés posent de nombreux problèmes de détermination. Les différentes espèces laissent des pieds très ressemblants, et leurs plages de dimensions se recoupent trop pour permettre une diagnose. Une seule espèce est déterminable.

Le desman offre peu d'occasions d'examiner ses pieds, et il en résulte une certaine méconnaissance de son aspect sur le terrain. La confusion reste possible avec les pieds de grande musaraigne.

La taupe vivant essentiellement sous terre, ses empreintes sont rarement découvertes. Quand c'est le cas, elles sont très facilement identifiables. Les empreintes des trois espèces sont très proches.

Hérisson (*Erinaceus europaeus*, *Aeetechinus algirus* et *Erinaceus concolor*)

Les empreintes de mains PA et PP ont 5 doigts. Le PP est plus grand que le PA. La longueur du PP est de 35 à 40 mm. Les griffes apparaissent en avant de l'empreinte.

Les sexes ne sont pas discernables.



Sur un substrat insuffisamment ramolli, le pied du hérisson ne s'imprime pas intégralement. Deux doigts ont disparu, les griffes en revanche sont bien enregistrées.

Sur terrain favorable, l'impression est complète, révélant les pelotes digitales. La marche plantigrade accentue la bonne impression.

Le hérisson utilise souvent la marche lente, pendant laquelle le PP vient se poser derrière le PA. Séquence : AG-PG AD-PD.

Lorsqu'il trotte, il pose ses PP sur les PA avec recouvrement par l'arrière. Séquence : AG/PG AS/PD.

En fuite, les PP se posent devant les PA en les recouvrant. Séquence : PG/AG AD/PD.

Ces constatations sont valables pour les autres espèces.

Musaraignes (*Crocidura* sp., *Neomys* sp., *Sorex* sp., *Suncus* sp.)

Les empreintes de mains sont de petite taille pour toutes les espèces. Les dimensions se recoupent et permettent rarement une détermination spécifique.

Le PP est le plus long, et sa longueur oscille entre 8 mm et 18 mm.

Aux alentours de 8 mm, la taille du pied est si réduite que nous pouvons déterminer la pachyure étrusque (*Suncus etruscus*).

Les pieds peuvent être confondus avec ceux de certains petits rongeurs, mais ces derniers ne présentent que 4 doigts au PA.

L'impression du pied ne se réalise que sur des substrats très mous. On ne peut y lire de détail. Les pistes de bond sur neige présentent des séries de paires de pieds situées l'une derrière l'autre. La queue peut très exceptionnellement apparaître dans l'axe central.





Les pieds des soricidés (musaraignes), minuscules, ne permettent pas la détermination de l'espèce. L'exception est le cas notoire de la pachyure étrusque, dont le pied est tellement petit qu'il est unique. Toutefois ses dimensions limitent les chances d'enregistrement. Un tel cliché est donc très rare.

Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*)

Les empreintes de mains ont des doigts bien individualisés. Les traces sont très semblables à celles laissées par les grandes musaraignes. De par les mœurs aquatiques de l'animal, les traces de pied sont quasiment introuvables. Le PP atteint les 20 mm, ce qui n'écarte pas la confusion avec les PP de grandes musaraignes.

Les voies et allures doivent être identiques à celles de la musaraigne, mais nous n'avons jamais pu en observer de suffisamment longues pour formuler des observations valables.

Les pieds du desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) ne peuvent s'imprimer que sur des substrats vaseux très humides.

Taupa d'Europe (*Talpa europaea*, *T. caeca* et *T. romana*)

Les mœurs fouisseuses de la taupa ont fait de ses pieds un modèle d'adaptation. Le PP est petit et se présente comme une main dont les doigts sont moins déliés que ceux des autres insectivores. Pour répondre à sa fonction essentielle, le creusement, le PA se résume à une face palmaire globalement rectangulaire et porteuse à l'avant de très fortes griffes en complète disproportion avec les dimensions de l'animal. De plus, la patte avant est affectée d'une rotation qui repousse la face inférieure du pied vers l'extérieur. L'animal prend donc appui sur la partie située sur l'extrémité antérieure du PA. C'est pourquoi l'empreinte se résume en général à une virgule pointillée dont chaque trou marque l'extrémité d'une griffe. Le PA atteint une longueur de 30 mm. Le PP, plus fin, paraît plus allongé, mais sa longueur varie seulement entre 13 et 25 mm.

On ne peut guère parler d'allure pour la taupa. Toutefois, lorsque nous avons l'opportunité d'examiner une piste, le PP se situe toujours assez loin derrière le PA.

L'impression des pieds de la taupa exige un substrat meuble, mais les mœurs de l'animal, qui l'écartent de la surface du sol, rendent la découverte de ses pistes plus qu'aléatoires.

L'examen d'une éventuelle piste révèle une allure atypique résultant d'une progression rampante. Il arrive que le corps de l'animal soit visible.

Les données recueillies sur l'espèce la plus commune chez nous, la taupe d'Europe, sont tout à fait extrapolables aux deux autres espèces.



Les taupes (talpidés) passant le plus clair de leur temps sous terre, il est rare d'observer leurs empreintes. Sur ce cliché, notez la largeur inhabituelle du pied avant, muni de fortes griffes témoignant d'une adaptation au fouissage. Notez aussi la marque laissée par le corps de l'animal.

Clés de détermination des empreintes d'insectivores

Espèce	Longueur PA	Largeur PA	Longueur PP	Largeur PP
Hérisson	2 à 3 cm	1,8 à 2,9 cm	3,5 à 4 cm	2 à 2,9 cm
Soricidés	Non connue	Non connue	0,8 à 18 cm	0,5 à? cm
Desman	Non connue	Non connue	1,5 à 2,2 cm	1,8 à 2 cm
Taupe	Sans objet	Sans objet	1,3 à 2,5 cm	Jusqu'à 2 cm

Empreintes de lagomorphes, limites des connaissances et clés de détermination

Les lagomorphes présents en Europe comptent 4 espèces : le lièvre brun, le lièvre variable, le lapin de garenne et le lapin de Floride introduit en zone méditerranéenne.

Le lièvre brun et le lapin de garenne sont assez largement répandus, le lièvre variable habite essentiellement l'arc alpin et les pays scandinaves.

Ces espèces ont en commun un pouce réduit dans des proportions telles que celui-ci n'apparaît quasiment jamais dans l'empreinte. Aussi présentent-elles des pieds à 4 doigts.

Lièvre brun et lapin ont des pieds assez semblables, et leur confusion ne peut concerner que des pisteurs inexpérimentés. En cas de doute, il faut savoir qu'une empreinte de lièvre adulte est recouverte aux deux tiers par une boîte d'allumettes de petit format, alors qu'une empreinte de lapin de garenne est entièrement recouverte.



Piste de lièvre sur neige. La voie est caractéristique, en «Y» plus ou moins allongé en fonction de la vitesse. Ce sont les deux PP qui sont en avant.



Piste de lapin de garenne sur sable. L'apparence de la voie étant identique à celle du lièvre, seules les dimensions plus réduites de la voie et des pieds permettent de distinguer ces espèces. Une boîte d'allumettes de petit format recouvre en totalité un pied de lapin, alors qu'elle ne recouvre que les deux tiers d'un pied de lièvre.

Les empreintes de pied des lagomorphes sont assez bien connues, et la forme des pistes qu'ils laissent aide grandement à la détermination. Les domaines inconnus sont relativement réduits. Il est impossible de déterminer avec certitude le mâle de la femelle d'après le pied. Dans les zones de cohabitation, le pied du lièvre brun et celui du lièvre variable sont assez semblables. Le pied du second est un peu plus petit, mais cela n'est guère utilisable. Sur neige, le pied du lièvre variable présente une disposition des pelotes qui nous sont apparues plus écartées les unes des autres. Il faut un bon œil et une grande habitude pour déceler cela.

La différence du pied entre lapin et *Sylvilagus* est très délicate, voire impossible.

Lièvre brun (*Lepus europaeus* ou *L. capensis*)

Le PA du lièvre laisse une empreinte de forme générale ovalaire. Les griffes, quand elles apparaissent à l'avant, sont fines et de longueur identique. La face palmaire porte 4 pelotes digitales.

Le PP est plus allongé et plus fin que le PA. La pelote plantaire est susceptible d'apparaître dans de bonnes impressions sur le PP.

- Longueur du PA = 4 à 5,2 cm ; largeur du PA = 3 cm.
- Longueur du PP = 5,5 cm à 7 cm ; largeur du PP = 2,5 cm à 5,5 cm.

Il n'est pas possible de déterminer le sexe à partir du pied.

Dans l'ensemble, le pied du lièvre s'imprime bien sur un substrat favorable. Le dessin des pelotes est assez fréquemment brouillé par les poils. Le meilleur substrat pour observer les griffes est la neige.

Sur la boue et la neige, les dimensions des pieds sont agrandies, car l'animal les écrase à la recherche du meilleur appui possible. Les doigts sont alors très écartés, alors qu'au contraire sur terrain dur l'animal se déplace comme un digitigrade et ne laisse que la marque de ses griffes.

Les pistes du lièvre sont toujours les mêmes, quelle que soit la vitesse de déplacement. Cela tient au fait que dans tous les cas l'animal procède par bonds. La piste classique présente les deux PP en avant dans la voie. Les deux PA sont posés en arrière et plus ou moins alignés l'un sur l'autre. L'aspect de cette piste est caractéristique : elle évoque un «Y». Plus la vitesse augmente, plus la piste s'étire, les pieds s'écartent, notamment les deux PP à l'avant.

Une voie caractéristique et rare présente les deux PA légèrement en avant des deux PP.

Cette disposition des pieds traduit l'arrêt de l'animal. Si la halte se prolonge, l'animal s'assied et, sur la neige par exemple, la trace du corps est très nette.

Lorsque le lièvre broute, les bonds sont très réduits. Dans ce cas, les 4 pieds se posent quasiment sur la même ligne. Plus exactement, les deux PA sont au centre de la ligne, les deux PP sur l'extérieur sont écartés et légèrement en avant des PA.

Le suivi d'une piste de lièvre permet de déceler les arrêts alimentaires et la totalité des endroits qui ont retenu l'attention de l'animal.

Une piste de lièvre qui a été poursuivi comporte de nombreux crochets, des allées et retours et des changements de direction.

Lièvre variable (*Lepus timidus*)

Tout ce que nous avons dit à propos du lièvre brun est valable pour le lièvre variable à ceci près que dans la neige, les doigts peuvent s'écarter, et la largeur d'un PP peut atteindre 10 cm !

Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*)

Excepté la taille, le pied du lapin de garenne est identique à celui du lièvre. Le sexe n'est pas déterminable.

- Longueur du PA = 2,7 à 3,5 cm ; largeur du PA = 2 à 2,5 cm.
- Longueur du PP = 3,5 à 4 cm ; largeur du PA = 2 à 2,5 cm.

Les griffes sont en général apparentes.

L'impression du pied est très variable en fonction du substrat. Comme le lapin ne pose pas toujours la totalité du PA, la plus grande longueur du PP apparaît nettement. Sur des substrats mous ou pentus, le PA et le PP s'élargissent. Durant des courses rapides, le PA peut ne pas marquer, alors que le PP qui ne touche pas le sol entièrement ressemble au PA.

Le lapin de garenne utilise le bond pour tous ses déplacements. Aux allures les plus lentes, la piste est en quelque sorte disposée en oblique par rapport à l'axe de la marche. Le PG est légèrement derrière l'AG, l'AD, légèrement en arrière du PD, cette position étant quasiment celle de l'arrêt.

Quand la vitesse augmente, les deux PP passent devant et les deux PA derrière eux tendent à s'aligner. Comme chez le lièvre, à très grande vitesse la piste s'allonge, les PP loin devant s'éloignent l'un de l'autre.

Lapin de Floride (*Sylvilagus floridanus*)

Cette espèce introduite sur le pourtour méditerranéen est de taille légèrement inférieure à notre lapin de garenne. Elle laisse des empreintes de pieds un peu plus petites. Pour le reste, les observations réalisées sur le pied du lapin de garenne peuvent être rapportées au *Sylvilagus*.

Clés de détermination des empreintes des lagomorphes

Espèce	Longueur PA	Largeur PA	Longueur PP	Largeur PP
Lièvre	4 à 5,2 cm	2,8 à 3,1 cm	5,5 à 7 cm	2,5 à 5,5 cm*
Lapin	2,7 à 3,5 cm	2 à 2,5 cm	3,5 à 4 cm	2 à 2,5 cm

* La largeur sur neige peut atteindre 8 cm, voire 10 cm chez le lièvre variable.

Empreintes de rongeurs, limites des connaissances et clés de détermination

Les empreintes des rongeurs sont aussi variées d'aspect que le sont les différentes espèces concernées. Entre un minuscule campagnol roussâtre et un gros castor, la différence est énorme. Elle l'est également du point de vue de leurs empreintes de pieds.

Globalement, nous allons distinguer deux grands types d'empreintes : celles des rongeurs de grande et moyenne taille et celles des petits rongeurs. 11 espèces présentent des pieds identifiables, les autres dites « petits rongeurs » ne peuvent pas être distinguées par ce moyen. Les rongeurs de grande taille ont tous des empreintes en forme de main, avec des doigts nettement individualisés. Le porc-épic pose ses pattes de telle manière que dans certaines conditions d'impression elles évoquent un peu celles du blaireau.

La détermination du sexe n'est pas possible.

Les empreintes des rongeurs sont différenciables par le nombre de doigts aux PA.

Certaines sont palmées, d'autres non.

Les voies et pistes présentes de très grandes similitudes pour toutes les espèces. Les griffes plus ou moins marquées sont visibles.

Porc-épic (*Hystrix cristata*)

Les pieds ont chacun 5 doigts non palmés. Ils sont grands, même si leurs dimensions sont très variables. Les griffes sont fortes et laissent une bonne empreinte. La détermination du sexe n'est pas possible.

- Longueur du PA = 6 à 10 cm ; largeur du PA = 5 à 9 cm.
- Longueur du PP = 9 à 12 cm ; largeur du PP = 7 à 9 cm.

L'enregistrement du pied du porc-épic est moins simple que ne le suggèrent ses dimensions et la taille de l'animal. Cela tient en partie à la souplesse de la face plantaire. Dans une voie, il est possible de trouver des empreintes à seulement 4 doigts, voire 3. Dans un substrat très mou, la patte s'enfonce entièrement, donnant une d'empreinte du type plantigrade.



Le porc-épic utilise trois allures : la marche, le trot et le galop. À la marche, le PP vient recouvrir le PA sans jamais le déborder vers l'avant. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, la séquence est soit identique, AG/PG AD/PD, soit à allure assez rapide, PG/AG PD/AD, quand il y a un recouvrement sur l'avant de l'empreinte. Au galop, la disposition est la même que dans le cas du trot rapide, mais les pieds s'individualisent (PG-AG PD-AD).

Le pied du porc-épic, le plus large parmi les rongeurs, produit une empreinte qui, dans de bonnes conditions, peut évoquer celle du blaireau. Toutefois, les griffes ne sont jamais aussi longues et le doigt n° 1 est plus décalé sur le côté de la pelote plantaire.

Castor (*Castor fiber*)

Il y a une très grande différence de taille entre le PA et le PP, qui est nettement plus grand. Les PP ont une palmure qui apparaît dans les empreintes. La distinction des sexes n'est pas possible.

- Longueur du PA = 5,1 à 6 cm ; largeur du PA = 4,3 à 6,5 cm.
- Longueur du PP = 9,5 à 17 cm ; largeur du PP = 8,9 à 10,1 cm.

L'impression du pied est rarement bonne en dépit de ses dimensions. Les PP larges répartissent trop bien le poids. Sur des sols de malléabilité moyenne, il arrive que certains doigts ne marquent pas. Une empreinte enregistrée sur un bon substrat comprend les 5 doigts en éventail, avec griffes apparentes. La palmure du PP peut également être observable.

Sur des rochers au fond des cours d'eau, les passages répétés enregistrent la trace des griffes.





Les voies et pistes du castor sont rares, car l'animal se déplace souvent dans l'eau. Le castor marche lentement.

Les PP recouvrent les PA par l'arrière, parfois les pieds se recouvrent exactement. Séquence : AG/PG AD/PD.

Un déplacement très lent laisse des empreintes avec le PP légèrement en arrière du PA ne le recouvrant pas. Séquence : AG-PG AD-PD.

Il faut noter que dans le cas du castor la voie large excède parfois les 20 cm.

À allure rapide, les PP viennent se placer devant les PA ou les recouvrent légèrement par l'avant.

Le pied du castor est le plus grand des rongeurs européens, le PP atteignant 17 cm de long. Les doigts marquent bien, les griffes apparaissant de manière plus ou moins nette. Même lorsque le talon est bien enfoncé, il est rare que la palmure souple marque.

Ragondin (*Myocastor coypu*)

Les pieds évoquent ceux du castor, mais sont de taille plus réduite. Il existe entre le PA et le PP une grande différence de taille. Le PP est palmé. Les griffes sont apparentes. Les pelotes apparaissent mieux sur boue fine que dans un substrat épais. La détermination du sexe n'est pas possible.

- Longueur du PA = 4,5 à 6 cm ; largeur du PA = 3 à 5 cm.
- Longueur du PP = 5 à 10 cm ; largeur du PP = 5,5 à 8 cm.

L'impression des pieds du ragondin s'opère dans les mêmes conditions que pour le castor. Les doigts 1 et 2 marquent souvent un peu moins que les autres. Les griffes sont bien visibles, les pelotes marquent moins que celles du castor.

Le ragondin utilise surtout une marche lente, au cours de laquelle les PP



Le pied du ragondin produit une empreinte à 5 doigts dans de bonnes conditions. Il n'est pas rare que seulement 4, voire 3 doigts apparaissent. Sur ce cliché, notez que la netteté de l'enregistrement permet l'examen des pelotes, ce qui est très rare pour cette espèce.

viennent recouvrir les PA. Ils ne les recouvrent pas vers l'avant. Séquence : AG/PG AD/PD.

En fuite, le ragondin laisse des pistes de bonds.

La trace sinueuse de la longue queue cylindrique marque sur des sols humides.

Rat musqué (*Ondatra zibethicus*)

Le rat musqué possède 5 doigts au PA et au PP. Toutefois, considérant l'empreinte nous noterons seulement 4 doigts au PA, le pouce réduit ne marquant pas. C'est la seule espèce avec 4 doigts au PA qui soit munie d'une palmure. La différence PA/PP reste nette, mais est moins importante que chez le castor et le ragondin. Les griffes assez fortes sont apparentes. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 3,3 à 3,6 cm ; largeur du PA = 2,5 à 3,6 cm.
- Longueur du PP = 5,4 à 7,2 cm ; largeur du PP = 3,2 à 5,9 cm.

Le pied s'imprime bien sur les substrats mous, fréquents dans son environnement. Il peut arriver que le pouce du PA marque.

Le rat musqué marche ou bondit.

À la marche, la voie montre un recouvrement des PA par les PP mais par l'arrière, et les deux pieds demeurent visibles. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au bond, les pieds peuvent se regrouper quasiment sur une seule ligne, les PP étant alors situés à l'extérieur et légèrement en avant des PA. Séquence : PG-AG PD-AD.

Écureuil d'Europe et écureuil gris (*Sciurus vulgaris* et *S. carolinensis*)

Les empreintes de l'écureuil d'Europe sont des traces de main avec 4 doigts au PA et 5 doigts au PP. La différence de taille entre PA et PP est faible. Les griffes marquent.

La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 2,8 à 4 cm ; largeur du PA = 1,9 à 2,5 cm.
- Longueur du PP = 3,6 à 6 cm ; largeur du PP = 2,2 à 3,5 cm.

Le PA laisse une bonne empreinte nette, le PP laisse également une empreinte avec des doigts apparents, mais les 3 médians marquent souvent mieux que les 2 externes.

L'animal est léger, et ses pieds ne marquent que sur des substrats favorables. Il ne marque ni sur des sols durs ni sur des sols à faible cohésion. Sur la neige, le pied est idéal quand les bonnes conditions sont présentes (fine couche).

L'écureuil ne se déplace que par bonds, ce qui simplifie le problème des voies et allures.



Voie d'écureuil composée des deux PA en arrière nettement plus petits que les deux PP situés à l'avant.



La voie typique présente des PP légèrement en avant et à l'extérieur des PA. Les pieds sont groupés sans recouvrement. Séquence : PG AG PD AD ou PG PD AG AD.

Plus l'allure est rapide, plus la distance entre les voies s'allongent en même temps que s'agrandit la distance entre PA et PP. Deux voies peuvent être séparées par 1,30 m (Abruzzes, 2001).

Marmotte des Alpes (*Marmota marmota*)

Le pied de la marmotte laisse une empreinte de main avec 4 doigts au PA et 5 doigts au PP. Le PP est assez nettement plus grand que le PA. La détermination du sexe n'est pas possible.

- Longueur du PA = 5,5 à 6,3 cm ; largeur du PA = 3,5 à 4 cm.
- Longueur du PP = 6,5 à 8 cm ; largeur du PP = 4 à 5,5 cm.

L'impression du pied est bonne sur substrat favorable – terre humide –, mais empreintes et pistes sont rares, car l'habitat de la marmotte compte peu de secteurs favorables à son enregistrement. Les meilleurs examens de pieds sont réalisés sur les névés quand ceux-ci entourent encore le terrier.

La marmotte utilise essentiellement le bond, et sa voie présente donc des PP en avant des PA quelle que soit sa vitesse. Nous noterons seulement un étirement de la voie. Séquence : PG-AG PD-AD. Comme toutes les voies de bonds, celle de la marmotte est assez large. En neige épaisse et molle, le corps de la marmotte peut marquer.

À allure très lente, les 4 pieds sont quasiment alignés sur un même plan.

Loir et loir d'Ognev (*Glis glis* et *Myomimus roachi*)

Les pieds laissent de petites empreintes de mains avec 4 doigts au PA et 5 doigts au PP. Le PP est nettement plus grand que le PA. Le PA avec des doigts très écartés peut apparaître plus large que long. Les griffes ne marquent pas systématiquement. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 1,9 à 2,2 cm ; largeur du PA = 1,9 à 2,3 cm.
- Longueur du PP = 3,1 à 4 cm ; largeur du PP = 2 à 2,5 cm.

Cette espèce est légère, l'impression de son pied exige donc des circonstances très particulières. Une boue ou une neige très fines sont des substrats idéaux. Dans de vieilles bâtisses, une fine couche de poussière peut conserver de bonnes empreintes. Les griffes sont si petites qu'elles marquent exceptionnellement.

Voie de marmotte. Sur ce cliché, les PP sont situés en avant des PA, position classique chez les sciuridés. L'état de la neige (proche de l'état de fusion) a partiellement gommé la différence de taille entre les PP et PA.



Le loir se déplace en utilisant la marche ou le bond. À la marche, on constate que ses PP se placent derrière les PA et s'alignent sur eux. Séquence : PG-AG PD-AD. Au bond, les PP et les PA se positionnent sur un même niveau, les PP étant à l'extérieur.

Les empreintes de pieds des trois espèces suivantes sont très semblables à celles du loir, à l'exception de leurs dimensions.

Lérot (*Eliomys quercinus*)

- Longueur du PA = 2 à 2,5 cm ; largeur du PA = 1,9 à 2,6 cm.
- Longueur du PP = 2,3 à 3,2 cm ; largeur du PP = 1,9 à 2,4 cm.



Les gliridés laissent peu d'empreintes du fait de leurs mœurs et de leur légèreté. Sur ce cliché de pied de lérot, seuls 4 doigts marquent.

Lérotin (*Dryomys nitedula*)

- Longueur du PA = 1,9 à 2,4 cm ; largeur du PA = 1,9 à 2,5 cm.
- Longueur du PP = 2,3 à 3 cm ; largeur du PP = 1,9 à 2,4 cm.

Muscardin (*Muscardinus avellanarius*)

Longueur du PA = 0,8 à 1 cm ; largeur du PA = environ 0,8 cm.
Longueur du PP = environ 1,5 cm ; largeur = 1 à 1,1 cm.

Les dimensions des pieds des gliridés peuvent créer une confusion avec ceux de certains petits rongeurs. En fait, chez les gliridés, les 5 doigts sont de longueurs à peu près égales, alors que chez les autres espèces, les doigts 1 et 5 sont plus courts.

Pour le reste, tout ce qui a été dit des voies et allures du loir est valable pour les autres gliridés.

Grand hamster (*Cricetus cricetus*)

Les longs doigts du grand hamster sont au nombre de 5 par pied, mais en général les pouces ne marquent pas. Les griffes sont visibles et il existe une grande différence de taille entre le PA et le PP.

Le sexe n'est pas déterminable.

- Longueur du PA = 1,3 à 1,6 cm ; largeur du PA = 0,8 à 1,1 cm.
- Longueur du PP = 3 à 3,6 cm ; largeur du PP = 1 à 1,5 cm.

Les voies et pistes du grand hamster sont semblables à celles du loir, mais elles sont très rares du fait des mœurs de ce rongeur ainsi que de sa légèreté.



Clés de détermination des empreintes des rongeurs

Espèce	Longueur PA	Largeur PA	Longueur PP	Largeur PP	Palmure
Porc-épic	6 à 10 cm	5 à 9 cm	9 à 12 cm	7 à 9 cm	Non
Castor	5,1 à 6 cm	4,3 à 6,5 cm	9,5 à 17 cm	8,9 à 10 cm	Oui
Ragondin	4,5 à 6 cm	3 à 5 cm	5 à 10 cm	5,5 à 8 cm	Oui
Rat musqué	3,3 à 3,6 cm	2,5 à 3,6 cm	5,4 à 7,2 cm	3,2 à 5,9 cm	Oui
Écureuil	2,8 à 4 cm	1,9 à 2,5 cm	3,6 à 6 cm	2,2 à 3,5 cm	Non
Marmotte	5,5 à 6,3 cm	3,5 à 4 cm	6,5 à 8 cm	4 à 5,5 cm	Non
Loir	1,9 à 2,2 cm	1,9 à 2,3 cm	3 à 4 cm	2 à 2,5 cm	Non
Lérot	2 à 2,5 cm	1,9 à 2,6 cm	2,3 à 3,2 cm	1,9 à 2,4 cm	Non
Lérotin	1,9 à 2,4 cm	1,9 à 2,5 cm	2,3 à 3 cm	1,9 à 2,4 cm	Non
Muscardin	0,8 à 1 cm	+ ou - 0,8 cm	1,5 cm	1 à 1,1 cm	Non
Grand hamster	1,3 à 1,6 cm	0,8 à 1,1 cm	3 à 3,6 cm	1 à 1,5 cm	Non

On notera que si des problèmes de détermination surgissent, l'ichnologue considère en données additives le nombre de doigts, mais également des questions de répartition des espèces. Par exemple, parmi les 11 espèces du tableau, seules 4 ont des longueurs de PA situées entre 5 et 10. Mais le porc-épic ne voisine jamais avec la marmotte et le castor. La marmotte montagnarde ne voisine avec aucune des autres espèces, etc.

Les traces des petits rongeurs

Cette appellation générique englobe les campagnols, mulots, rats et souris. Toutes ces espèces laissent des empreintes de petites dimensions, en forme de main avec 4 doigts au PA et 5 doigts au PP.

Il est impossible de déterminer le sexe. Dans l'empreinte du PP, les doigts 1 et 5, plus courts, mettent en évidence les doigts médians. La différence de taille entre le PA et le PP est très variable selon les espèces.

- Longueur du PA = 0,8 à 1,3 cm ; largeur du PA = 0,8 à 1 cm.
- Longueur du PP = 1,5 à 2,7 cm⁽²⁾ ; largeur du PP = 1 à 1,5 cm.

L'impression du pied est en général mauvaise, les bonnes conditions étant rarement réunies. De toute manière un grand nombre de petits rongeurs ont un PP de longueur avoisinant les 1,7 cm, et il serait très délicat de les déterminer. Une espèce anthropophile comme la souris grise (*Mus musculus*) peut laisser de belles empreintes sur la fine couche de poussière recouvrant poutre ou parquet dans les

2. Dans le cas du rat noir (*Rattus rattus*) et du surmulot (*Rattus norvegicus*), les empreintes ont une longueur comprise entre 2,7 et 3,5 cm. Les PP de ces deux espèces mesurent environ 4 cm de long, mais les empreintes sont un peu plus courtes du fait du poids léger de ces animaux (suppression de l'écrasement).

greniers. L'examen des voies et pistes est quasiment impossible eu égard à leur mauvais enregistrement et à leur petitesse.



Pieds de campagnol amphibie. Ils sont parmi les plus grands que l'on puisse trouver dans le groupe des petits rongeurs, et leur impression est très dépendante de la qualité du substrat. La boue fine, la neige, voire la poussière des greniers peuvent conserver de belles empreintes.

Empreinte de carnivores, limites des connaissances et clés de détermination

Les carnivores varient par leur aspect, leur taille et leur morphologie, la gamme allant de la belette à l'ours brun. Les traces de leurs pieds varient en proportion. Tous ont en commun de laisser des empreintes avec pelotes digitales, une seule espèce présentant une palmure.

Les pieds des mustélidés ne posent aucun problème de détermination *a priori*. Ceux de la genette sont bien connus malgré la variabilité de l'empreinte. Les pieds des herpestidés sont aussi bien connus; ceux des procyonidés ne posent aucun problème, à la différence des félidés, en raison d'une détermination parfois difficile entre chat sauvage et chat domestique. Les lynx et la panthère présentent des pieds qui peuvent évoquer ceux des canidés lorsque marquent les griffes. Les pieds des ursidés sont bien connus.

En dépit de quelques difficultés, les traces de pied des carnivores sont toutes déterminables.



Les mustélidés

Ils ont des pieds à 5 pelotes digitales avec griffes apparentes. Les pelotes carpiennes sont assez souvent visibles. Le PP est plus grand que le PA. À l'exception du glouton, du blaireau et de la loutre, toutes les voies laissées par les mustélidés sont des voies de bonds. Il n'existe aucune voie type, mais une grande variété de déclinaisons de leur déplacement par bond.

Les séquences suivantes correspondent à quelques voies de bonds parmi les plus fréquemment relevées : le PP de part et d'autre de l'axe de déplacement, le PA correspondant placé derrière. Séquence : PG-PD AG-AD.

Position des pieds comme ci-dessus mais avec les PA devant. Séquence : AG-AD PD-PD.

Les deux PP sont situés à l'avant de part et d'autre de l'axe de déplacement. Les PA sont alignés l'un derrière l'autre sur l'axe de déplacement. La voie évoque alors celle d'un minuscule lagomorphe. Séquence : PG-PD AG AD.

Un PA situé en tête de voie suivi par un PA et un PP alignés, situés sur l'autre côté de l'axe de marche; enfin un PP en queue de voie aligné sur le premier PA. Séquence : AG AD PD PG.

À ces voies à 4 empreintes, il faut ajouter celles qui n'en présentent que 3. Dans ce cas, lors du bond, le corps subit une rotation et un PP va recouvrir le PA opposé alors que les deux autres pieds conservent une empreinte séparée. Séquence : AG-AD et PG PD (AD et PG se regroupant en une seule empreinte).

Les PP et les PA se recouvrent totalement, déterminant des voies à 2 empreintes. Séquence : AG/PG AD/PD (les pieds étant groupés 2 à 2 dans une seule empreinte).

Les pieds des espèces de mustélidés sont souvent très proches en aspect et en dimensions. Toutefois, sur des espèces aussi petites les différences de dimension s'observent très bien.



Les pieds des mustélidés s'impriment bien en général, sauf le cinquième doigt qui est réduit et souvent rejeté vers l'arrière de l'empreinte. Un pied de putois aussi net est assez rare.

Glouton (*Gulo gulo*)

Il laisse les plus grandes empreintes du groupe. Il a 5 pelotes digitales au PP et au PA, une pelote plantaire large et carpienne bien développée. Les pelotes larges ovales sont disposées en arc de cercle autour de la pelote plantaire. Les écartements interdigitaux sont moyens, l'écartement digito-plantaire est important. Les griffes fortes apparaissent dans l'empreinte, elles peuvent même en être le seul élément visible. Il n'est pas possible de déterminer le sexe.

- Longueur du PA = 8 à 12 cm ; largeur du PA = 7 à 11 cm.
- Longueur du PP = 8 à 15 cm⁽³⁾ ; largeur du PP = 6,5 à 11 cm.

Sur substrat favorable, l'impression est bonne. La pelote carpienne est parfois observable, mais son examen est gêné (comme celui de la face plantaire) par la pilosité des pieds.

Quand le glouton marche, le PP recouvre le PA, mais reste en léger retrait. Séquence : AG/PG AD/PD. Au trot, le PP recouvre le PA sur l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au galop, les pieds s'individualisent et la voie offre en alternance un PP et un PA. Séquence : PG AG PD AD. À très grande vitesse, le PD se rapproche du PG au point de dépasser le PA, qui était intercalé entre les deux dans la séquence précédente. Séquence : PG PD AG AD.

Blaireau (*Meles meles*)

Ses empreintes de pieds ont 5 pelotes au PA et au PP. Les pelotes digitales et plantaires sont bien visibles. Les griffes puissantes (adaptées au fouissage) marquent bien. La détermination du sexe n'est pas possible.



Pied de blaireau entier. Impression sur boue ayant gelé après le passage de l'animal. Les griffes sont apparentes. On peut distinguer la pelote plantaire.



Pied de blaireau sur neige. Les griffes marquent, la superposition des empreintes traduit un trot rapide.

3. Si le talon marque, la longueur du PP peut atteindre 18 cm.



- Longueur du PA = 5,5 à 8 cm ; largeur du PA = 4 à 6 cm.
- Longueur du PP = 5,5 à 8,5 cm⁴ ; largeur du PP = 3,5 à 5,5 cm.

L'impression est une des meilleures de toutes les espèces traitées, l'empreinte s'imprimant plus ou moins entièrement selon les substrats. Sur tout substrat meuble, griffes et pelotes s'impriment. Sur sol dur, il arrive que seules les griffes marquent. Dans des cas particuliers, deux ou trois griffes seulement marquent (le suivi d'une piste peut même révéler la présence du pied par un seul trou de griffe ; détail « invisible » sur un pied unique).

Au pas, le PP recouvre le PA par l'arrière, ce recouvrement pouvant être quasiment parfait. Séquence : AG/PG AD/PD. Le trot, assez rare, entraîne un recouvrement du PA par le PP vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD. Au galop, les pieds se séparent nettement, mais les deux PP ne sont jamais à l'avant ensemble. Dans ce cas, le premier PA s'intercale entre le premier et le second PP. Le dernier PA restant en arrière, nous avons une séquence originale. Séquence : PG AG-PD AD. Au bond, les PP se placent devant les PA.

Loutre (*Lutra lutra*)

Ses empreintes de pieds ont 5 pelotes disposées en éventail au PA et au PP. Une palmure est présente. Les griffes sont apparentes. Les écartements interdigitaux sont moyens et l'écartement digito-plantaire, important. Une détermination sûre du sexe est délicate.

- Longueur du PA = 5,2 à 6,5 cm ; largeur du PA = 5,5 à 6,5 cm⁵.
- Longueur du PP = 6,9 à 8,9 cm ; largeur du PP = 5,8 à 8 cm.

Les pieds de la loutre s'impriment bien quand le substrat, terre ou vase, est suffisamment humide. Toutefois, il est exceptionnel que la précision de lecture dépasse le niveau de la pelote plantaire. Le pied idéal peut être examiné sur une fine couche de neige fraîche. Sur un substrat ferme, le pouce ne marque plus et l'empreinte présente 4 pelotes. Il faut souligner la particularité d'une empreinte dans de la vase molle. Au premier stade, le pied est élargi et paraît énorme. Si le substrat durcit les dimensions se réduisent, le pouce cesse de marquer et le talon disparaît. Nous sommes donc passés d'un pied allongé à 5 pelotes avec palmure à un pied plus court à 4 pelotes et non palmé. D'où la nécessité du sérieux en ichnologie.

En synthèse, l'aspect et la taille de l'empreinte de loutre présentent une forte courbe de variation liée à la souplesse du pied et à la nature du substrat. Aux deux extrémités de la courbe, les valeurs mesurées sont sur ou sous-estimées.

À la marche, le PP se pose derrière le PA correspondant. Les deux pieds gauches et les deux pieds droits se posent à gauche et à droite de l'axe de marche, d'où une séquence : AG-PG AD-PD.

Au trot (rare), les PP recouvrent les PA. Le mode de recouvrement variant en fonction de la vitesse, nous aurons les séquences suivantes (vitesse croissante) :
– AG/PG AD/PD (recouvrement par l'arrière) ;

4. Comme pour le glouton, la fausse plantigradie du blaireau entraîne la très fréquente non-impression du talon. Quand le talon s'imprime, la longueur du PP peut atteindre 12 cm.

5. Du fait de la disposition en éventail des pelotes digitales, les largeurs de pieds sont quasiment aussi importantes que les longueurs.



- AG/PG AD/PD (recouvrement quasi parfait);
- PG/AG PD/AD (recouvrement sur l'avant).

Au bond en général, les pieds sont groupés deux par deux, les PA devant les PP. Certaines pistes montrent l'alternance du PA et du PP. Dans d'autres nous noterons la superposition d'un PA et d'un PP. Cas remarquable : une voie composée de pistes à 3 pieds, un PA et un PP se recouvrant parfaitement, les deux autres pieds restant séparés, un devant, un derrière.

Pieds de loutre sur sable. Il faut une vase très meuble ou une bonne neige pour que la palmure apparaisse dans l'empreinte.

Martre des pins (*Martes martes*) et zibeline (*M. zibellina*)

Ses empreintes de pieds présentent 5 pelotes au PA et au PP. Les griffes sont apparentes. La pelote plantaire est très éloignée de la carpienne. Les pelotes digitales sont disposées en arc de cercle assez fermé, bien en avant de la pelote plantaire. Il n'est pas possible de déterminer le sexe.

- Longueur du PA = 3 à 4,5 cm ; largeur du PA = 3 à 3,5 cm.
- Longueur du PP = 4 à 6 cm ; largeur du PP = 3,1 à 5,8 cm.

Sur substrat meuble ou enneigé, le pied s'imprime bien. Les contours internes du pied sont en partis voilés par la pilosité présente entre les pelotes digitales et plantaire. Les griffes s'impriment bien alors que la pelote carpienne n'apparaît que dans 20 % des cas.

La marche est peu utilisée, le PP se pose derrière le PA. Séquence : AG-PG AD-PD.

Pour le reste, la martre utilise systématiquement le bond sans qu'il soit possible à l'heure actuelle de déterminer si la variété des voies observables est liée à des facteurs externes ou relève d'un choix, voire du seul hasard.

Pour les voies de bonds de la martre, se reporter au paragraphe sur les mustélidés. Tout ce qui vient d'être dit ici est transposable à la martre zibeline.

À l'heure actuelle, il est extrêmement difficile de différencier le pied de la martre de celui de la fouine. Les dimensions du pied de *Martes martes* sont un peu supé-

rieures, mais dans une proportion si faible que ce critère n'est guère utilisable. La grande pilosité (hivernale surtout) qui apparaît dans la trace de la martre est un critère fiable, sous réserve d'examiner une trace de très bonne qualité. Dans ce cas, l'expérience de l'ichnologue sera déterminante.

Fouine (*Martes foina*)

Les empreintes de pieds présentent 5 pelotes au PA et au PP. Les griffes sont apparentes. La pelote plantaire est très éloignée de la carpienne. Les pelotes digitales sont disposées en arc de cercle assez fermé, bien en avant de la pelote plantaire. Il n'est pas possible de déterminer le sexe.

- Longueur du PA = 3 à 4,5 cm ; largeur du PA = 3 à 3,5 cm.
- Longueur du PP = 4 à 6 cm ; largeur du PP = 3 à 5 cm.



Pied de fouine. Très bonne impression sur neige : les doigts, les griffes et une partie des pelotes sont nets.



Dans des conditions quasi similaires, les pieds de la martre demeurent toujours plus flous que ceux de la fouine. Les détails de l'empreinte sont moins visibles.

Les conditions d'impression sont identiques à celles du pied de la martre. Sur une bonne empreinte, il est visible que la pilosité observée entre les pelotes chez la martre manque, permettant une meilleure impression des contours. C'est le seul critère de détermination entre les deux espèces.

Nous n'avons pas pu établir si la fouine utilise la marche. Si c'est le cas, ses voies doivent être semblables à celles de la martre.

Pour les voies de bonds, se reporter au paragraphe sur les mustélidés.

Putois (*Mustela putorius*) et putois marbré (*Vormela peregusna*)

Les empreintes de pieds ont 5 pelotes digitales au PA et au PP. Les griffes sont apparentes, la pelote plantaire apparaissant dans la trace et plus rarement la pelote carpienne (PP surtout).

Les pelotes digitales sont disposées en arc de cercle autour et à l'avant de la plantaire. Il n'existe pas de méthode pour déterminer le sexe.

- Longueur du PA = 2,8 à 3,6 cm ; largeur du PA = 2,3 à 3,5 cm.
- Longueur du PP = 3,5 à 4,5 cm ; largeur du PP = 2 à 3,5 cm.

C'est surtout près de l'eau (boue, vase) ou sur la neige que le substrat peut permettre la bonne impression du pied.

Pour les voies de bonds, se reporter au paragraphe sur les mustélidés. Par contre, nous mentionnons une voie de bonds fréquente, dans laquelle le putois groupe ses 4 pieds au sol sur une superficie réduite. Chaque empreinte de pied reste toutefois indépendante.

Les indices du putois marbré sont tout à fait semblables.



Pied de putois remarquablement enregistré dans une boue fine humide qui a séché assez rapidement. Les 5 doigts apparaissent, une partie des griffes à l'avant des pelotes digitales et une partie de la pelote carpienne.



Piste de putois. Nous pouvons constater qu'il est fréquent que tous les pieds d'une seule et même piste ne soient pas aussi nets les uns que les autres.



Vison d'Europe (*Mustela lutreola*)

Les empreintes ont 5 pelotes digitales au PA et au PP. Les griffes sont apparentes. La pelote plantaire marque dans l'empreinte. Les pelotes digitales sont en arc de cercle autour de la pelote plantaire. Les écartements interdigitaux sont de moyens à grands. L'écartement digito-plantaire est important. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 3 à 4 cm ; largeur du PA = 3 à 3,8 cm.
- Longueur du PP = 3,5 à 4,5 cm ; largeur du PP = 3 à 3,5 cm.

Sur les substrats humides qui existent dans les biotopes du vison, son pied s'imprime bien. Les griffes sont toujours apparentes.

Pour les voies de bonds, se reporter au paragraphe sur les mustélidés.

Attention à la confusion possible avec les pieds du putois ou de la fouine.

Hermine (*Mustela erminea*)

Les empreintes ont 5 pelotes digitales au PA et au PP. Les griffes sont apparentes. La pelote plantaire est divisée en 4 parties non reliées, mais ceci n'apparaît pas toujours dans l'empreinte. La pelote carpienne apparaît rarement. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 1,8 à 2,5 cm ; largeur du PA = 1,5 à 2 cm.
- Longueur du PP = 2,5 à 3,5 cm ; largeur du PP = 1,5 à 2,3 cm.

Du fait de la légèreté de cette espèce, les pieds sont rarement bien enregistrés et il faut pour cela un substrat particulièrement favorable. Sur neige fine, l'impression est correcte, la pelote carpienne peut apparaître.

La variabilité des voies de l'hermine est typique de celles des mustélidés. Pour les voies de bonds, se reporter au paragraphe sur les mustélidés.

Belette (*Mustela nivalis*)

Les empreintes de pied ont 5 pelotes au PA et au PP. Les griffes sont apparentes. Le pied de la belette est le plus petit du groupe. La pelote plantaire est divisée en 4 parties indépendantes, ce qui n'apparaît que très rarement dans l'empreinte. Les pelotes digitales sont disposées en arc de cercle à l'avant de la pelote plantaire. Les écartements interdigitaux et digito-plantaire varient de moyens à grands en fonction de l'impression.

- Longueur du PA = 1 à 1,5 cm ; largeur du PA = 1 à 1,2 cm.
- Longueur du PP = 1,5 à 3 cm ; largeur du PP = 1 à 1,2 cm.

L'impression d'un bon pied est aussi rare que dans le cas de l'hermine. Une boue ou une neige fines constituent le meilleur substrat.



Pied de belette. Pour cette espèce, comme pour l'hermine, les pieds sont petits et s'impriment rarement bien. Un doigt manque et les griffes sont absentes.

Pour les voies de bonds de l'hermine, se reporter au paragraphe sur les mustélidés.

Clés de détermination des empreintes de mustélidés

Espèce	4 à 5 pelotes alignées ou en grand arc de cercle	Pelotes en arc de cercle étroit	Longueur PA	Largeur PA	Longueur PP	Largeur PP	Palmure
Glouton	Oui	Non	8 à 12 cm	7 à 11 cm	8 à 15 cm (18 cm)	6,5 à 11 cm	Non
Blaireau	Oui	Non	5,5 à 8 cm	4 à 6 cm	5,5 à 8,5 cm (12 cm)	3,5 à 5,5 cm	Non
Loutre	Oui	Oui	5,2 à 6,5 cm	5,5 à 6,5 cm	6,9 à 8,9 cm	5,8 à 8 cm	Oui
Martre	Oui	Oui	3 à 4,5 cm	3 à 3,5 cm	4 à 6 cm	3,1 à 5,8 cm	Non
Fouine	Oui	Oui	3 à 4,5 cm	3 à 3,5 cm	4 à 6 cm	3 à 5 cm	Non
Putois	Non	Oui	2,8 à 3,6 cm	2,3 à 3,5 cm	3,5 à 4,5 cm	2 à 3,5 cm	Non
Vison	Non	Oui	3 à 4 cm	3 à 3,8 cm	3,5 à 4,5 cm	3 à 3,5 cm	Non
Hermine	Non	Oui	1,8 à 2,5 cm	1,5 à 2 cm	1,5 à 3 cm	1 à 1,2 cm	Non
Belette	Non	Oui	1 à 1,5 cm	1 à 1,2 cm	1,5 à 3 cm	1 à 1,2 cm	Non



Genette (*Genetta genetta*)

Elle est la seule représentante européenne des viverridés.

Les empreintes de pied ont 5 pelotes digitales au PA et au PP. Le pouce marque très en arrière des autres pelotes entre le plan médian de la pelote plantaire et le talon. Les griffes sont semi-rétractables et ne marquent pas toujours. Les écartements interdigitaux sont de moyens à grands. L'écartement digito-plantaire est grand. La détermination du sexe n'est pas possible.

- Longueur du PA = 3,3 à 4,2 cm ; largeur du PA = 2,3 à 2,7 cm.
- Longueur du PP = 3 à 4,1 cm ; largeur du PP = 2,3 à 3 cm.

L'impression du pied de la genette est extrêmement variable. Le nombre de pelotes ou de griffes apparentes peut déconcerter. L'allure féline du pied entraîne des risques de confusion avec le chat. Sur boue fine, le pied ne montre que 4 pelotes digitales. En revanche 5 pelotes apparaissent dans une couche plus épaisse. Sur neige, les critères d'impression sont les mêmes.

Dans les cas de bonne impression, la disposition des pelotes en arc très ouvert évoquent le pied de chat. Les griffes semi-rétractables apparaissent ou pas, et leur nombre varie.

À la marche lente, les PP se placent sur les PA par l'arrière. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, les PP recouvrent les PA avec dépassement vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au trot rapide, les PP dépassent les PA dans la voie. Séquence : PG AG PD AD.

Cas d'impression des empreintes de genette

- Cas n° 1 : empreintes rondes, à 5 pelotes digitales, dépourvues de griffes. Pelotes arrondies de tailles égales pour 4 d'entre elles. Cinquième pelote plus petite, nettement en arrière des autres.

Diagnose : dans cette configuration, seuls les viverridés ont des griffes semi-rétractables.

- Cas n° 2 : empreintes rondes, à 5 pelotes digitales pourvues de griffes. Pelotes arrondies de tailles égales pour 4 d'entre elles. Cinquième pelote plus petite, nettement en arrière des autres.

Diagnose : en tenant compte de la taille, seules quelques espèces de mustélidés présentent des pieds susceptibles de confusion.

Mais les mustélidés concernés laissent une empreinte allongée et ont des pelotes allongées et non arrondies, comme la genette.

- Cas n° 3 : empreintes rondes, à 4 pelotes digitales, dépourvues de griffes. Pelotes larges disposées en large demi-cercle.

Diagnose : en l'absence de piste à examiner, il est très difficile de trancher. Si une voie ou une piste est observable, la position des pieds permettra de trancher.

- Cas n° 4 : empreintes rondes, à 4 pelotes digitales, pourvues de griffes. Pelotes larges disposées en large demi-cercle.



Pied de genette correspondant au cas n° 2. Il a 5 doigts avec des griffes apparentes. En revanche, il a subi une déformation par glissement qui l'a élargi.



Pieds de genette sur neige, sans déformation. Le pied montant à droite apparaît beaucoup moins large, illustrant la variété des empreintes de cette espèce.

Diagnose : seuls les canidés présentent ces caractéristiques d'empreintes. Mais leurs pelotes digitales se groupent en général par deux. Les médianes sont assez rapprochées ou proches, parallèles et orientées dans le sens de la marche. Les latérales se positionnent nettement derrière les médianes et sur l'extérieur. Ceci induit une disposition des pelotes en arc de cercle très fermé (caractéristique de la genette).

Mangouste ichneumon (*Herpestes ichneumon*)

Les empreintes de pieds ont 4 pelotes digitales au PA et 5 pelotes digitales au PP. Les griffes sont assez longues et apparentes. La pelote plantaire est large et présente des concavités sur les côtés. Les écartements inter-digitaux et digito-plantaire sont importants. Les pelotes digitales sont disposées en demi-cercle. La détermination du sexe n'est pas possible.

- Longueur du PA = 2,8 à 3,1 cm ; largeur du PA = 2,7 à 3,1 cm.
- Longueur du PP = 3 à 3,5 cm ; largeur du PP = 2,7 à 3 cm.

Les PA et PP sont très proches par les dimensions, et la différenciation se fera sur le nombre de pelotes. Il n'est pas possible de déterminer le sexe.

L'impression du pied dépend beaucoup du substrat, et dans la zone de répartition de cette espèce ibérique les conditions sont rarement très favorables. Sur un bon substrat l'impression est idéale, mais en général les contours de l'empreinte sont flous. L'usure des griffes peut influencer leur impression.

L'allure la plus courante est un trot rapide. Les PP recouvrent les PA mais jamais en avant. Séquence : AG/PG AD/PD. La piste est assez rectiligne, composée de voies à 2 empreintes.

La mangouste d'Edwards (*Herpestes edwardsi*) présente des pieds identiques mais de tailles différentes.

- Longueur du PA = 2,1 à 2,6 cm ; largeur du PA = 2,1 à 2,5 cm.
- Longueur du PP = 2,8 à 3,2 cm ; largeur du PP = 2,1 à 2,5 cm.



Pieds antérieurs de mangouste ayant cheminé sur une boue fine très humide. Les griffes marquent, l'allure est très rapide. Les empreintes de cette espèce sont rares du fait des substrats présents dans sa zone de distribution et de la rareté des précipitations.

Raton laveur (*Procyon lotor*)

Il présente des empreintes de pieds de type « main » avec 5 longs doigts au PA et au PP. Les doigts sont plus écartés sur le PA que sur le PP. Les griffes sont souvent apparentes, mais ce n'est pas systématique. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 6,4 à 7,2 cm ; largeur du PA = 5,5 à 6,5 cm.
- Longueur du PP = 7,5 à 9 cm ; largeur du PP = 6,5 à 7 cm.

Il n'est pas rare que les valeurs ci-dessus soient dépassées par certains sujets.

L'impression du pied est très variable. En effet, celui-ci est très souple, ce qui implique deux grands cas de figures. L'impression peut donner une empreinte au dessin plein, sans pelotes visibles, ou au contraire un pied dans lequel les pelotes marquent bien.

Tableau des impressions de pied du raton laveur

Substrat mou	Substrat moyen	Substrat dur, humide en surface
Empreinte entière avec 5 doigts, griffes apparentes, pelotes très visibles.	Doigts plus ou moins effacés (voire invisibles), pelotes et griffes encore visibles.	L'empreinte peut marquer sans qu'apparaisse le moindre détail de ses composants, à part les doigts.

Quand le raton marche, les pieds se groupent deux par deux, mais un PA va avoir tendance à se rapprocher du PP du côté symétrique et non homologue. Séquence : AD-PG AG-PD (pour le basculement du corps, voir *Renard*).

À la marche rapide, les pieds se superposent (PP sur PA), phénomène s'accroissant avec l'accroissement de la vitesse.

Les félidés

Les empreintes rondes des félidés pourraient poser de sérieux problèmes de détermination si les espèces étaient plus nombreuses. En Europe, elles se limitent au chat forestier et au lynx, et il est aisé de les analyser. Ces espèces comptent normalement 5 doigts au PA, mais le pouce très réduit ne marque pas.

En règle générale, on ne peut déterminer le sexe. Dans le cas d'animaux lâchés et/ou suivis par télémétrie, on peut reconnaître le sexe. Notons que quand les femelles sont gravides, leurs PP tendent à s'écarter vers l'extérieur, et le sexe est déterminable durant cette période.

Chat forestier (*Felis silvestris*)

Il a des empreintes à 4 pelotes au PA et au PP. Les pelotes sont de rondes à ovales, disposées en arc de cercle moyennement ouvert. La pelote plantaire est de forme vaguement triangulaire. Pas de griffes visibles. La détermination du sexe n'est pas possible.

- Longueur du PA = 3,5 à 4,5 cm ; largeur du PA = 3 à 4 cm.
- Longueur du PP = 3,5 à 4,8 cm ; largeur du PP = 3,2 à 4,5 cm.

Seules la neige ou la boue sont susceptibles de garder une bonne impression. En règle générale, la pelote plantaire est moins bien marquée que les pelotes digitales. Les sols mous favorisent l'écrasement du pied avec écartement des doigts, ce qui donne un aspect en éventail à l'empreinte.

À la marche, les PP viennent se poser devant les PA, les recouvrant légèrement ou non selon les sujets. Sur neige, le PP se pose sur le PA. Séquences : PG-AG PD-AD ou PG/AG PD/AD.

Au trot, le PP vient se poser dans l'empreinte du PA et donne une voie identique. Au bond, la voie est très variable, mais les PP se positionnent toujours devant les PA.



Pied de chat sauvage sur un sol récemment asséché. Les 4 pelotes sont bien visibles et l'absence de griffe notable.

Lynx boréal (*Lynx lynx*) et lynx pardelle (*Lynx pardina*)

Les empreintes sont d'aspect circulaire, avec 4 pelotes au PA et au PP. Les pelotes sont assez larges et arrondies en arc de cercle avec des écartements interdigitaux moyens à grands et un écartement digito-plantaire grand. La pelote plantaire est large et de forme plutôt trapézoïdale.

La pelote correspondant au doigt le plus court est décalée des autres.

Les pelotes digitales médianes ne sont pas alignées sur un même plan, mais légèrement décalées. Les griffes sont absentes. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 5,5 à 7,5 cm ; largeur du PA = 6,3 à 7,3 cm.
- Longueur du PP = 6,5 à 8 cm ; largeur du PP = 6,3 à 8,3 cm.



Des sujets peuvent dépasser ces valeurs, qui correspondent toutefois à une bonne moyenne européenne.

L'impression est bonne sur substrat favorable, les pelotes bien visibles ainsi que la pelote plantaire. La pelote plantaire présente en fait trois lobes, cette division étant visible surtout à l'arrière. Toutefois, cela apparaît rarement dans l'empreinte, l'idéal étant pour cela une fine couche de neige fraîche. Sur substrat glissant, le pied subit une rotation qui affecte peu la pelote plantaire, mais rejette les digitales sur un côté.

Il peut arriver que le lynx qui glisse sorte les griffes pour se cramponner.

Une originalité est à signaler : lorsque le pied est posé à marche lente dans un substrat très meuble, le pied s'enfoncé assez pour que les griffes rétractées apparaissent. Toutefois, elles le font en haut du bord de l'empreinte.

À marche lente, le PP vient se poser juste devant le PA (le recouvrant parfois) ; à marche très lente, il se pose devant le PA sans recouvrement.



À marche très lente, séquence : PG-AG PD-AD.

À marche lente, séquence : PG/AG PD/AD ou PG-AG PD-AD.

À marche normale, le PP se pose sur l'empreinte du PA. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot avec PP recouvrant les PA par l'arrière, séquence : AG/PG AD/PD.

Au galop ou au bond, les PP se placent devant les PA sans recouvrement. Séquence : PG-AG PD-AD.

Piste de lynx sur neige. Les félidés présentent des pieds homogènes et seules les dimensions nous renseignent sur l'espèce. Les griffes ne marquent pas ou très peu. Les pelotes digitales ovales sont disposées en demi-cercle et confèrent à l'empreinte une impression de rondur.

Clés de détermination des empreintes de félidés

Espèce	Longueur du PA	Largeur du PA	Longueur du PP	Largeur du PP
Chat sauvage	3,5 à 4,5 cm	3 à 4 cm	3,5 à 4,8 cm	3,2 à 4,5 cm
Lynx boréal	5,5 à 7,5 cm	6,3 à 7,3 cm	6,5 à 8 cm	6,3 à 8,3 cm
Lynx pardelle	5 à 7 cm	5,8 à 6,8 cm	6 à 7,5 cm	5,8 à 7,6 cm

Panthère du Caucase (*Panthera pardus tulliana*)

Les empreintes ont 4 pelotes digitales au PA et au PP. La pelote plantaire volumineuse laisse apparaître nettement sa nature trilobée. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 9 à 10,5 cm ; largeur du PA = 8,5 à 9,5 cm.
- Longueur du PP = 9,5 à 12 cm ; largeur du PP = 8,5 à 11 cm.

À la marche, séquence : PG-AG PD-AD sur sol dur, PG/AG PD/AD sur neige.

Au trot, séquence : PG/AG PD/AD avec rétrécissement de la voie.

Lors du galop ou du bond, les PP se placent devant les PA. Séquence : PG-AG PD-AD.

Les canidés

Les empreintes de pied des canidés présentent 4 pelotes au PP et au PA. Les griffes sont apparentes. Les pelotes digitales se subdivisent en deux paires les médianes, situées sur le même axe en avant de l'empreinte et les latérales en retrait des médianes (à l'exception du chien viverrin aux pelotes disposées en éventail). La pelote plantaire de forme variable est souvent triangulaire. La détermination du sexe est impossible.

Chien viverrin (*Nyctereutes procyonoides*)

Les empreintes ont 4 pelotes au PA et au PP. Les griffes sont apparentes. Cas particulier chez les canidés : les pelotes digitales sont disposées en arc de cercle assez ouvert. La pelote plantaire est plus ou moins triangulaire. Les écartements interdigitaux et digito-plantaire sont importants. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 4,5 à 7 cm ; largeur du PA = 4 à 6,5 cm.
- Longueur du PP = 4 à 7 cm ; largeur du PP = 3,5 à 6,5 cm.

En règle générale, l'impression est bonne mais sur substrat dur, même les griffes peuvent disparaître.

À la marche, le PP recouvre l'antérieur vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au trot, le PP dépasse le PA. Séquence : PG-AG PD-AD.

Au galop, séquence : PG AG PD AD.

Renard (*Vulpes vulpes*) et renard polaire (*Alopex lagopus*)

Les empreintes ont 4 pelotes au PP et au PA. Leur forme générale est allongée. La pelote plantaire est importante. Les deux pelotes médianes sont à peu près situées



sur le même plan. Les latérales sont en retrait net, une ligne tirée entre leurs bords antérieurs ne coupe pas l'arrière des pelotes médianes⁶. Les écartements interdigitaux sont faibles à moyens. L'écartement digito-plantaire est variable, lié à l'impression. Les griffes sont apparentes. La détermination du sexe est impossible.

- Longueur du PA = 5 à 6,3 cm ; largeur du PA = 3,4 à 5,4 cm.
- Longueur du PP = 5 à 6,5 cm ; largeur du PP = 3,9 à 5,1 cm.

Le pied du renard s'imprime assez bien en règle générale. Les bons substrats peuvent livrer des empreintes parfaites. Il peut arriver que les pelotes marquent et que les griffes usées n'apparaissent pas dans l'empreinte. Sur un sol dur comme la neige gelée, il arrive que seules les griffes des pelotes médianes marquent. La voie de trot compte 4 empreintes sur sol assez dur, avec 2 pieds séparés groupés deux par deux. Sur neige, la même voie est caractérisée par la fusion des pieds deux à deux, et ne compte donc que 2 empreintes.

Le renard utilise de nombreuses allures : la marche, le trot et le galop.

À la marche, les PP recouvrent plus ou moins parfaitement les PA, mais jamais en totalité. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, le corps du renard se situe obliquement par rapport à l'axe de la marche. Première observation : les deux PP et les deux PA se trouvent chacun d'un même côté par rapport à l'axe de la marche (exemple PG et PD à gauche, et AG et AD à droite).



Renard, au pied typique des canidés. La diagnose renard s'effectue en notant que la ligne reliant les extrémités avant des pelotes latérales passe sous celle reliant l'arrière des pelotes médianes.

Cette piste de renard sur sable nous montre clairement que l'animal a fait demi-tour.



6. Ce point permet de distinguer une empreinte de renard d'une empreinte de chien dans 90 % des cas. Si l'on peut le vérifier sur les deux pieds, nous avons une quasi-certitude.

Avec une allure plus vive, la disposition des empreintes par rapport à l'axe de marche est identique, mais les deux PP sont en avant des deux PA. Les paires de pieds ne chevauchent jamais l'axe de marche. Séquence : PG-PD AG-AD.

Chez le renard, une empreinte nette de dimensions faibles peut être rapportée au renardeau.

Le renard polaire laisse des empreintes identiques à celles de son cousin. Dans les zones de cohabitation, la distinction est très délicate. L'hiver sur neige, toutefois, la pilosité développée par le renard polaire est telle que les pelotes peuvent être franchement effacées, ce qui le distingue du renard commun.



Pied de chacal doré. La meilleure description que l'on puisse donner de son pied est celle d'une empreinte de renard géant.

Chacal doré (*Canis aureus*)

L'empreinte de pied du chacal doré est celle d'un « renard géant ». Forme du pied, disposition des pelotes, écartements et griffes apparentes, tout y est, y compris l'impossibilité de déterminer le sexe.

- Longueur du PA = 7 à 7,5 cm ; largeur du PA = 6 à 6,3 cm.
- Longueur du PP = 5,8 à 6 cm ; largeur du PP = 5 à 5,5 cm.

L'impression du pied est bonne pour peu que le substrat soit favorable. La forme de l'empreinte est clairement allongée, impression qui ne se manifeste plus sur l'empreinte vue à hauteur d'homme. À quelques mètres, elle semble alors arrondie.

La distinction avec les empreintes de chien peut se faire comme pour le cas du renard.

À la marche, les PP recouvrent presque parfaitement les PA, en fait ils sont très légèrement en retrait. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, le PP se place devant le PA qu'il recouvre ou non en fonction de

la vitesse du déplacement. Séquence : PG/AG PD/AD ou PG-AG PD-AD.

Au galop, les PP sont situés devant les PA et les pieds s'écartent les uns des autres. Séquence : PG PD AG AD.

Loup gris (*Canis lupus*)

Les empreintes ont 4 pelotes digitales avec de fortes griffes. Les médianes sont en général plus écartées proportionnellement que chez le renard. Elles sont en gros alignées sur l'axe de la marche. Les pelotes latérales, en retrait net, sont plus ou moins écartées vers l'extérieur. La pelote plantaire est de forme triangulaire.





Pieds de loup. Une empreinte de canidé typique, très délicate à différencier de celle d'un gros chien. À taille égale, les pelotes digitales du loup semblent plus allongées.

Piste de loup sur neige, les pelotes et les griffes marquent bien. Notez l'étroitesse de la voie qui pourrait constituer un critère de détermination. Sur la gauche, la piste d'un deuxième animal rejoint la première. Les animaux marcheront ensuite à la queue leu leu.



- Longueur du PA = 7,8 à 11 cm ; largeur du PA = 7 à 10 cm.
- Longueur du PP = 7,5 à 9 cm ; largeur du PP = 6,5 à 9 cm.

Ces valeurs sont moyennes. En fait, les mesures varient notablement jusqu'à 2 cm d'écart entre un loup ibérique ou italien et un gros loup nordique. Les empreintes des femelles sont de dimensions légèrement inférieures. Toutefois, les plages de recouvrement sont telles que la détermination du sexe est impossible. L'écrasement/écartement des empreintes de PP d'une femelle gravide peut être observé.

Dans de bonnes conditions, l'impression du pied est complète et tous ses détails visibles.

À la marche, le PP recouvre exactement le PA. Quand les loups marchent à la queue leu leu, plusieurs pieds se superposent. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, le PP recouvre le PA vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au trot rapide, il n'y a plus de recouvrement. Séquence : PG-AG PD-AD.

Au galop, les deux PP sont en avant des PA. Plus la vitesse augmente, plus la piste s'étire et plus les PP sont loin des PA.

Détermination loup/chien

Avec le retour de loups venus d'Italie dans notre pays, la distinction entre les indices du loup et ceux du chien devient fondamentale.

Le pied

Tous les spécialistes (Brown, Murie, Formosov) s'accordent à souligner l'énorme similitude qui existe entre les pieds du loup et ceux du chien. À tel point qu'il est très facile de confondre l'un et l'autre, ce qui devient gênant quand nous avons la charge d'une espèce protégée.

Le pied du loup est en général mieux marqué que celui du chien, du fait de la plus grande dureté de sa face plantaire. Dans des conditions égales, le pied du chien reste plus flou⁷. Il est exact, d'après nos observations, que les pieds de loups atteignent un degré de netteté remarquable.

En ce qui nous concerne, nous avons noté qu'à taille égale les pelotes digitales du loup sont plus allongées que celles du chien. Les griffes du loup sont fortes et marquent très bien. Elles paraissent plus puissantes à l'œil. Ces remarques ne peuvent être réalisées que par un pisteur très compétent.

La piste

La piste du loup traduit un déplacement direct, à la différence de celle du chien, nettement plus erratique et sujette à des changements radicaux de direction.

La piste du loup suivie sur de grandes distances garde la même allure (ou en change peu). C'est l'inverse pour le chien.

Plusieurs loups se déplacent souvent les uns derrière les autres, et la piste paraît être celle d'un seul animal. De temps à autre une des pistes s'écarte de l'autre, puis la rejoint pour reprendre une marche parfaite avec recouvrement. Cela ne s'observe pas chez le chien.

Clés de détermination des empreintes de canidés

Espèce	Longueur du PA	Largeur du PA	Longueur du PP	Largeur du PP
Chien viverrin	4,5 à 7 cm	4 à 6,5 cm	4 à 7 cm	3,5 à 6,5 cm
Renard	5 à 6,3 cm	3,4 à 5,4 cm	5 à 6,5 cm	3,9 à 5,1 cm
Renard polaire	Idem ci-dessus	Idem ci-dessus	Idem ci-dessus	Idem ci-dessus
Chacal	7 à 7,5 cm	6 à 6,3 cm	5,8 à 6 cm	5 à 5,5 cm
Loup gris	7,8 à 11 cm	7 à 10 cm	7,5 à 9 cm	6,5 à 9 cm

Les ursidés

Les empreintes des ursidés sont les plus faciles à reconnaître de toutes les empreintes de carnivore. Cela tient à la pseudoplantigradie de l'ours, qui laisse des empreintes larges. Les griffes sont très fortes. Les écartements interdigitaux sont peu importants et l'écartement digitoplaire important.

7. Cf. A.N. Formosov, 1957. *Manuel du trappeur. La faune des steppes et des forêts de Russie*, éditions Payot, Paris, 266 p.



Ours brun (*Ursus arctos*)

Les empreintes présentent 5 pelotes aux PA et aux PP. Les pelotes digitales sont quasiment alignées ou présentent un arc de cercle très ouvert. Les fortes griffes se situent dans le prolongement des pelotes. La pelote palmaire est large, en forme de triangle avec la pointe située vers l'arrière. Elle occupe la quasi-totalité de la face plantaire. Toutefois, le PA s'appuie plus sur l'avant, et en règle générale la partie arrière de la pelote plantaire ne marque pas, laissant une forme nette de type rectangle.

La détermination du sexe est impossible.

À la marche, l'ours brun pose ses PP assez nettement en avant des PA. La voie est longue et la longueur du pas se situe entre 1 et 1,50 m. Les pieds sont posés en oblique interne dans la voie (varus). Séquence : PG AG PD AD.

Lorsque l'ours utilise le trot (et l'amble), les PP recouvrent les PA en retrait. Séquence : AG/PG AD/PD.

L'impression du pied de l'ours varie beaucoup en fonction des substrats mais également des sujets (dans les Pyrénées, la fourchette de poids varie entre 80 et 250-350 kg).



Ours brun, pied antérieur. Seule la partie avant marque, le talon n'apparaît que dans des circonstances exceptionnelles. Les éléments de l'empreinte s'impriment bien. Le pied postérieur est identique mais allongé vers l'arrière par le talon.

Piste d'ours brun dans la neige. La vue générale de la piste traduit la démarche en varus avec pose des pieds vers l'intérieur de la voie.



Impression sur terrain moyennement meuble

Les griffes, les pelotes digitales et les pelotes plantaires sont apparentes. Le PP a une pelote palmaire en triangle bien visible. Le PA a une pelote palmaire sans partie postérieure (rectangulaire). La voie alterne pied court et pied long.

Impression sur terrain mou

L'empreinte est profonde. Tous les éléments marquent. Le PA avec son talon devient aussi long que le PP. La pelote plantaire marque moins sur le PA. La voie est composée uniquement de pieds longs.

Impression sur sol dur

L'empreinte est peu profonde, les parties antérieures des pieds marquent préférentiellement. Les griffes continuent de marquer, il arrive même qu'elles soient les seules à le faire.

Sur la neige gelée, on ne distingue parfois que le contour d'une patte et les éraflures des griffes.

Deux particularités de l'impression : l'aptitude des griffes à marquer dépend non seulement du substrat, mais aussi de leur degré d'usure. À la sortie de l'hibernation, les griffes sont plus longues et acérées qu'avant le début du sommeil hivernal.

Ours polaire (*Ursus maritimus* ou *Thalassarctos maritimus*)

Les pieds sont énormes et identiques à ceux de l'ours brun. En raison de la nature des substrats, le PA s'imprime souvent totalement.

Les voies et allures sont identiques à celles de l'ours brun.

Empreintes d'ongulés, limites des connaissances et clés de détermination

Les empreintes des ongulés sont les mieux connues, probablement parce que ces animaux ont constitué longtemps un gibier qui était poursuivi avec assiduité. Elles sont composées de sabots et présentent toutes deux pinces. Les doigts vestigiaux rejetés derrière la patte marquent chez certaines espèces.

Les empreintes des ongulés permettent la différenciation des sexes. On peut discerner et reconnaître les empreintes des jeunes, et les plus expérimentés peuvent évaluer l'âge de l'animal. De manière générale, le poids de l'animal assure une bonne impression. Des risques de confusion existent d'une espèce à l'autre.

Sanglier (*Sus scrofa*)

Le sanglier présente un sabot quadrangulaire à larges pinces qui s'inscrivent dans un carré ou un rectangle. Les doigts vestigiaux appelés « gardes » marquent en principe dès que le sol est moyennement mou. Il nous semble que les lâchers de suidés issus de croisements entre le cochon domestique et le sanglier tendent à atténuer ce caractère. Les pinces sont parallèles, chez les

Sanglier, sabot d'un mâle. Les pinces épaisses s'inscrivent dans un quadrilatère. Les doigts vestigiaux apparaissent nettement ici et débordent la largeur du sabot, ce qui signe indubitablement le mâle. Le pied de la femelle, moins ouvert, présente des pinces un peu plus étroites.



sujets âgés elles s'ouvrent à partir de la moitié de leur longueur. Le filet est plus ouvert sur le PA. La détermination des sexes est possible.

Mâle

- Longueur du PA = 7,5 à 10,6 cm ; largeur du PA = 7,3 à 10,4 cm.
- Longueur du PP = 7 à 11 cm ; largeur du PP = 7 à 8,5 cm.

Femelle

- Longueur du PA = 7,5 à 10 cm ; largeur du PA = 5 à 9,5 cm.
- Longueur du PP = 6,8 à 9,9 cm ; largeur du PP = 6,5 à 8,7 cm.

Le sabot du mâle est plus large et présente des pinces également plus larges que celui de la femelle. À l'arrière, des doigts vestigiaux épais marquent, dépassant la largeur des pinces. Le sabot de la femelle (laie) est plus fin et à pinces plus fines. Les doigts vestigiaux à l'arrière de la patte se limitent à des points ou de petites virgules et ils ne débordent jamais la largeur des pinces. L'impression est en général bonne du fait du poids de l'animal. Sur sol très dur, seule la pointe des pinces marque.

Le sanglier marche et trotte essentiellement. À ces deux allures, le PP recouvre le PA.

À la marche, il y a un recouvrement presque parfait, pieds orientés vers l'extérieur. La voie est alors une série d'empreintes regroupant deux pieds. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au galop, les PP se posent devant les PA. Séquence galop normal : PG-PD AG-AD.

Galop rapide : PG PD AG AD.

Il est possible d'évaluer l'âge d'un sanglier à partir de la mesure de la largeur du PP. D'autres critères, comme des sabots pointus ou émoussés, à bord tranchant ou pas, ne nous paraissent valables qu'à l'échelle d'une population évoluant dans un espace clos. Ailleurs, la nature des substrats joue beaucoup trop.

L'évaluation de l'âge par la largeur du PP est utilisée depuis fort longtemps en vénerie. Elle nous a paru passer avec succès l'examen sur le terrain. On peut y ajouter à titre indicatif la longueur du pas. Le PP est choisi, car à la marche lente celui-ci recouvre le PA et il est donc plus facile à mesurer.

Évaluation de l'âge du sanglier d'après la taille du pied

Espèce	Largeur moyenne du PP	Longueur du pas
Marcassin (2 à 6 mois)	2,7 cm	22 cm
Bête de compagnie (1 an)	3,5 à 4 cm	30 à 35 cm
Ragot (mâle 2-3 ans)	4,5 à 5 cm	35 cm
Laie (femelle 1 an)	4,5 à 5 cm	32 à 35 cm
Tiersan (mâle 3-4 ans)	6 cm	38 à 40 cm
Laie (femelle 3-4 ans)	5,5 à 6 cm	35 cm
Vieux sanglier (6 ans et plus)	6,5 à 7 cm	45 cm
Laie (femelle 6 ans et plus)	6 à 6,5 cm	40 cm
Mâles (plus de 10 ans)	8 cm	50 cm
Femelles (plus de 10 ans)	7 cm	45 cm

Les cervidés

Leurs empreintes sont aussi bien connues que celles du sanglier. Elles ont deux pinces, en général parallèles. Les doigts vestigiaux marquent parfois. La distinction des sexes est possible.

Cerf élaphe (*Cervus elaphus*)

Il présente des empreintes de sabots à pinces symétriques, les doigts vestigiaux appelés « os » marquent moins souvent que chez le sanglier. Le filet reste égal sur toute sa longueur, mais les pinces des PA ont tendance à s'écarter un peu. L'empreinte (les pinces) s'inscrit dans un rectangle.

Il est possible de déterminer le sexe, sachant que chez le mâle le bord antérieur interne de chaque pince forme un angle droit. Chez la femelle, le bord antérieur interne de chaque pince est pointu et forme un angle aigu.

Mâle

- Longueur du PA = 7 à 12 cm ; largeur du PA = 5,8 à 7,5 cm.
- Longueur du PP = 6,5 à 11 cm ; largeur du PP = 5,8 à 7,5 cm.

Femelle

- Longueur du PA = 7 à 11 cm ; largeur du PA = 4,5 à 5,2 cm.
- Longueur du PP = 6,5 à 10,5 cm ; largeur du PP = 3,9 à 5 cm.



Cerf, sabot d'un mâle en terre profonde. Notez que l'angle interne avant de chaque pince forme quasiment un angle droit.



Cerf, sabot de femelle. Notez l'extrémité pointue composant un angle aigu.

Animal pesant, le cerf imprime très bien son pied. Sur les sols durs, la forme générale de l'empreinte continue d'être visible. Dans la neige, le pied marque bien, sauf dans la neige profonde où il s'inscrit au fond d'un trou et se prête peu à l'examen. Dans ces creux apparaissent toujours les doigts vestigiaux.



Le cerf à la marche laisse une voie dans laquelle le PP se pose sur le tiers postérieur du PA. À marche très lente, le PP peut se poser légèrement à côté du PA. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, les PP se posent devant les PA correspondants. Séquence : PG-AG PD-AD.

Au galop, les PP sont devant dans la voie, et très écartés. Séquence : PG PD AG AD.

La voie se rétrécit au trot et au galop. À grande vitesse, au moment de son contact avec le sol, le poids de l'animal écrase le sabot, ce qui a pour effet d'écarter les pinces. Les doigts vestigiaux marquent alors.

Évaluation de l'âge du cerf d'après la taille du pied

Espèce	Largeur du PP	Longueur du pas
Faon (1 mois à un an)	3,5 cm	35 cm
Daguet (mâle 1-2 ans)	4,5 cm	45 cm
Biche (femelle 1-2 ans)	3,9 à 4,2 cm	40 cm
Biche adulte (femelle au-delà de 3 ans)	4,8 cm	50 à 80 cm
Cerf de 2 ^e tête (mâle de 2-3 ans)	4,8 cm	50 à 80 cm
Cerf de 3 ^e tête (mâle de 3-4 ans)	5,1 cm	60 à 100 cm
Dix-cors (mâle à partir de 6 ans)	5,5 cm	65 à 120 cm
Vieux dix-cors (mâle de 8 ans et plus)	5,8 cm	65 à 140 cm

Daim (*Dama dama*)

Les empreintes de sabots sont très semblables à celles du cerf mais de plus petites dimensions. Les composantes de l'empreinte sont identiques. La détermination du sexe est possible par l'examen du sabot.

Le sabot du mâle a la pointe antérieure interne en angle droit ou à peu de chose près. Le sabot de la femelle a la pointe antérieure interne en angle aigu.

Mâle

- Longueur du PA = 5,9 à 8,1 cm ; largeur du PA = 4,5 à 5,5 cm.
- Longueur du PP = 5,8 à 7,5 cm ; largeur du PP = 3,5 à 6,5 cm.

Femelle

- Longueur du PA = 4,7 à 7,2 cm ; largeur du PA = 4,4 à 5,3 cm.
- Longueur du PP = 5,5 à 7,4 cm ; largeur du PP = 3,3 à 6,2 cm.

Les conditions d'impression du sabot sont identiques à celles du cerf. Les allures et voies du daim sont en tout point semblables à celles du cerf.

Évaluation de l'âge du daim d'après la taille du pied

Espèce	Largeur du PP (valeur maximale)	Longueur du pas
Faon (2 mois à un an)	2,5 cm	30 cm
Mâle 1-2 ans	3,5 cm	35 cm
Femelle 1-2 ans	3,5 cm	35 cm
Daine adulte (3 ans et plus)	3,5 à 5 cm	40 cm
Mâle adulte 3-4 ans	4,5 cm	40 cm
Vieux mâle (7 ans et plus)	5 cm (5,5)	40 à 45 cm

Cerf sika (*Cervus nippon*)

La détermination de cette espèce est délicate, car les sabots sont très proches de ceux du daim. Les pieds des mâles sont un peu plus grands que ceux des femelles mais pas assez pour distinguer les sexes sur ce critère.

Mâle

- Longueur du PA = 4,5 à 5,5 cm ; largeur du PA = 3,3 à 3,7 cm.
- Longueur du PP = 4,3 à 4,5 cm ; largeur du PP = 3 à 3,5 cm.

Femelle

- Longueur du PA = 4 à 5 cm ; largeur du PA = 2,9 à 3,4 cm.
- Longueur du PP = 3,7 à 4 cm ; largeur du PP = 2,5 à 3 cm.

Les conditions d'impression des pieds sont identiques au cerf et au daim, toutefois l'enregistrement est moins bon sur des terrains durs.

Les voies du cerf sika sont identiques à celles des autres espèces.

Cerf muntjac (*Muntiacus muntjac* ou *Muntiacus reevesi*)

Les petites empreintes de sabots présentent une originalité qui est un excellent critère de détermination : chaque sabot compte une pince nettement plus courte

que l'autre. Cette dissymétrie du sabot est une règle absolue. Les empreintes des adultes sont à peu près identiques et ne permettent pas la détermination du sexe. Les doigts vestigiaux ne marquent qu'exceptionnellement (bond).

Longueur du PA = 2,8 à 3,7 cm ; largeur du PA = 2,1 à 2,9 cm.

Longueur du PP = 3 à 3,5 cm ; largeur du PP = 1,9 à 2,5 cm.

Cerf muntjac. Sabot montrant la dissymétrie des pinces, caractéristique de l'espèce.



L'impression est permise par la petitesse du sabot qui augmente la pression par centimètre carré.

Les voies et allures sont identiques à celles des autres cervidés.

Élan (*Alces alces*)

Il a les plus gros sabots parmi les cervidés européens. Les pinces sont larges, tendant à s'ouvrir vers l'avant, phénomène qui s'accroît avec l'âge. La détermination du sexe est surtout possible pour des animaux âgés. Les sabots du mâle sont plus émoussés et plus ouverts que ceux de la femelle. Les doigts vestigiaux marquent à environ 3 cm en arrière des pinces. Sur le PA, ils sont larges mais ne dépassent quasiment jamais la largeur des pinces. Sur le PP, ils marquent moins souvent et sont de taille plus réduite, affectant souvent l'aspect d'une virgule s'ouvrant vers l'extérieur.

Mâle

- Longueur du PA = 13 à 15 cm ; largeur du PA = 10,5 à 13 cm.
- Longueur du PP = 13,5 à 15,5 cm ; largeur du PP = 10 à 11 cm.

Femelle

- Longueur du PA = 12,5 à 14,5 cm ; largeur du PA = 10 à 12 cm.
- Longueur du PP = 12 à 14 cm ; largeur du PP = 9,5 à 11 cm.

L'impression du pied est en général bonne étant donné le poids de l'animal. Les pinces et les doigts vestigiaux sont bien lisibles.



Les allures préférentielles de l'élan sont la marche et le trot. À la marche, les PP recouvrent les PA sur l'arrière. Séquence : AG/PG AD/PD.

Lorsque l'élan adopte un trot lent, les PP recouvrent les PA mais vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Un trot rapide voit les PP se positionner en avant des PA en s'en éloignant. Séquence : PG-AG PD-AD.

Au galop, tous les pieds s'éloignent les uns des autres. Séquence : PG AG PD AD.

Élan, pied dans la boue.

Renne (*Rangifer tarandus*)

L'empreinte des pieds est caractéristique par la forme des pinces qui dessinent deux croissants fins symétriques, ce qui donne une empreinte circulaire. Les doigts vestigiaux sont bien développés, assez bas sur la patte, et marquent donc la plupart du temps.

La disposition des pinces favorise la stabilité sur les terrains boueux ou tourbeux.

La détermination du sexe est délicate, car les mesures ne sont pas significatives. Par contre, les pinces de la femelle sont plus fines, plus fermées et avec seulement l'extrémité arrondie.

- Longueur du PA = 7,8 à 9 cm ; largeur du PA = 7,9 à 9 cm.
- Longueur du PP = 9 à 10,5 cm ; largeur du PP = 9 à 10 cm.

Des valeurs supérieures sont relevées dans la littérature. Certes, certains sujets doivent outrepasser les moyennes ci-dessus, mais nous pensons qu'un nombre non négligeable de mesures ont été prises sur des sabots agrandis en terrain mou.

Les pinces étant relativement fines, l'enregistrement du pied se réalise avec une pression au sol non négligeable. Seules les zones de toundras à herbe rase se prêtent mal à l'impression.

Au pas, les PP recouvrent les PA par l'arrière. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot normal, les PP recouvrent les PA sur l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Avec un trot rapide, la séparation des pieds s'opère. Séquence : PG-AG PD-AD.

Au galop, les PP se positionnent plus loin en avant des PA. Séquence : PG AG PD AD.

Dans des cas de fuite éperdue avec un galop extrêmement rapide, il arrive qu'un PA viennent dans la piste se positionner à côté d'un PP. Séquence : PG AG-PD AD.

Chevreuil (*Capreolus capreolus*)

L'empreinte est un petit sabot étroit de forme ovale. Deux pinces symétriques encadrent un filet très fin. La convexité des pinces tend à les rapprocher au point de fermer quasiment le filet à son extrémité. L'arrière des pinces étant plus large, le sabot affecte une forme de cœur dont la pointe est dirigée vers l'avant. La détermination du sexe est délicate même si ce qui a été dit pour le cerf reste valable. Les pinces de la femelle sont plus pointues à leur extrémité. Les doigts vestigiaux marquent rarement.

Mâle

- Longueur du PA = 3 à 5 cm ; largeur du PA = 2,5 à 3,9 cm.
- Longueur du PP = 2,8 à 4,7 cm ; largeur du PP = 2,7 à 4,3 cm.



Renne. Sabots superposés.
La courbure des pinces donne une rondeur caractéristique à l'empreinte.



Femelle

- Longueur du PA = 2,7 à 4,3 cm ; largeur du PA = 2,5 à 3,5 cm.
- Longueur du PP = 2,7 à 4,5 cm ; largeur du PP = 2,4 à 3,9 cm.

Le chevreuil n'est pas très lourd, mais la petite surface des sabots permet une bonne impression. Sur sol dur, il arrive que les pinces laissent la trace de leur extrémité. Dans un substrat mou ou dans la neige, le sabot s'imprime au fond d'un trou.

Sur un terrain mou, les pinces s'écartent fortement et leur largeur devient quasiment égale à leur longueur. Sur sol dur, au bond les doigts vestigiaux s'ajoutent à l'empreinte environ 1 à 1,5 cm derrière elle. Les doigts vestigiaux ont l'aspect de petits traits horizontaux. Il leur arrive de fusionner et l'empreinte a alors une forme caractéristique, avec un trait horizontal sous deux pinces très écartées.



Chevreuil, sabot sur argile. Notez la forme en cœur caractéristique de l'espèce.

À la marche, le PP se pose sur le PA en léger retrait. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, le groupement des pieds est identique, mais les PP recouvrent les PA sur l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Si le trot s'accélère, les PP se posent devant les PA. Séquence : PG-AG PD-AD.

Toutes ces allures sont caractérisées par un regroupement des pieds deux à deux. Au petit galop, l'AG va se placer près du PD, le PG est nettement en avant et l'AD nettement en arrière. Séquence : PG AG-PD AD.

Au grand galop, les PP sont tous les deux devant les PA dans la voie.

Évaluation de l'âge du chevreuil d'après la taille du pied

Espèce	Largeur du PP	Longueur du pas (valeur maximale)
Faon (deux sexes)	1,5 cm	25 cm
Daguet (mâle de 2 ans)	2,5 à 3 cm	35 cm
Chevrette (femelle de 2 ans)	2,5 à 3 cm	35 cm
Chevrette de plus de 3 ans	2,8 à 3,2 cm	35 cm (jusqu'à 55 cm)
Brocard (mâle adulte)	3,5 cm	35 cm (jusqu'à 60 cm)
Vieux brocard (7 ans et plus)	3,5 cm	40 cm (jusqu'à 65 cm)

Les bovidés

Mouflon de Corse (*Ovis ammon*) et mouton (*Ovis aries*)

Il présente des traces de sabots massifs, avec des pinces larges s'écartant vers l'avant. Le bord extérieur est droit ou convexe. Comme les pinces sont presque jointives dans leur partie arrière, la largeur du filet va de très fin (arrière) à très large (avant). Le talon est marqué. Les doigts vestigiaux ne marquent pas. La détermination du sexe est impossible.

Mâle

- Longueur du PA = 5,2 à 6,2 cm ; largeur du PA = 4,2 à 4,7 cm.
- Longueur du PP = 5 à 6,1 cm ; largeur du PP = 4 à 4,4 cm.



Ce pied de mouflon sur boue met en évidence une différence assez nette entre les deux pinces.



Pied de mouflon sur un substrat fin malléable recouvrant un substrat plus dur. Les bordures des pinces laissent une marque nette qui révèle la forme précise du sabot.



Femelle

- Longueur du PA = 5 à 6,2 cm; largeur du PA = 4 à 4,6 cm.
- Longueur du PP = 5,1 à 6,1 cm; largeur du PP = 3,9 à 4,2 cm.

Il existe un risque de confusion entre le sabot du mouflon et celui du mouton. Chez ce dernier, la diversité des races est telle que nous ne pouvons dégager de mesure type. En général, les pinces du sabot de mouton ne s'écartent pas autant que chez le mouflon, et le filet est beaucoup plus régulier.

Comme pour la plupart des ongulés, l'impression du pied est en général assez bonne.

L'écartement des pinces souligne la forme en «V» du filet. Sur boue et neige, le sabot s'imprime très bien, et il reste lisible en neige profonde. Les doigts vestigiaux apparaissent sur des voies d'allure très rapide.

À la marche, les PP recouvrent les PA par l'arrière et sont légèrement orientés vers l'extérieur.

Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, recouvrement du PA par le PP vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au galop, les PP sont devant les PA à une distance qui croît avec la vitesse. Séquence : PG-AG PD-AD ou PG AG PD AD.

Bouquetin des Alpes (*Capra ibex*), bouquetin ibérique (*C. pyrenaica*) et chèvre sauvage de Crête (*C. aegagrus*)

L'empreinte du sabot est très variable en fonction du sexe, de l'âge et du substrat. Les doigts vestigiaux (ergots) ne marquent pas. La femelle a des pinces pointues, aux extrémités parallèles alignées sur l'axe de la marche. Le filet est bien marqué et étroit. Les bords externes sont droits ou concaves. Les deux pinces sont jointives au niveau du talon. Les pinces du mâle adulte sont pointues, se refermant à leurs extrémités. Le filet est assez important et les bords extérieurs des pinces sont convexes.

- Longueur du PA = 5,8 à 9,5 cm; largeur du PA = 4,5 à 5 cm.
- Longueur du PP = 5,5 à 9 cm; largeur du PP = 4 à 4,5 cm.

Le sabot du bouquetin s'imprime bien sur boue ou sur neige. Espèce assez lourde (mâles surtout), son empreinte s'enregistre aussi dans l'arène granitique. Le positionnement des pinces est variable car le



Pied de bouquetin des Alpes. Cette empreinte est presque trop parfaite, car dans la plupart des cas le pied très souple se déforme, entraînant des asymétries et des écartements du filet plus ou moins importants.

pied est souple, la moindre aspérité du sol modifie l'empreinte. En neige assez profonde, les doigts vestigiaux apparaissent.

À la marche, les PP se posent presque exactement sur les PA. Séquence : AG/PG AD/PD.

À la marche rapide ou au trot, les PP recouvrent les PA sur l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au trot rapide, les PP devancent les PA. Séquence : PG-AG PD-AD.

Piste identique au petit galop avec plus d'écart entre les empreintes. Séquence : PG AG PD AD.

Au bond, en fonction de l'allure et du terrain, les pieds se regroupent et les voies présentent selon les cas 2, 3 ou 4 empreintes.

Ce qui est dit pour le bouquetin alpin est valable pour le bouquetin ibérique et la chèvre sauvage de Crête.



Pied de chamois sur neige. Malgré le parallélisme des pinces, le filet reste large. Le chamois est l'ongulé européen qui a le filet le plus large.

Chamois (*Rupicapra rupicapra*)

Son sabot est composé de pinces fines parallèles, séparées par un large filet. Les pinces sont pointues aux extrémités et très souvent affectées d'une concavité du bord extérieur qui donne une forme caractéristique à l'empreinte. Les doigts vestigiaux marquent rarement. La détermination du sexe est très difficile, voire impossible. La structure du sabot est assez souple mais moins que chez le bouquetin.

- Longueur du PA = 5,3 à 6,2 cm ; largeur du PA = 3,9 à 4,1 cm.
- Longueur du PP = 5,2 à 6,1 cm ; largeur du PP = 3,3 à 3,9 cm.

En cas de confusion avec un sabot de bouquetin mâle, il faut examiner plusieurs pieds, car le sabot de celui-ci est si souple qu'il réagit à la moindre irrégularité du terrain, ce qui n'est pas le cas du chamois.

L'empreinte du bouquetin est plus ouverte que celle du chamois, et chez le bouquetin les pinces sont quasiment jointives au talon, à la différence du chamois.

L'impression varie beaucoup entre la neige et les autres substrats.

- Neige épaisse ne dépassant pas la longueur de la jambe : pied peu lisible au fond d'un trou.
- Neige poudreuse : pied peu lisible car recouvert par la neige lors du déplacement.



- Neige fraîche sur une couche gelée : très bonne impression.
- Neige assez profonde et dense : pied peu lisible mais apparition des doigts vestigiaux.
- Neige gelée en terrain plat : sabot inscrit entièrement de manière superficielle.
- Neige gelée très dure : pied invisible, les pinces laissent des virgules.
- Neige fondante : empreinte allant de très bonne à très floue selon l'état de la neige.

Hors neige, le pied du chamois est rarement visible (boue, arène granitique). L'impression est bonne. Comme dans le cas du chevreuil, les doigts vestigiaux apparaissent lors du bond.

Le chamois utilise différentes allures.

À la marche, le PP se superpose au PA. Séquence : AG/PG AD/AG.

Au trot lent, le recouvrement du PA est vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au trot rapide, pas de recouvrement du PA, PP en avant. Les distances entre les pieds croissent avec la vitesse et les pinces commencent à s'ouvrir. Séquence : PG-AG PD-AD.

Au galop, les PP sont tous les deux en avant dans la voie. Séquence : PG PD AG AD.

Au bond, les PP sont devant dans la voie et les pieds regroupés. Séquence : PG-PD AG-AD.

Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*)

L'empreinte du sabot rappelle le bœuf domestique. Les pinces sont symétriques, en croissant large de forme générale arrondie. Le bord interne des pinces est concave. La détermination du sexe peut être tentée sur la foi des différences de mesures du pied, toutefois attention aux valeurs minimales qui se recouvrent. Une largeur de pied inférieure à 12 cm pour un adulte signe automatiquement le pied d'une femelle.

Les doigts vestigiaux sont assez épais aux PA et dépassent nettement la largeur du sabot. Aux PP, les doigts sont moins épais et ne dépassent pas la largeur du sabot, qu'ils peuvent toutefois égaler.

Mâle

- Longueur du PA = 12 à 15 cm ; largeur du PA = 11,4 à 12,6 cm.
- Longueur du PP = 10,2 à 12,1 cm ; largeur du PP = 10 à 12 cm.

Femelle

- Longueur du PA = 10,8 à 12,2 cm ; largeur du PA = 10 à 11,1 cm.
- Longueur du PP = 10 à 11,9 cm ; largeur du PP = 9,8 à 11 cm.

Il y a une bonne impression du pied en règle générale, la nature des substrats et le poids de l'animal y concourant. Une piste vue à quelques mètres est une succession de dépressions rondes.

Les doigts vestigiaux marquent sur la terre meuble ou la neige.

À la marche, allure courante, les PP recouvrent les PA par l'arrière. Séquence : AG/PG AD/PD.

Au trot, voie inverse, le regroupement des PA est vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au galop, groupement des pieds, les PP devant les PA. Séquence : PG-AG PD-AD ou PG-PD AG-AD.

Bison européen (*Bison bonassus*)

Ses pieds sont très proches de ceux du bœuf domestique, de forme générale ronde. Les pinces sont larges et très nettement convexes. Le filet est régulier et assez fin. PA et PP ne diffèrent quasiment pas. Les doigts vestigiaux sont inexistants.

Mâle

- Longueur d'un pied d'adulte = 11,5 à 12,5 cm; largeur d'un pied d'adulte = 12 à 15 cm.

Femelle

- Longueur d'un pied d'adulte = 11 à 12 cm; largeur d'un pied d'adulte = 12 à 14 cm.

L'impression est bonne dans quasiment tout substrat. Le sabot s'imprime intégralement. Sa forme est même conservée sur une pelouse, pour peu que le sol soit meuble. Comme les autres bovidés, le sabot du bison imprime mieux ses parties latérales que ses extrémités.

À la marche (allure largement dominante), le bison pose les PP dans les PA légèrement en retrait. Séquence : AG/PG AD/PD.

À la marche rapide ou au trot, voie inversée, les PP recouvrent les PA vers l'avant. Séquence : PG/AG PD/AD.

Au galop, les deux PP apparaissent dans la voie avant les deux PA. Séquence : PG/PD AG/AD.



Sabot de bison d'Europe. Vieille empreinte laissée en terrain très meuble.



Sabot de bison. Il diffère peu de ceux de certains bovidés domestiques.

Clés de détermination des empreintes d'ongulés (cervidés)

Espèce	Longueur du PA	Largeur du PA	Longueur du PP	Largeur du PP	Forme de l'empreinte	Pinces
Cerf élaphe	7 à 12 cm	5,8 à 7,5 cm	6,5 à 11 cm	5,8 à 7,5 cm	Rectangulaire	Larges, symétriques
Biche	7 à 11 cm	4,5 à 5,2 cm	6,5 à 10,5 cm	3,9 à 5 cm	Triangulaire	Larges, symétriques
Daim	5,9 à 8,1 cm	4,5 à 5,5 cm	5,8 à 7,5 cm	3,5 à 6,5 cm	Rectangulaire	Larges, symétriques
Daine	4,7 à 7,2 cm	4,4 à 5,3 cm	4,7 à 7,2 cm	4,4 à 5,3 cm	Triangulaire	Larges, symétriques
Cerf sika mâle	4,5 à 5,5 cm	3,3 à 3,7 cm	4,3 à 4,5 cm	3 à 3,5 cm	Rectangulaire	Moyennes, symétriques
Cerf sika femelle	4 à 5 cm	2,9 à 3,4 cm	3,7 à 4 cm	2,5 à 3 cm	Rectangulaire	Moyennes, symétriques
Cerf muntjac mâle	2,8 à 3,7 cm	2,1 à 2,9 cm	3 à 3,5 cm	1,9 à 2,5 cm	Rectangulaire	Petites, asymétriques
Cerf muntjac femelle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Rectangulaire	Petites, asymétriques
Élan mâle	13 à 15 cm	10,5 à 13 cm	13,5 à 15,5 cm	9,5 à 11 cm	Rectangulaire	Très grandes, symétriques
Élan femelle	12,5 à 14,5 cm	10 à 12 cm	12 à 14 cm	9,5 à 11 cm	Rectangulaire	Très grandes, symétriques
Renne mâle	7,8 à 9 cm	7,9 à 9 cm	9 à 10,5 cm	9 à 10 cm	Cercle	Fines, longues, courbées
Renne femelle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Cercle	Fines, longues, courbées
Chevreuril	3 à 5 cm	2,5 à 3,9 cm	2,8 à 4,7 cm	2,7 à 4,3 cm	Cœur	Petites, symétriques
Chevrette	2,7 à 4,3 cm	2,5 à 3,5 cm	2,7 à 4,5 cm	2,4 à 3,9 cm	Cœur	Petites, symétriques
Mouflon mâle	5,2 à 6,2 cm	4,2 à 4,7 cm	5 à 6,1 cm	4 à 4,4 cm	Rectangulaire	Larges, symétriques
Mouflon femelle	5 à 6,2 cm	4 à 4,6 cm	5,1 à 6,1 cm	3,9 à 4,2 cm	Rectangulaire	Larges, symétriques

Espèce	Longueur du PA	Largeur du PA	Longueur du PP	Largeur du PP	Forme de l'empreinte	Pinces
Chamois mâle	5,3 à 6,2 cm	3,9 à 4,1 cm	5,2 à 6,1 cm	3,3 cm à 3,9 cm	Rectangulaire	Fines, concaves
Chamois femelle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Rectangulaire	Idem ci-dessus
Bouquetin mâle	5,8 à 9,5 cm	4,5 à 5 cm	5,5 à 9 cm	4 à 4,5 cm	Rectangulaire	Moyennes, symétriques
Bouquetin femelle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Rectangulaire	Idem ci-dessus
Bison mâle	11,5 à 12,5 cm	12 à 15 cm	11 à 12 cm	12 à 14 cm	Rectangulaire	Très larges, arrondies
Bison femelle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Idem mâle	Rectangulaire	Idem ci-dessus
Bœuf musqué mâle	12 à 15 cm	11,4 à 12,6 cm	10,2 à 12,1 cm	10 à 12 cm	Cercle	Larges, coudées, symétriques
Bœuf musqué femelle	10,8 à 12,2 cm	10 à 11,1 cm	10 à 11,9 cm	9,8 à 11 cm	Cercle	Idem ci-dessus



Les excréments

Les excréments constituent avec les traces de pied le deuxième grand type d'indices que laisse derrière elle la vie animale. Ils sont répandus partout, et tous ceux des espèces moyennes ou grandes sont relativement aisés à trouver.

Les laissées des petites espèces sont plus délicates à trouver du fait de leur taille réduite et de la nature des biotopes fréquentés par les espèces concernées.

Les excréments présentent trois types principaux : les grains, les cigares ou boudins, et les bouses. En général, la taille de l'excrément est proportionnelle à celle de l'animal. Seule la genette est atypique à cet égard.

Habituellement, la détermination des espèces par leur excrément est possible mais requiert de l'attention :

- excréments des insectivores : cigares de tailles diverses, en général très petite, ils sont aujourd'hui sans intérêt pour l'ichnologie. Deux exceptions : le hérisson et le desman, dont les petites crottes assez simples à déterminer permettent (quand on les trouve !) de connaître la présence de l'espèce ;

- excréments des lagomorphes : constitués de grains qui permettent la détermination de l'espèce ;

- excréments des rongeurs : en général des cigares, ceux des grandes espèces sont déterminables (porc-épic, castor, ragondin, marmotte, écureuil). Ceux des petites espèces sont plus ou moins déterminables ;

- excréments des carnivores : en général des cigares droits, courbes ou torsadés. Deux exceptions : la loutre dont la laissée est typique, et l'ours brun qui peut produire quasiment tous les types. Le blaireau produit des cigares et des bouses. Les autres demandent une bonne attention pour être déterminés ;

- excréments des ongulés : en général des amas de grains de tailles variables et de forme ronde à ovoïde. Le sanglier peut produire d'autres types.

Enfin, chez de nombreuses espèces, le dépôt d'excréments remplit une fonction de marquage territorial. Il s'en dégage une règle fondée sur le rapport nombres d'excréments/superficie de découverte :

- excréments regroupés en accumulation, plusieurs accumulations voisinant = zone probable de rut ou d'activités spécifiques ;

- excréments regroupés en accumulation sur un seul point = marquage territorial.

La détermination de l'espèce est possible dans presque tous les cas, mais certains méritent une étude fine.



Crotte en cylindre de blaireau déposée dans un pot creusé par le mustélidé.



Moquettes de chevreuil, en grains allongés, ce qui est typique de l'espèce.



Cigare détérioré laissé par le porc-épic. Cette espèce laisse des excréments assez typiques qui n'évoquent guère le rongeur au premier regard.

Les excréments d'insectivores, limites des connaissances et clés de détermination

Seul le hérisson produit des crottes reconnaissables sans hésitation. Les excréments des autres insectivores sont délicats ou impossibles à déterminer principalement en raison de leur petite taille. Avec de la pratique, on arrive à identifier un excrément de musaraigne, mais il sera impossible d'aller au-delà.

Clés de détermination des excréments d'insectivores

Espèces	Forme	Longueur	Diamètre	Fragmentation	Coloris
Hérisson	Cigare régulier	2 à 5 cm	0,5 à 0,7 cm	Non	Noir
Musaraignes	Cigares irréguliers	0,4 à 1,2 cm	0,3 à 0,5 cm	Non	Sombre à noir
Desman	Cigares tortillonnés	0,7 à 1,5 cm	0,3 à 0,5 cm	Non	Noir luisant

Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)

Aspect en surface poreux, avec des morceaux de chitine non digérée. La consommation de viande ne change pas l'aspect général, mais la crotte paraît plus compacte. La consommation de fruits peut rendre la crotte informe.



Hérisson d'Europe, crotte typique.



Hérisson d'Europe, crotte molle et claire, rarissime.

Musaraigne

Le coloris des excréments secs est plus clair.

Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*)

Cigares affaissés sur eux-mêmes. En dépôts hors de l'eau en des points spécifiques. Forte odeur. Fonction de marquage.

Les excréments de lagomorphes, limites des connaissances et clés de détermination

Les excréments des lagomorphes sont bien connus et permettent la détermination des espèces. À l'heure actuelle, ils n'intéressent l'ichnologue que pour la détermination et servent éventuellement dans le cadre d'études sur l'une ou l'autre espèce.

Clés de détermination des excréments de lagomorphes

Espèces	Diamètre	Coloris frais	Coloris sec	Latrines
Lapin de garenne	0,6 à 1,2 cm	Verdâtre à noir	Gris à noir	Oui
Lièvre brun	1,5 à 2,2 cm	Brun jaunâtre	Jaune paille	Non
Lièvre variable	1,4 à 2,1 cm	Brun jaunâtre	Jaune paille	Non

Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*)

Crottes en grain de forme générale sphérique. Dépôts au hasard (déplacement), en latrines pouvant compter plusieurs dizaines de milliers de grains et occuper une superficie de plusieurs mètres carrés. Les crottes d'aspect cabossé semblent ne pas avoir été réingurgitées (coprophagie). Grains denses, peu perméables se conservant longtemps.

Lièvre brun (*Lepus capensis*) et lièvre variable (*Lepus timidus*)

Crottes en grains sphériques (comprimés latéralement en hiver). Aspect lisse type aggloméré de bois, composé de fibres végétales. Grains denses peu perméables. Confusion avec lapin impossible, car les crottes du lièvre sont plus grandes et ne sont pas déposées en latrines. Dans de rares cas, un seul grain comprend la quantité de matière fécale de deux.



Lièvre brun, dépôt frais. Notez, comme aide à la détermination, la forme en goutte.



Lapin de garenne, dépôt classique en grains.

Les excréments de rongeurs, limites des connaissances et clés de détermination

Les excréments des rongeurs sont composés de cigares de tailles et de formes variables. Nous devons distinguer les grandes espèces qui laissent des excréments déterminables au niveau spécifique des petites espèces, dans le cas desquelles la détermination est souvent impossible.

Clés de détermination des excréments des gros rongeurs

Espèces	Longueur	Diamètre (valeur maximale)	Coloris frais	Aspect extérieur
Porc-épic	2,1 à 2,9 cm	1 à 1,5 cm	Gris sombre à noir	Lisse, compact
Castor	3,5 à 5,5 cm	2,5 à 3,5 cm	Jaune paille	Aggloméré de bois, fibreux
Ragondin	2,5 à 4 cm	0,8 à 1,2 cm	Vert sombre à noir	Lisse, parfois strié
Écureuil, en grain	0,5 à 1 cm	0,5 à 1 cm	Noir	Fibreux
Écureuil, en cigare	0,5 à 1,5 cm	0,5 cm	Brun	Fibreux
Marmotte	4 à 6 cm	1 à 1,8 (2) cm	Brun à noir	De lisse à fibreux

Porc-épic (*Hystrix cristata*)

Boudins ovalaires. Crottes déposées en amas et souvent en chapelets (jusqu'à dix morceaux). Souvent déposées en toilette près du terrier.

Porc-épic, excrément constitué de petits boudins ovales, la plupart du temps reliés entre eux.



Castor (*Castor fiber*)

Boudins massifs, parfois informes. Crottes rarement trouvées car éjectées dans l'eau. Toutefois composé de bois, l'excrément flotte. Aspect extérieur irrégulier.

Castor, deux crottes flottantes en bordure de rivière. Indice difficile à trouver, car les crottes sont émises dans l'eau. En revanche, étant constituées de matière ligneuse, elles flottent bien.

Nota bene : Sur un site d'alimentation non situé dans le courant d'une rivière, les crottes peuvent apparaître par centaines après assèchement (Atuech, Gard, 2007).

Ragondin (*Myocastor coypu*)

Cigares de contours réguliers, avec une extrémité en pointe et une extrémité arrondie. En vieillissant, le coloris varie du noir au gris. Crottes lisses, parfois fortement striées dans le sens de la longueur. À l'expulsion, il arrive que les crottes ne se séparent pas, formant un chapelet (jusqu'à dix morceaux).



Crottes de ragondin. Cigares très reconnaissables aux deux extrémités arrondies. Elles sont parfois striées avec régularité sur toute leur longueur.

Écureuil d'Europe (*Sciurus vulgaris*)

Deux types de crottes : en cigares et en grains sphériques. Le cigare est d'aspect extérieur fibreux, avec des restes végétaux et des morceaux de chitine.

Écureuil gris (*Sciurus carollinensis*)

Il laisse des crottes semblables à celles de l'écureuil d'Europe, mais un peu plus grandes.

Marmotte des Alpes (*Marmota marmota*)

Cylindres. Extrémités arrondies ou fuselées. Juste après l'expulsion, forte odeur végétale. Hors intempéries, la crotte vire au gris en séchant.

Trois types de dépôts : crotte isolée; crottes regroupées par trois ou quatre sur la plate-forme située devant l'entrée du terrier; en latrines, près de l'entrée du terrier (jusqu'à plusieurs dizaines ensemble). L'aspect général de la crotte isolée peut évoquer celle d'un carnivore.

Crottes de marmotte déposées à l'entrée du terrier. Les cigares de ce sympathique écureuil terrestre peuvent évoquer des crottes de carnivores au premier coup d'œil.



Clés de détermination des excréments des gliridés, genres *Cricetus* et *Ondatra*

Espèces	Longueur	Diamètre	Coloris
Loir	0,8 à 1,5 cm	0,3 à 0,5 cm	Noir
Lérot	0,4 à 1,2 cm	0,1 à 0,35 cm	Noir
Lérotin	Idem lérot	Idem lérot	Idem lérot
Muscardin	0,4 à 0,8 cm	0,1 à 0,3 cm	Brun
Grand hamster	1 à 1,5 cm	0,4 à 0,6 cm	Brun à noir
Rat musqué	1 à 1,6 cm	0,4 à 0,8 cm	Brun

Loir (*Glis glis*)

Grains allongés. Coloris sec inchangé. Crottes souvent déposées en amas sur de grosses branches, des pierres plates, des murs ou dans des bâtiments.

Lérot (*Eliomys quercinus*)

Grains allongés identiques à ceux du loir, mais crottes légèrement plus fines. Lieux de dépôts identiques.



Crottes de gliridés.
Ici, celles du lérot.

Lérotin (*Dryomys nitedula*)

Laissées identiques à celles du lérot.

Muscardin (*Muscardinus avellanarius*)

Laissées minuscules de la taille de la souris grise.

Grand hamster (*Cricetus cricetus*)

Grains allongés d'aspect extérieur régulier.

Rat musqué (*Ondatra zibethicus*)

Cigares plus ou moins réguliers, difficiles à trouver. Parfois déposés en amas.

Autres petits rongeurs

Grains allongés. En général, la longueur varie entre 0,5 et 1,2 cm. Les crottes du rat noir (*Rattus rattus*) ou du surmulot (*Rattus norvegicus*) approchent les 2 cm. Diamètre variant entre 0,2 et 0,5 cm selon les espèces. Coloris habituel variant du brun au gris en fonction de l'alimentation ou de l'espèce.



Crottes de rat gris. Les crottes des petits rongeurs restent de détermination délicate.

Approche du groupe

Campagnols : laissées à bords subparallèles, deux extrémités arrondies et un contour souvent lisse. Mulots, rats et souris : laissées à bords non parallèles plus courbés, une extrémité arrondie et un contour globuleux.

Les connaissances sont nettement insuffisantes pour déterminer une espèce à partir de ses excréments. Nous sommes là dans une situation où tout progrès est difficile.

Les excréments de carnivores, limites des connaissances et clés de détermination

Clés de détermination des excréments des carnivores

Espèces	Forme	Torsades	Longueur (valeur maximale)	Diamètre (valeur maximale)	Aspect extérieur	Coloris
Glouton	Cylindre	Oui, larges peu apparentes	11 à 14 cm	2 cm	Lisse, bords réguliers	Gris à noir
Blaireau*	Cylindre	Non	5 à 8 cm	1,8 à 2,5 cm	Bords réguliers	Brun à noir
Blaireau**	Cylindre	Non	5 à 8 cm	1,8 à 2,5 cm	Bords réguliers	Noir
Blaireau***	Cylindre	Non	5 à 8 cm	1,8 à 2,5 cm	Idem, aspect croûté, poreux	Noir
Blaireau****	Cylindre	Non	4 à 7 cm	1,3 à 2 (2,2) cm	Bords réguliers, aspect terreux	Gris à marron clair
Blaireau	Bouse	Non	Sans objet	Sans objet	Informe	Noir à gris
Loutre	Crotte informe	Non	4 à 6 cm	2 à 4,5 (5) cm	Irrégulier	Gris vert à brun clair
Martre	Cylindre	Oui, bien marquées	7 à 11 (13) cm	1 à 1,2 cm	Lisse, luisant, parfois courbée	Brun à noir

Espèces	Forme	Torsades	Longueur (valeur maximale)	Diamètre (valeur maximale)	Aspect extérieur	Coloris
Fouine	Cylindre	Oui, bien marquées	7 à 11 cm	0,9 à 1,3 cm	Lisse, parfois courbée	Brun à noir
Putois	Cylindre	Oui, très bien marquées	5 à 8 cm	0,7 à 1 cm	Lisse	Brun à noir
Vison	Cylindre	Oui, bien marquées	5,5 à 8 cm	0,5 à 0,7 cm	Lisse	Brun à noir
Hermine	Cylindre	Oui, très bien marquées	4 à 8 cm	0,5 cm	Lisse, fin	Noir
Belette	Cylindre	Oui, très bien marquées	2,5 à 5 cm	0,2 à 0,3 cm	Terne, fin	Noir
Genette	Cylindre	Non	10 à 25 cm	1 à 2 (2,5) cm	Bords réguliers, pinceau végétal	Gris à noir
Mangouste	Cylindre	Non	5 à 7 cm	0,8 à 1,3 cm	Bords réguliers	Gris à brun
Raton laveur	Cylindre	Non	4 à 5 (7) cm	1 à 1,2 cm	Bords granuleux	Brun roux à noir
Chat sauvage	Cylindre	Non	5 à 8 cm	1 à 1,8 cm	Bords subréguliers	Noir
Lynx boréal	Cylindre	Non	4 à 7 (12) cm	2 à 2,8 cm	Bords réguliers	Gris à vert sombre et noir
Panthère	Cylindre	Non	15 à 25 (30) cm	2 à 3,5 cm	Bords réguliers	Brun clair à noir
Chien viverrin	Cylindre	Non	4 à 9 cm	1 à 1,4 cm	Plus épais au milieu	Brun
Renard roux T1	Cylindre	Très rares	4,5 à 8 cm	1 à 2 (2,2) cm	Bords réguliers	Gris à brun
Renard roux T2	Cylindre	Non	8 à 15 (22) cm	1 à 2 (2,2) cm	Fragmenté, bords réguliers	Gris à brun
Renard roux T3	Cylindre	Non	5 à 9 cm	0,8 cm	Souvent irréguliers	Noir mais aussi de toute couleur claire

Espèces	Forme	Torsades	Longueur (valeur maximale)	Diamètre (valeur maximale)	Aspect extérieur	Coloris
Chacal	Cylindre	Non	6 à 12 cm	1,5 à 2,5 cm	Bords réguliers	Brun à noir
Loup	Cylindre	Très rares	12 à 30 cm	2 à 3 (3,5) cm	Bords subréguliers	Gris à noir
Ours brun	Boudin	Non	10 à 15 cm	4 à 5,5 (7) cm	Bords réguliers	Vert à noir
Ours brun	Bouse	Non	Sans objet	Sans objet	Informe	Brun à noir
Ours brun	Grains	Non	Sans objet	2 à 2,5 cm	Bords irréguliers	Brun à noir

* Sans odeur ou odeur peu inconfortable, régime à base végétale.

** Forte odeur traduisant une alimentation carnée.

*** Restes de chitines liés à la consommation d'insectes.

**** Aspect terreux dû à la consommation de lombrics.

Les excréments des carnivores appartiennent presque tous au type « cigare ». Ils sont torsadés chez les mustélidés, réguliers chez les canidés et les félidés. Seuls l'ours et le blaireau se distinguent, mais les deux se remarquent par leur omnivorie. La loutre laisse une crotte typique, liée à un régime alimentaire spécifique.

La détermination spécifique est possible dans la plupart des cas.

Les crottes des grandes espèces contiennent parfois des restes non digérés qui permettent d'identifier la proie.

Les dépôts en marquage permettent de connaître les limites territoriales et parfois des places de rut.



Crottes de loup européen. Les poils apparaissant en surface sont des poils de cerf.

Les mustélidés

Les espèces de moyenne et petite taille produisent des crottes plus ou moins torsadées. Le glouton suit la règle, mais le blaireau produit des cylindres réguliers ou des bouses. La loutre expulse une crotte souvent informe.

Glouton (*Gulo gulo*)

Crotte la plus grosse d'un seul tenant parmi les mustélidés. Les bords en sont réguliers.

Blaireau (*Meles meles*)

Deux types de crottes : le cylindre et la bouse.

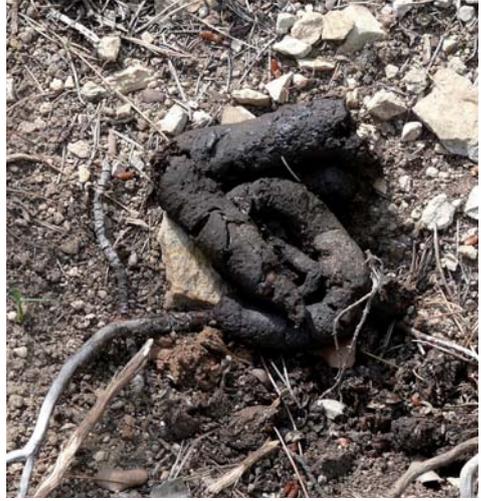
Quatre sous-types de crottes en cylindre, parfois expulsées sous forme de bouse. Le dépôt laisse un apex qui suggère l'aspect général d'une meringue.

Excréments denses et peu perméables se conservant longtemps.

Excréments déposés dans plus de 90 % des cas dans un pot (Voir « Indices propres à certaines espèces », p. 156). De rares excréments sont déposés hors pot.



Blaireau, bouse laissée après la consommation de baies qui engendre des troubles intestinaux.



Blaireau, crottes en cigares de type classique témoignant d'une alimentation essentiellement carnée, à l'odeur forte et nauséabonde.



Blaireau, crottes mixtes en bouse et en boudin accompagnant une alimentation essentiellement végétale.



Blaireau, crottes contenant des restes d'élytres et autres morceaux de chitine après consommation d'insectes.

Loutre (*Lutra lutra*)

Excrément nommé « épreinte » : masse épaisse et gluante contenant des restes de poisson ou de batracien. Odeur suave, agréable. Coloris sec plus clair.

Souvent déposé en marquage sur des pierres au bord de l'eau, de petites éminences, un tronc couché, etc. La densité de population influence la densité des marquages.



Loutre, crotte (épreinte) typique. En cas de doute, l'odeur très douce de cet excrément permet de trancher.

Martre (*Martes martes*)

Cylindre à une extrémité arrondie et une effilée en pointe la plupart du temps. Le diamètre n'excède jamais 1,5 cm. Crotte souvent recourbée parfois, au point d'évoquer la forme d'un fer à cheval. D'un seul tenant, les quelques rares fragmentées ont dû se séparer en tombant. Le diamètre n'excède jamais 1,5 cm. En séchant, l'excrément devient plus terne et vire au brun, parfois au gris.

Contenu : poils, plumes, fragments d'ossements et quelques restes végétaux. Odeur forte.

Crottes déposées sur souche, troncs, rochers, mottes. La zibeline (*Martes zibellina*) laisse des crottes semblables.



Martre, crotte typique ressemblant beaucoup à celle de la fouine, mais les crottes de la martre sont beaucoup plus souvent coudées que celles de sa parente.

Fouine (*Martes foina*)

Cylindre ressemblant fortement à celui laissé par la martre, avec deux bouts arrondis ou un bout effilé, exceptionnellement deux bouts effilés. Coloris devenant gris avec le vieillissement. La courbe atteint rarement le degré en fer à cheval observé chez la martre.

Contenu : poils, plumes, fragments osseux et à la bonne saison quelques noyaux. Odeur forte.

Les crottes sont déposées sur les mêmes postes que celles de la martre, avec en outre une tendance nettement plus anthropophile (granges, greniers, etc.).

Confusion avec la crotte de martre possible. En vieillissant, le coloris vire au gris plus franchement que chez la martre.



Fouine, crotte présentant les tortillons typiques des mustélidés.

Putois (*Mustela putorius*), putois marbré (*Vormela peregusna*)

Cylindre avec une extrémité effilée et une arrondie. Les crottes d'animaux occupant des biotopes dépourvus de rivières ou d'étangs contiennent poils, plumes ou fragment osseux. Les autres situés près des cours d'eau ou des zones humides peuvent contenir des arêtes et des écailles. Odeur très forte et désagréable.

Excréments déposés sur des lieux élevés comme les espèces précédentes ou sur des pierres au bord des cours d'eau.

Le putois marbré laisse des excréments du même type.

Vison d'Europe (*Mustela lutreola*)

Crotte très ressemblante avec celle du putois, elle est toutefois plus fine et peut-être légèrement moins torsadée, mais cela reste à confirmer par une série de relevés.

Deux types : terrestre et aquatique, comme chez le putois. Le type aquatique est peu torsadé, la crotte reste assez longue. Coloris habituel frais, noir (type terrestre), grisâtre (type aquatique).

Crotte déposée sur des postes élevés.

Le vison américain (*Mustela vison*) laisse des excréments semblables.



Putois, crotte fortement tortillonnée. Les poils apparaissant en surface ou à une extrémité sont assez rares.

Hermine (*Mustela erminea*)

Cylindre finement torsadé. Aspect extérieur lisse présentant des poils de micromammifères en surface. Crottes déposées en des lieux visibles, souvent des pierres plates.

Confusion possible avec la belette, mais les crottes de cette dernière sont assez nettement plus petites.

Hermine, crotte très ressemblante avec celle de la belette, mais de dimensions supérieures.



Belette (*Mustela nivalis*)

La plus petite des crottes de carnivores d'Europe. Cylindre d'aspect lisse et terne. Déposée en général sur des lieux où elle est bien visible.

Sa petitesse rend l'examen du contenu impossible sans binoculaire ou microscope (cela est également vrai pour l'hermine). Cette crotte est assez nettement



plus petite que celle de l'hermine.

Belette, crotte typique. Notez que les torsades sont moins serrées que sur les grandes espèces.

Genette (*Genetta genetta*)

Crotte imposante par rapport à la taille de l'animal. Cylindre typique des carnivores, souvent courbé. Coloris habituel à l'état frais, brun à noir, qui vire au gris en vieillissant. Il n'est pas rare qu'elle soit bicolore.

En règle générale, elle possède une extrémité arrondie et une extrémité effilée. Souvent un pinceau végétal constitué de grosses fibres.

Genette. Ce viverridé émet des crottes de taille surprenante en proportion de sa masse corporelle. Il n'est pas rare qu'un pinceau végétal de fibres sèches apparaisse à une extrémité, de manière rarissime dans les flancs.



Les crottes sont déposées en des lieux régulièrement utilisés, appelés « crottiers ». Ces crottiers utilisent très souvent des rochers plus ou moins plats. Le contenu d'une crotte est varié, à l'image du régime alimentaire.

Mangouste ichneumon (*Herpestes ichneumon*)

Les excréments sont des cylindres aux contours non réguliers, avec des éléments non digérés apparaissant en surface. Les extrémités sont plus ou moins effilées, et parfois apparaît un anneau plus large à l'une d'elles.

Crottes déposées en des lieux surélevés propices au marquage.

Les excréments de la mangouste d'Edwards (*Herpestes edwardsi*) sont identiques mais plus petits.

Raton laveur (*Procyon lotor*)

Les crottes du raton laveur varient énormément en fonction du régime. Le type le plus fréquent est un cylindre fragmenté dont les bouts ne sont pas effilés. Diamètre constant sur toute la longueur. L'aspect extérieur est finement granuleux.

L'autre type est un cylindre avec une extrémité effilée qui ne se fragmente pas. Coloris variant du noir au brun roux plus clair sec. Contenu témoignant de la variété du régime.

Les félidés

Les crottes des félidés sont des cylindres d'aspect régulier, mais les différences de taille sont suffisantes pour permettre une détermination entre les rares espèces européennes. Ces crottes sont habituellement recouvertes, mais la fréquence des découvertes augmente en hiver, lorsque le sol gelé gêne leur recouvrement.

Chat forestier (*Felis sylvestris*)

Cylindre parfois mou ou informe, odorant, avec des restes osseux de petite taille à l'intérieur. Des poils nombreux peuvent tapisser les flancs. Ces restes témoignent de l'insuffisance des sucs digestifs. Forte odeur nauséabonde. Une extrémité est parfois précédée d'un resserrement de la matière fécale. Crottes recouvertes, sauf celles qui ont une fonction de marquage.

Sur les limites territoriales, le chat dépose ses crottes sur un rocher, une souche ou toute autre éminence. Elles voisinent souvent avec des dépôts d'urine.

Lynx boréal (*Lynx lynx*)

Le cylindre typique a une extrémité arrondie et un bout fuselé, ou deux extrémités arrondies. Fragmentation au-delà d'une certaine longueur, les morceaux conservant les mêmes dimensions. La consommation de petites proies a pour effet l'expulsion de crottes pleines de poils. Excrément dense résistant bien aux intempéries.



Chat sauvage. Crottes assez difficiles à distinguer de celles du renard pour le néophyte. Elles émettent une odeur forte et désagréable.

Le vieillissement engendre un éclaircissement du coloris. Crottes recouvertes sauf pour marquer. Dans ce cas, elles sont déposées sur des sites comme une motte, un bord de sentier, un rocher ou un tronc couché. La découverte de plusieurs stations proches contenant à elles toutes 2 à 4 dizaines de crottes suggère un marquage saisonnier lié à la période de rut.

La longueur totale d'une crotte de renard n'atteint pas la longueur d'une crotte de lynx fragmentée. Dans le cas d'un cylindre unique, l'aspect extérieur peut prêter à confusion, mais en règle générale une crotte de lynx se fragmente au-delà de 7 à 8 cm. Le diamètre de la crotte de lynx est souvent supérieur à celle du renard à longueur équivalente. L'examen du contenu de la crotte peut être utile, les crottes du renard témoignant d'une plus grande plasticité alimentaire.

Les crottes sont parfois accompagnées d'aspersion d'urine, dont l'odeur forte perdure quelques jours. L'aspersion d'urine peut aussi être réalisée en l'absence de crottes, sur des buissons ou des troncs. La hauteur de ces aspersion sur un tronc varie en fonction des sujets, mais elle peut être fixée entre 35 et 55 cm.

Les crottes du lynx pardelle ressemblent beaucoup à celles du lynx boréal mais sont plus petites. Deux types : en cylindre de 6 à 13 cm de long ou fragmentée en 3 ou 4 morceaux de 4,5 à 6 cm. Diamètre aux alentours de 1,8 à 2 cm. Coloris habituel frais, gris verdâtre.



Lynx, crotte en cigare de coloris sombre assez typique d'une alimentation carnée. Cette crotte est fraîche (peut-être deux à trois heures). En vieillissant, elle tendra à s'éclaircir. De nombreuses crottes de lynx sont moins foncées, oscillant entre le gris verdâtre clair et le brun.

Panthère (*Panthera pardus var. tulliana*)

Cylindre effilé. Une extrémité est arrondie, sauf dans le cas des morceaux d'une crotte fragmentée qui peuvent présenter une concavité aux deux extrémités. Dans le cas d'excréments fragmentés, les morceaux mesurent de 8 à 12 cm. Contenu : poils, plumes et fragments osseux. Odeur très forte.

Les crottes sont recouvertes à l'exception de celles utilisées dans les marquages territoriaux.



Panthère, crotte assez typique présentant des cigares et une partie plus informe. Les crottes de la panthère sont très variables quant à leur aspect extérieur.

Les canidés

Les crottes des canidés sont des cylindres souvent fragmentés du fait de leur longueur. Elles ne sont pas recouvertes, à la différence de celles des félidés. Elles contiennent souvent des éléments grossiers comme des fragments osseux.

Chien viverrin (*Nyctereutes procyonoides*)

Cylindre assez court d'aspect, car se présentant comme un cigare oblong avec une extrémité effilée et une extrémité arrondie. Il est fréquent qu'il soit plus large dans sa partie centrale que vers les extrémités. On constate parfois la présence de torsades larges et peu accusées.

Le contenu varie avec l'alimentation. Les crottes sont déposées dans des pots organisés en toilettes.

Renard roux (*Vulpes vulpes*) et renard polaire (*Alopex lagopus*)

La crotte classique est un cigare au sein duquel, sur plusieurs milliers de relevés, nous relevons trois types essentiels :

– type 1 (T1). Cylindre non fragmenté, avec un bout arrondi, l'autre plus ou moins effilé. Odeur forte avec la consommation de vertébrés. L'absorption d'ossements colore, comme chez le chien, la crotte en blanc ;

– type 2 (T2). Cylindre fragmenté, avec une seule extrémité effilée, l'autre étant arrondie ou concave. La crotte est identique au type 1 à l'exception de la fragmentation ;

– type 3 (T3). Cylindre long et de fin. La consommation de baies et de fruits peut lui donner des couleurs surprenantes (orange, rouge, voire rosé). Ce type est de consistance moindre que les deux précédents, la pluie le délite rapidement, ne laissant parfois en place que les matières non digérées qui peuvent conserver la forme première de la crotte.

Le type 1 et le type 2 sont des excréments denses résistant bien aux intempéries.

Le type 1 représente 35 % du total de nos relevés, le type 2 environ 50 % et le type 3 environ 15 % du total.

Plus rarement, on constate d'autres crottes « atypiques », cylindres informes, d'autres grossièrement torsadées en torsades larges. Dans le cas de ces dernières, la confusion ne serait possible que dans une zone de cohabitation glouton-renard.

Sur la neige, on constate des laissées informes de type diarrhéique, associées aux voies. Au fil de l'année, les variations du régime alimentaire sont perceptibles à travers la variété des excréments ; elles produisent à l'occasion des excréments bicolores.

Les jeunes laissent de nombreuses crottes plutôt apparentées au T3 mais de petite taille (de 2 à 4 cm de longueur, plus ou moins 0,5 cm de diamètre).

Les enveloppes de baies issues d'un transit rapide restent agglomérées sur le terrain.

Les régurgitations produisent le même effet, mais sont caractérisées par l'absence de matière fécale.

Le renard polaire laisse des excréments assez semblables mais moins variés que ceux de son cousin.



Renard, crotte de type 1. Cigare isolé dont la longueur oscille entre 4,5 et 8 cm. Le coloris est variable. Le type 1 concerne aussi bien une alimentation omnivore que carnivore. Environ 35 % de nos relevés d'excréments de renard concernent ce type.



Renard, crotte de type 2 divisée en 7 morceaux. L'excrément T2 (50 % des relevés) présente des fragments qui, seuls, seraient identiques au type 1. L'alimentation en modifie beaucoup le coloris. Mis bout à bout, les fragments totalisent des longueurs pouvant atteindre, voire dépasser les 22 cm. T1 et T2 ont un diamètre situé aux alentours de 15 à 20 mm.



Renard, crotte de type 3. Cet excrément est coloré d'orange par la consommation des baies de cynorrhodons. En général, le diamètre du T3 est faible, ce qui accentue l'impression de longueur de l'excrément. Le T3 représente environ 15 % du total des relevés.



Renard, crotte atypique. Ici, nous avons affaire à un T2 déformé par les enveloppes de baies. Les excréments atypiques comprennent aussi des excréments informes de coloris variables ou de très petits cylindres.

Chacal doré (*Canis aureus*)

Cylindre présentant deux types intimement liés. Au classique (voir tableau plus haut, p. 110) s'ajoute un deuxième type semblable, plus long et fragmenté (3 ou 4 morceaux). Les bords peuvent être tapissés de poils. Il arrive qu'un excrément long se coude, mais nous ne connaissons pas de cas avec torsades apparentes. Les crottes sont déposées sur sites, permettant le marquage.



Chacal doré. Cet excrément évoque le T2 du renard, quoique les proportions générales du cigare soient plus importantes. Le diamètre peut atteindre les 2,5 cm. Au-delà du type, il existe une grande variété de déclinaisons en fonction des régions et de l'alimentation très variée de cette espèce.

Loup gris (*Canis lupus*)

Cylindre d'aspect extérieur lisse ou entièrement tapissé de poils. Dans un tiers des cas environ, le cigare du loup affecte une torsion large. Les os colorent la crotte de blanc. Le coloris de l'excrément est fréquemment masqué à la vue par la présence en surface de poils des grandes proies ingérées (sanglier, poils généralement noirs ; chevreuil, poils roux et cerf, poils du brun clair au beige).

L'excrément est dense, perdurant longtemps, comme nous pouvons le constater sur les sites de marquage. Une grosse crotte peut recéler des restes osseux de belle taille (petits sabots).

Les postes de marquage correspondent souvent à un lieu géographique, comme un épaulement, une barre rocheuse, une terrasse ou un col. Dans les zones où sentes et sentiers sont nombreux, il est fréquent de trouver des marquages à leurs intersections. L'ancienneté différente des crottes permet d'apprécier la durée d'utilisation du poste de marquage et s'il est encore utilisé.



Loup gris. Crotte divisée en cigares bourrés de poils d'un cerf qui a été consommé par l'animal. Quand il n'est pas fragmenté, l'excrément du loup perd sa forme cylindrique, s'étire et se torsade légèrement. La longueur de l'excrément lupin varie de 12 à 30 cm et peut atteindre les 3,5 cm.

Les ursidés

Les excréments des ursidés sont assez caractéristiques par leur grande taille et c'est heureux, car leur variété est importante, surtout chez l'ours brun.

Ours brun (*Ursus arctos*) et ours polaire (*Thalarctos maritimus*)

Crotte d'aspect très variable en liaison avec son omnivorie. Le cylindre épais et la bouse sont les types les plus fréquents. Des défécations importantes se traduisent par une fragmentation du cylindre. Son contenu permet de connaître la nature de l'alimentation du moment. Une laissée dont l'odeur est forte et relativement désagréable traduit un repas carné. L'intérieur d'un boudin composé de matière végétale est verdâtre et évoque la bouillie.

Le coloris du boudin est nettement influencé par l'alimentation, la consommation de carottes (Abruzzes) produit des boudins orange du plus bel effet.

Les bouses peuvent être trouvées à peu près n'importe quand, mais les plus caractéristiques sont celles qui suivent la consommation de myrtilles. Elles sont parfois éjectées pendant la marche et laissent une traînée violette. Des restes végétaux apparaissent souvent en surface à côté de graines et de noyaux.



Ours brun, crotte d'adulte de longueur et de volume moyens. Bien que ne paraissant pas très typé, cet excrément est aisé à reconnaître sur le terrain. Son coloris varie en général du noir au brun, mais des formes verdâtres issues d'une alimentation végétale ne sont pas rares.



Ours brun, cigares laissés par un sujet âgé de 24 à 30 mois environ. Les excréments laissés par les jeunes ne diffèrent guère de ceux des adultes si ce n'est par la taille.

Ours brun, bouse ancienne ayant séché au soleil. Ce type d'excrément accompagne souvent l'alimentation végétale. En période de maturité des baies et des fruits comme les myrtilles, dont l'ours est friand, les embarras intestinaux du plantigrade se traduisent souvent par le dépôt de bouses liquides fortement colorées.



Des grains subcylindriques sont parfois émis. Ils peuvent se déliter et prendre l'aspect de bouse. Plus rarement sont émis des grains anguleux de type « berlingot » ou des crottes allongées en cylindres relativement fins et pouvant présenter une ou deux torsades larges. Ces crottes sont en général tapissées de poils à l'extérieur. Dans ce dernier cas, la crotte rappelle certaines crottes de loup.

L'ours blanc produit des excréments semblables, mais les formes carnées prédominent largement.

Les excréments d'ongulés, limites des connaissances et clés de détermination

Les excréments des ongulés sont bien connus et dans l'ensemble facilement déterminables. Nous en distinguerons trois types : les grains, les boudins et les bouses. Les grains sont les plus répandus, les seuls boudins fréquents sont ceux du sanglier et du renne. Le cerf en période de brame produit des boudins globuleux, mais qui ne sont que des grains non séparés.

Les grains peuvent affecter différentes formes : sphérique, ovoïde ou allongée.

Les ongulés sauvages laissent des crottes qui peuvent être éventuellement confondues avec celles de ruminants domestiques.

Clés de détermination des excréments d'ongulés

Espèce	Forme	Longueur (valeur maximale)	Diamètre	Fragmentation possible
Sanglier	Grain cubique ou en berlingot	Sans objet	1 à 2 cm	-
Sanglier	Boudin	7 à 11 (15) cm	4,5 à 7 cm	Oui
Cerf élaphe	Grain allongé ou subsphérique	1,8 à 2,5 cm	1,3 à 1,9 cm	-
Daim	Grain allongé ou subsphérique	1 à 1,5 cm	0,7 à 1,2 cm	-
Cerf sika	Grain allongé	0,8 à 1,3 cm	0,6 à 1,1 cm	-
Cerf muntjac	Grain subsphérique à sphérique	Sans objet	0,8 à 1 cm	-
Élan	Grain allongé	3,5 à 4,5 cm	1,5 à 2 cm	-
Chevreuil	Grain allongé, fin	1 à 1,5 cm	0,8 à 1 cm	-
Renne	Grain allongé ou sphérique	1,5 à 1,8 cm	0,8 à 1,2 cm	Oui

Espèce	Forme	Longueur (valeur maximale)	Diamètre	Fragmentation possible
Renne	Boudin	10 à 20 cm	4 à 6 cm	Oui
Mouflon	Grain subsphérique à sphérique	Sans objet	0,9 à 1,2 cm	Oui, parfois
Mouflon	Boudin	5 à 8 cm	2 à 3 cm	Non
Bouquetin	Grain sphérique ou allongé	Sans objet 1,8 à 2 cm	1,5 cm 1,5 cm	-
Chamois	Grain sphérique ou ovoïde	Sans objet 1 à 1,2 cm	1 à 1,5 cm 0,7 à 0,8 cm	-
Bœuf musqué	Grain sphérique	Sans objet	1 à 2 cm	-
Bison	Boudin	10 à 15 cm	5 à 6 cm	Oui
Bison	Bouse ronde	Sans objet	20 à 40 cm	-

Sanglier (*Sus scrofa*)

Crotte variable. Le type le plus fréquent est le boudin. La plupart du temps, ces boudins sont tronçonnés. Un examen des tronçons révèle que les segments détachés affectent l'apparence d'une figue sèche. Le nombre de tronçons est de 2 à 4. Le coloris habituel frais va du brun clair au noir. L'odeur est variable en fonction des aliments ingérés.

Le deuxième type est constitué de grains de forme cubique ou en berlingot. Chaque grain possède une arête longue de 1 à 2 cm. Le coloris habituel est brun ou noir. Ce type est surtout émis durant les mois d'été et d'automne en milieu forestier.

En boudin ou en grains, les crottes sont déposées au hasard. Le coloris intérieur est de brun à noir après une alimentation carnée, vert après une abondante consommation de végétaux. Le coloris brun à brun clair correspond à une alimentation variée carnée et végétale. Parfois, on trouve des fragments d'os ou des plumes dans les crottes.



Sanglier, crottes en grains. Les constituants de ces dépôts sont des crottes plus ou moins arrondies, parfois légèrement allongées et ne présentant pas d'arête. Ces grains souvent composés de deux morceaux agglomérés se fragmentent en prenant l'aspect de figues sèches.



Sanglier, crotte fraîche en boudins. Ce type de laissée est fréquent et peut à la rigueur être confondu avec celle de l'ours brun dans les zones de cohabitation. Dans ce cas, l'examen du contenu, de la structure et l'odeur aideront grandement la détermination. La longueur de semblables boudins est comprise en moyenne entre 7 et 11 cm pour un diamètre atteignant 7 cm.



Sanglier, crottes dites « en berlingot ». Il s'agit en fait de grains non arrondis et présentant des arêtes. Leur fréquence est assez importante, notamment dans les habitats forestiers.

Les cervidés

Cerf élaphe (*Cervus elaphus*)

Il produit des crottes (appelées « fumées ») dont les bords sont réguliers et parallèles, avec une extrémité pointue et l'autre concave. Les fumées de plus grande taille trouvées au hasard des



Cerf, dépôt en grains sur la litière de feuilles en zone forestière. Le groupement témoigne de l'immobilité de l'animal lors de l'expulsion.



Cerf, dépôt de fumées sur neige. Notez que l'albédo diffère entre la neige à fort pouvoir réfléchissant et le grain dont le coloris favorise l'absorption du rayonnement. Le grain se réchauffant, il fait fondre la neige à son contact, créant d'abord une petite dépression. Au fur et à mesure, le grain va s'enfoncer dans le manteau neigeux et finira par disparaître au fond d'un puits de fusion.

dépôts sont issues de la non-séparation de deux grains. Le coloris frais habituel est de brun sombre à noir brillant (la brillance disparaît rapidement). En vieillissant les fumées virent au brun. L'intérieur est une bouillie végétale de couleur variable. À l'approche du brame sont émis de gros boudins globuleux qui sont constitués de grains non séparés. Dans les lieux de séjour (gagnage, repos), on constate de nombreux dépôts constitués de grains assemblés.

Daim (*Dama dama*)

Grain à bords réguliers et parallèles avec une extrémité pointue et l'autre concave. Le coloris frais est de brun sombre à noir. Dépôts en des lieux aléatoires (voir « Cerf élaphe »).

Daim. Ses crottes ressemblent beaucoup à celles du cerf élaphe, et dans les rares zones de cohabitation il faut avoir recours aux mesures pour trancher.



Cerf sika (*Cervus nippon*)

Grain plutôt allongé noir à l'état frais. La brillance initiale s'efface rapidement. Les bords sont réguliers et parallèles. Une extrémité a un apex, l'autre est concave. Pour le reste, voir « Cerf élaphe ».

Cerf muntjac (*Muntiacus muntjac*)

Grain subsphérique avec un apex. Le coloris frais habituel est de brun noir à noir. Il est parfois émis (en été) en boudins globuleux.

Élan (*Alces alces*)

Les plus grosses crottes de cervidé européen. Elles sont semblables en plus grand à celles du cerf. Parfois grains plus courts subsphériques avec un apex à une extrémité. Dans ce cas, le diamètre est seulement de 2 à 3 cm. Sont également émises

des crottes issues de la non-séparation de deux grains; elles peuvent dépasser les 4,5 cm et se caractérisent par des bords irréguliers.

Comme les autres cervidés, l'élan peut émettre des boudins globuleux composés de grains agglomérés (longueur jusqu'à 30 cm). Fragmentées, les crottes en bou-



Élan. Les grains composant les dépôts évoquent au premier coup d'œil ceux d'un très grand cerf par leur taille et ceux d'un chevreuil par leur forme allongée à bords parallèles. Sur le terrain, leur grande longueur (jusqu'à plus de 3 cm) permet une diagnose aisée.

dins laissent au sol des morceaux en figes sèches. Les restes végétaux donnent aux crottes un aspect en aggloméré de bois, moins prononcé toutefois que chez le lièvre. L'intérieur est une bouillie végétale verdâtre. Les lieux de dépôts sont variés, parfois insolites (couvercle de poubelle).

Renne (*Rangifer tarandus*)

Grain subsphérique ou allongé avec un apex à une extrémité. L'aspect général est moins régulier, avec des bords creusés de concavités. Le coloris habituel à l'état frais est noir.

Quand les grains restent agglomérés, ils produisent des boudins informes non globuleux. Le coloris varie du beige au brun.



Chevreuil (*Capreolus capreolus*)

Grain (appelé « moquette ») à bords réguliers, parallèles et sans aspérité. Il arrive que les grains soient émis en chapelet. Le coloris habituel à l'état frais est noir, parfois brun noir. Ils sont déposés au hasard.

Chevreuil, dépôt de « moquettes » dans une pinède. Il faut surtout observer les bords parallèles de chaque grain et son allongement. L'excrément du chevreuil de petite dimension (1 à 1,5 cm de long en moyenne) ne peut être confondu qu'avec celui du cerf sika ou du daim. Dans tous les cas, les moquettes du chevreuil nous sont apparues plus allongées.

Les bovidés

Mouflon de Corse (*Ovis amon*)

Grain sphérique avec souvent un petit apex. Le coloris est brun ou noir à l'état frais. L'aspect extérieur est régulier, parfois cabossé. Les dépôts sont importants quant au nombre de grains. Des grains agglomérés sont parfois émis. Le contenu a l'aspect d'une bouillie verdâtre, vert intense à l'état frais, vert tendre en vieillissant. Les dépôts sont émis au hasard.

Mouflon, dépôt typique. La ressemblance des laissées du mouflon avec celles du mouton domestique est forte. En général, les grains constituant un dépôt sont homogènes, alors que ceux du mouton ne le sont pas toujours.





Bouquetin des Alpes. Dépôt en grains écrasés sur rocher. Ce type d'excrément est fréquent du printemps à l'automne. En hiver, les grains sont en majorité plus sphériques.

Bouquetin des Alpes (*Capra ibex*), ibérique (*Capra pyrenaica*) et chèvre de Crête (*Capra aegagrus*)

Son grain est si semblable à celui de la chèvre domestique qu'il est préférable que cette dernière soit absente des lieux de découverte. Il est sphérique, présentant ou non un apex.

Il n'est pas rare de trouver un deuxième genre d'excrément dont l'aspect ne conserve rien du grain. Il s'agit de petites bouses aplaties fréquemment déposées sur des rochers. Le coloris général est gris clair. Le contenu est vert, en bouillie végétale.

Chamois (*Rupicapra rupicapra*)

Grain sphérique ou ovoïde sans apex. Les crottes d'hiver sont plus claires et curieusement plus volumineuses. Les grains groupés en dépôts sont d'autant plus nombreux que les animaux ont séjourné sur le secteur.



Chamois. Les grains composant les dépôts sont assez semblables à ceux des autres ongulés. Toutefois, ils sont souvent nettement cabossés, ce qui les différencie des autres.

Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*)

Grain sphérique de coloris brun noir à noir non brillant à l'état frais. Il reste sombre en vieillissant. Le grain est de taille relativement réduite par rapport à la taille de l'animal. Les crottes sont déposées au hasard des pérégrinations.



Bison. Ce bovidé émet régulièrement des bouses ou des crottes en petits tas. Le contenu végétal est verdâtre, l'aspect général est très semblable à celui de nos bovins domestiques.

Bison d'Europe (*Bison bonasus*)

Crotte de deux types : la bouse et le gros boudin. La bouse est brun verdâtre à l'état frais et vire au beige ou au brun clair en vieillissant. Son contenu est une bouillie végétale verdâtre. On peut trouver en son centre quelques boules évoquant le crottin de cheval.

Le bison d'Europe produit aussi des crottes en gros boudins renflés dans leur partie centrale.

Les proies des grands carnivores

Tous les carnivores laissent derrière eux des restes de proies, mais les plus intéressantes sont celles qui, domestiques ou sauvages comme le sanglier, le chevreuil, le cerf, voire le chamois, ont été victimes d'un grand carnivore.

Sur une proie fraîche, l'essentiel de la détermination se fait par le biais de constatations et de mesures faites sur l'animal. Sur une vieille proie, les mêmes constatations ne seront pas forcément réalisables, car la nécrose fausse les données. Nous procéderons donc à l'examen du squelette et à celui des alentours immédiats de la proie susceptible de garder des indices spécifiques. Sur la neige, les empreintes autour du cadavre peuvent livrer le nom du prédateur.

Globalement, une recherche de prédateur passe par un examen du milieu environnant, la quête d'indices aux alentours de la proie et l'observation de tous les signes laissés sur le corps de la victime lors de l'attaque.



Site d'attaque du lynx. L'animal utilise les arbres pour se dissimuler et arriver à bonne portée de la proie avant de l'attaquer et de la capturer au terme d'un galop rapide mais bref. Un tel site peut convenir également à l'ours brun.

La connaissance des méthodes de chasse est importante, elle entrera comme critère dans l'examen du milieu environnant la proie. Si l'ours est capable d'approcher les 50 km/h lors de charges foudroyantes, il n'est guère capable de tenir longtemps une telle allure et capturera plutôt par surprise. Le loup est un coureur qui ne maîtrise de grandes proies comme le cerf qu'en groupe. Le lynx, mal équipé physiologiquement pour la course, est un chasseur à l'approche.

Le milieu environnant permet ainsi une première approche probabiliste concernant l'espèce susceptible d'être la coupable. Cet examen va révéler si le terrain permettait une chasse à l'approche ou à l'affût, ou seulement à la course. La neige est beaucoup plus parlante si elle a gardé des pistes, le simple fait qu'il y en ait deux élimine le lynx.



Loup gris, crotte contenant de nombreux poils de cerf. Lorsqu'ils appartiennent à la proie trouvée, les poils ne prouvent que sa consommation, car le canidé consomme aussi des animaux qu'il n'a pas tués.



Lynx, crotte colorée de roux par des poils de chevreuil. Dans ce cas, on peut sans grand risque en inférer que le lynx est l'agresseur. Le félin ne consomme quasiment jamais une proie qu'il n'a pas tuée.

Aux alentours immédiats de la proie, l'ichnologue va rechercher tout ce qui est susceptible d'éclairer le déroulement des faits et qui en a été l'acteur.

Sur neige, les traces du prédateur peuvent être trouvées, mais attention : la présence de traces rapportées à une espèce est insuffisante en toute rigueur pour affirmer qu'elle est l'auteur de la capture. Il est en effet notoire que certains prédateurs sont volontiers des charognards qui utilisent les proies tuées par d'autres (loup, ours). Le lynx, lui, ne s'intéresse guère à ce qu'il n'a pas tué. Sur la neige, si des traces de lynx sont découvertes près de la proie en compagnie de celles d'un autre prédateur, on notera si le lynx est passé ou non le premier.

Autour de la proie, il est courant de découvrir des crottes laissées par ses différents consommateurs. Nous aurons donc une bonne idée des animaux qui l'ont exploitée. Il est une nouvelle fois important d'examiner de près l'état de fraîcheur des dépôts afin de reconstituer une chronologie des événements. Notons que les

excréments les plus anciens ont des chances d'être ceux de l'auteur de l'attaque. Dans le cas où des excréments de lynx sont trouvés, il est à peu près certain qu'il est l'auteur de la capture, car en principe il ne vient pas marquer sur une proie qu'il n'a pas tuée.

Cette méthode, pour intéressante et passionnante qu'elle soit, connaît ses limites. En effet, elle dépend beaucoup de l'expérience de l'observateur, sans parler de la non-objectivité des éléments à notre disposition. Nous ne pouvons évidemment travailler que sur ce qui est observable. Ainsi, dans les Abruzzes, une carcasse de cerf est consommée par deux loups, lorsque les animaux s'en éloignent, dérangés par l'arrivée d'un gros ours. Dans ce cas, l'herbe n'enregistrant pas les traces des loups si ceux-ci n'ont pas marqué, si l'ours le fait, nous aurons tendance à raisonner vrai et pour autant conclure faux.

Les excréments contenant des poils provenant de la carcasse ne prouvent que sa consommation.

Dans le cas d'un troupeau domestique, quelques autres éléments peuvent être pris en compte. Ainsi, si nous sommes en présence de plus d'un animal immolé, il y a beaucoup de chances pour que le lynx n'ait rien à voir dans cette affaire. Le félin n'est pas physiologiquement équipé pour un effort soutenu, et la mise à mort de plusieurs bêtes est exceptionnelle. Un seul animal immolé peut en revanche avoir été victime du lynx.

Cette probabilité s'accroît si le troupeau groupé broute dans les parages de la proie, car pour une raison difficile à expliquer, en général l'attaque du lynx ne disperse pas le troupeau. Une attaque d'ours met le troupeau en fuite, ainsi qu'une attaque de loup.

Basée sur ces principes, la détermination d'un prédateur s'apparente à un travail de détective. Malheureusement, les facteurs pris en compte dépendent beaucoup de l'observateur. On a donc beaucoup de mal à traduire ceux-ci en données objectives.

Les données objectives, elles, vont apparaître avec l'examen des éléments directs, c'est-à-dire les marques notées sur la proie (dents, griffes), le mode de mise à mort et le mode de consommation. Il faut noter que si nous pouvons nous appuyer sur des éléments probants, l'examen d'une proie doit toujours intervenir assez rapidement pour être profitable. Quand la proie est vieille, sa consommation trop avancée ne permet guère de voir comment l'animal a été tué. Les traces de griffes sont moins nettes, voire occultées, les marques des dents ont subi une nécrose avancée qui en rend l'examen caduc.

Avant de détailler ces éléments qui vont nous livrer l'identité du prédateur, notons quelques vérités de base qui vont nous aiguiller en cas de doute final :

- le lynx capture le chevreuil (souvent), le chamois (rarement), le daim (jeune) quand il est présent. Brebis, chèvre et jeune sanglier peuvent être ajoutés à la liste;
- l'ours brun capture la brebis (souvent), les bovidés domestiques (rarement). Il ne capture pas le chevreuil ou le chamois. Sanglier (rarement) et cerf (très rarement) peuvent être consommés;
- le loup capture le chevreuil, le cerf, le sanglier, le renne, l'élan, un panel permis par la chasse en groupe. Ce sont les seuls prédateurs européens qui chassent en groupe.

Parmi les trois prédateurs que nous étudions ici, un seul est capable de tuer sa proie sans utiliser ses canines : l'ours brun, dont le coup de patte puissant est suffisant pour occire une brebis. Une proie de l'ours porte souvent des traces de morsures et des traces de lacérations dues aux fortes griffes. Les parties musculaires sont abîmées et portent de gros hématomes. Enfin, au niveau du museau et de la bouche, on notera la présence de saignements importants. L'ours peut en outre laisser un indice typique derrière lui : lorsqu'il commence à manger le cadavre d'une brebis, il est capable de la peler sans perforer la peau ; cette dernière est écartée et la chair mise à nu.



Dans le vallon de Yèse (64), un ours a rattrapé une brebis qui s'enfuyait. Lors de la capture, des morceaux de laine importants ont été dispersés. Si l'animal est surpris et la capture immédiate, on n'observe pas cet épandage laineux.

Loups et lynx doivent utiliser leurs canines pour tuer. Cette morsure est portée à la gorge, en général à l'avant du larynx ; la prise étouffe la proie qui meurt par asphyxie.

Le nombre d'impacts observables sur la proie varie en fonction de la qualité de la première prise et de la vigueur de l'animal attaqué.

La morsure du lynx laisse des traces reconnaissables, car les perforations sont nettes et fines. Dans une capture normale, le nombre de perforations varie entre 6 et 12. Si la proie se débat, il arrive que le lynx s'y reprenne à de nombreuses fois avant d'assurer une prise définitive (cas exceptionnel de plus de 70 perforations sur un daim).

La morsure du loup laisse des perforations plus larges, moins « chirurgicales ».

Quand la proie se débat, le loup resserre sa prise, ce qui a pour effet d'abîmer les tissus et de rendre les morsures moins nettes. Un autre type de morsure superficielle peut être noté lorsque le loup tente d'assurer sa prise sur une proie en déplacement rapide. Ces morsures laissent des éraflures sur les flancs et le haut



Cerf mâle adulte. L'animal a été surpris au repos par un ours. Les buissons écrasés ont révélé la petitesse du périmètre d'agression. Le plantigrade s'est attaqué aux entrailles et légèrement au cuissot arrière.



Les grandes proies mobiles doivent être immobilisées pendant la course. Cela amène les loups à tenter différentes prises plus ou moins couronnées de succès. Ce cheval porte sur son train arrière une cicatrice démontrant qu'il a réussi à échapper à au moins une tentative d'immobilisation.

des pattes, alors que la partie inférieure de celles-ci peuvent présenter de petites fractures. Ces marques ont parfois été à tort imputées aux griffes.

Les griffes du lynx lui servent à agripper et tenir la proie, il ne faut donc pas s'attendre à trouver des traces très longues. Impliquées dans la capture, les griffes, quand elles marquent, laissent des traces sur la tête, le cou. Sur une prise ratée, un lynx vigoureux peut lacérer le poitrail de la proie.

En dépit de tous ces facteurs, il n'est pas toujours simple de déterminer l'identité du prédateur. Dans ce cas-là, nous avons recours à la méthode qui consiste à mesurer l'écartement entre les canines. Cette méthode se fonde sur le fait que tous les prédateurs n'ont pas des mâchoires identiques. La mesure de l'écartement des canines fournit donc une possibilité de connaître avec certitude l'identité du prédateur.

L'intervention doit être très rapide, car la nécrose abîme très vite les trous de perforation. Une bonne mesure se pratique sur la peau enlevée du cou et étirée sur une surface lisse.

La deuxième étape consiste à repérer les perforations et à les mesurer pour déterminer les valeurs. S'il y a de multiples perforations, il faudra mesurer jusqu'à trouver les valeurs qui se répètent pour identifier celles à prendre en compte.

L'ours est en général déterminable sans pratiquer cette méthode.

Pour le loup et le lynx, les écarts sont en moyenne les suivants :

– 35 à 45 mm et 29 à 40 mm pour le loup ;

– 31 à 34 mm et 25 à 29 mm pour le lynx.



Mesure de l'écartement des canines sur la trachée d'une proie. Cette méthode permet de faire rapidement le distinguo entre une morsure de canidé et une morsure de lynx (largeur de la mâchoire, espacement entre les perforations laissées par les canines).



Ce chamois victime du lynx avait été dissimulé sous des herbes et autres débris végétaux. Toutefois, d'autres carnivores ont nettoyé la proie, comme le renard qui a laissé des crottes en marquage juste à côté.

À ces données s'ajoute le fait que l'entame de la proie n'est pas identique. Le lynx a une préférence très nette pour les gigots arrières, après lesquels il consommera les antérieurs. Le lynx « nettoie » l'os des muscles, les traces de ses canines pouvant être relevées sur les os. Le loup attaque volontiers le ventre et consomme les viscères. Gigots et flancs viendront ensuite si la proie est intacte. Certains auteurs⁷ signalent une épilation locale pratiquée par le lynx lorsque les poils de la proie sont trop épais. L'ours mange également les viscères, mais peut consommer à peu près n'importe quoi. Dans un cas rare de prédation sur le cerf, nous avons constaté la consommation première de la zone intestinale.

Sur une proie fraîche, le loup utilise ses puissantes carnassières pour broyer les os, et des fragments volumineux seront trouvés dans les crottes.

Les chiens errants posent un problème spécifique, en ce sens que la diversité des races induit une grande variété de mesures, notamment en ce qui concerne l'écartement des canines. En l'absence de crottes laissées sur les lieux, la détermination est quasiment impossible. Les mâchoires des chiens peuvent être très fortes et atteindre 60 mm d'écartement entre les canines. Au-delà de 50 mm, on peut considérer de suite avoir affaire à un chien. Cette dimension étant la limite de ce que peut atteindre un gros loup du nord de l'Europe, de Sibérie ou d'Alaska. Dans des créneaux de mesures inférieurs, il peut être très compliqué de trancher.

D'une manière générale, la mise à mort d'une proie par un chien errant est moins « propre » que par un lynx ou un loup, mais ce critère ne saurait être considéré comme probant.

7. C. Kempf, A. Balestreri, U. Wotschikowsky, M. Fernex, 1979. *Chez nous le lynx ? Mythes et réalité*, Gesta, 152 p.



Ce crâne est tout ce qui reste d'une brebis victime des loups. La consommation d'une proie permet d'appréhender les interconnexions au sein de la pyramide alimentaire d'une région donnée. De nombreux carnivores profitent des proies tuées par d'autres, avant que les détritvores et les coprophages ne terminent le travail.



Ces ossements de bovin témoignent eux aussi de la consommation d'un animal mort ou tué. À ce stade, les indices ne sont guère parlants et il est illusoire de chercher l'identité de l'agresseur éventuel. Des excréments de loups trouvés aux alentours immédiats attestent au moins que ces derniers se sont intéressés au cadavre.

Par neige épaisse, le renard peut s'emparer de proies affaiblies comme le chevreuil ou le chamois. La prise à la gorge de ces animaux est difficile pour *Vulpes vulpes*. La zone à l'avant du larynx est donc très abîmée par les séries de morsures. L'écartement moyen entre les canines du renard se situe entre 20 et 30 mm. La combinaison des valeurs est toujours inférieure à celle du lynx, et de plus les perforations ne sont jamais aussi fines.

Clés de détermination des attaques de grands carnivores

Espèce	Proie égorgée	Vertèbres cervicales ou colonne vertébrale brisée	Saignements au museau	Écartement des canines	Consommation des gigots en premier lieu	Marques de griffes profondes et hématomes sur les muscles	Marques de griffes superficielles
Ours brun	Parfois	Oui	Oui	7 à 9 cm 5,5 à 7,5 cm	Parfois	Oui	Non
Lynx	Oui	Non	Non	3,1 à 3,4 cm 2,5 à 2,9 cm	Oui	Non	Oui
Loup	Oui	Non	Non, faible	3,5 à 4,5 cm 2,9 à 4 cm	Non	Non	Non

Les indices sur les végétaux

Les indices sur végétaux ne concernent pas toutes les espèces, mais suffisamment pour constituer un domaine intéressant l'ichnologie. En général, ces attaques ont un but alimentaire ou de marquage.

Les insectivores ne sont pas concernés, quelques plantes potagères ou non souffrent si leurs racines sont sur le chemin de la taupe, mais il s'agit d'un aspect anecdotique.

Lagomorphes et rongeurs s'attaquent aux végétaux. Parmi les carnivores, seul l'ours brun commet des dégâts notables. Les félins griffent les arbres pour entretenir leurs ongles, mais il ne s'agit pas de dégâts très spectaculaires.

Tous les ongulés laissent des indices sur les arbres ou les arbustes. Ces indices, parfois appelés dégâts, entrent dans le cycle naturel des écosystèmes.

Impact des lagomorphes sur les végétaux ligneux

Lièvres et lapins pratiquent l'écorçage et l'abroustissement⁸ à but alimentaire. Ces indices discrets sont saisonniers (écorçages en hiver et abroustissements au



Lapin de garenne, branches écorcées au sol. Le travail est grossier, les coups de dents entament le bois. En général, le lapin ne pratique d'écorçage que sur des branches au sol.

8. L'écorçage a pour but principal la consommation d'écorce ; l'abroustissement vise la consommation de feuilles ou de bourgeons.



Lièvre brun, coupe de branchettes sur un arbrisseau. Les morceaux taillés sont visibles au pied de la tige. Dans les garrigues, ces indices correspondent à des périodes où le lièvre peine pour trouver sa nourriture.

printemps et en été). Les écorçages concernent de jeunes plants d'arbres ou d'arbustes. L'abroustissement se traduit par la coupe d'un rameau, d'une petite branche ou d'une jeune pousse. Il laisse un point de coupure net et lisse, ce qui constitue une caractéristique; pratiqué de manière assidue, il finit par bloquer la croissance verticale du végétal. Une forte densité d'animaux a pour effet sur le milieu de créer une zone où les végétaux adoptent un port buissonnant. Près des garennes, le lapin, qui se déplace peu, broute et écorce la totalité des végétaux. Le lièvre produit des dégâts beaucoup moins concentrés.

Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*)

L'écorçage est grossier, superficiel, le bois n'est pas consommé. La marque des dents est visible. Le lapin de garenne écorce les branches tombées au sol. Parfois il pratique l'abroutissement sur des buissons ou des arbustes. Il s'attaque aussi aux cultures, notamment aux potagers.

Lièvre brun (*Lepus capensis*)

Son écorçage sur de jeunes plants, des tiges ou de petits troncs est grossier (travail superficiel sans consommation de bois). Le lièvre gêne l'homme lorsqu'il consomme les tiges hautes de céréales, laissant derrière lui des coupes peu nettes; ou lorsqu'il jette son dévolu sur un champ de betteraves, par exemple.

Lièvre ou lapin ?

Clés de détermination des indices de lagomorphes sur ligneux

Espèce	Densité des indices	Écorçages de branches tombées au sol	Écorçages sur tronc	Hauteur des écorçages
Lièvre	Dispersés	Non	Oui	Entre 15 (10) et 60 cm
Lapin	Concentrés près des garennes	Surtout branches tombées au sol	Très rare	Entre 5 et 35 cm

Indices des rongeurs sur les végétaux ligneux

Les indices sur ligneux des rongeurs vont de l'ébourgeonnage à l'abattage de grands arbres. Ceux laissés par les grandes espèces sont aisés à déterminer, ceux des petites sont rarement rapportables à un taxon précis.

Castor (*Castor fiber*)

La capacité du castor à abattre des arbres constitue l'indice le plus remarquable de sa présence. Les arbres les plus attaqués sont les saules (*Salix* sp.) et les peupliers (*Populus* sp.).

Dans le Gard, le diamètre moyen des grands arbres abattus est de 15 à 25 cm. L'abattage de ligneux de 60 cm de diamètre n'est pas rare, et les records portent sur des arbres de plus de 3 m de circonférence.

L'attaque, commencée au pied de l'arbre, se caractérise par une première étape qui est l'écorçage, puis par le creusement du tronc, le castor opérant en tournant autour de l'arbre. Cette rotation engendre la taille en pointe de crayon.

De gros copeaux jonchent le sol au pied de l'arbre. Tronc et copeaux portent la marque des grandes incisives (d'une largeur d'environ 7 mm pour un adulte).

Les arbres abattus constituent un indice reconnaissable et très pérenne. La longue conservation de ce type d'indice permet de juger l'évolution de la présence actuelle et passée de l'espèce.



Castor, écorçage en cours. Il s'agit d'une attaque fraîche sur un grand peuplier. Un écorçage aussi large traduit le début d'un abattage. À ce stade, il arrive que les animaux dérangés ne reviennent pas.

L'arbre abattu par un castor est un indice que l'on ne peut confondre avec aucun autre. C'est l'indice le plus spectaculaire que puisse laisser un rongeur.

La consommation d'écorce est hivernale et constitue une part importante du régime alimentaire lorsque les feuillages sont inaccessibles. Les écorçages peuvent être subdivisés en écorçages de grande ampleur et écorçages de petits volumes. Ils sont partiels ou totaux, mais dans les deux cas la première couche d'écorce est enlevée.

L'écorçage total est un travail beaucoup plus soigné, exécuté en finesse. Il est pratiqué régulièrement sur des arbres, abattus ou non par le castor.

Les traces des dents sont nettement visibles. D'infimes lambeaux d'écorce subsistent en surface. Sur des pièces de bois de taille inférieure, traces d'incisives et restes d'écorce manquent, et la signature du castor est visible au point de coupe.

L'écorçage total de petite ampleur concerne des branches. Une fois écorcées, on les appelle des « baguettes ». C'est un travail méticuleux caractérisé par la coupe en oblique.

Clés de détermination des écorçages du castor

Espèce	Type	Localisation	Importance de l'écorçage	Type végétal
Écorçage de grande ampleur	Partiel	Surtout le bas des arbres	Entre 30 cm ² et 1 m ² , voire plus	Arbres dressés
Écorçage de grande ampleur	Total	Totalité de l'arbre	Toute la surface est travaillée	Arbres tombés ou abattus
Écorçage de petite ampleur	Total	Toute la partie branchue	Toute la surface est travaillée	Branches ou rameaux de diamètre entre 1 et 3 cm

Le castor attaque plus rarement d'autres essences, comme le platane ou les arbres fruitiers. Canne de Provence (*Arundo donax*) ou tiges de tournesol (*Helianthus annuus*) sont parfois coupées.

Les arbres abattus ne meurent pas et reprennent en rejetant de la base. Les zones de saules abondamment exploitées adoptent un port buissonnant caractéristique.

Ragondin (*Myocastor coypu*)

Le ragondin laisse des indices beaucoup plus ténus que ceux du castor (branchettes taillées et écorcées). Sur ces petites branches, les écorçages restent grossiers, le bois est nettement attaqué. Des lambeaux d'écorce restent en place. Des zones herbacées peuvent être tondues avec une remarquable régularité. Il s'attaque également aux tiges des roseaux (*Typhas* sp.), laissant des tiges flottantes.



Écorçage par un non-spécialiste : le ragondin. Notez le travail grossier et les coups de dents malhabiles qui ont attaqué le bois.

Écureuil d'Europe (*Sciurus vulgaris*)

Ses indices sont essentiellement des écorçages et des ébourgeonnages. L'écorçage a pour but de permettre l'accès à la nourriture (bois). L'animal écorce surtout à la belle saison, car l'écorce adhère moins au tronc. Les écorçages peuvent concerner aussi bien les sempervirents que les arbres à feuilles caduques.



Écureuil. Consommation des graines sur cône de sapin après enlèvement des écailles. Dans les forêts exploitées, ce genre d'indice sur souche d'arbre est fréquent, probablement pour des raisons de commodité. Il arrive que la plupart des souches soient utilisées à cette fin.



Écureuil. Les différentes étapes de la consommation d'un cône de mélèze. Les quelques écailles « en palmier » sur le haut du cône apparaissent rapidement. La base du cône étant travaillée moins nettement que lors de la consommation sur d'autres conifères, nous pensons que la longueur réduite du cône de mélèze empêche le rongeur de trouver les bons appuis.



Écureuil. Consommation de châtaignes dans le piémont cévenol. Notez la manière nette dont le fruit est creusé et vidé de son contenu.

Descriptif de l'écorçage et de l'ébourgeonnage

L'écorçage est réalisé à grande hauteur (au minimum 3 m) sur les troncs et jamais sur les branches.

Des morceaux d'écorce sont tombés au pied de l'arbre. L'écorce est non consommée. Des restes d'anneaux de croissance sont consommés sur le tronc. Quand la cime est coupée, le végétal peut périr. Les lambeaux d'écorce tombés au sol peuvent passer pour une chute naturelle. Toutefois leur entassement trahit la consommation de l'écureuil.

Les ébourgeonnages hivernaux sont pratiqués quand l'écureuil sort de son sommeil. Il consomme les bourgeons floraux des conifères et des feuillus, qui font l'objet d'un vrai travail de précision. Quand l'écureuil les a consommés, il ne reste en place que deux coquilles vides.

Les boutons floraux mâles, moins accessibles car situés près de la tige, sont consommés après la taille du rameau porteur. Ces rameaux tombés sous l'arbre peuvent laisser croire à une maladie du végétal.

La consommation des fruits et des graines

La consommation de fruits comme la noisette est fréquente.

Les extrémités en sont brisées. Les incisives sont introduites pour faire levier et les deux parties sont séparées. Les dents marquent peu chez les adultes et beaucoup plus chez les jeunes inexpérimentés.

Les noix sont traitées de la même manière, mais les grosses noix peuvent résister aux assauts des jeunes qui laissent sur l'extérieur les éraflures faites par les dents.

Les graines des conifères, très prisées, obligent l'écureuil à écailler les cônes.

Le cône est attaqué à la base, l'écaillage allant vers la pointe. Le travail méthodique ne laisse que quelques écailles en « feuilles de palmier » à la pointe.

Les cônes travaillés s'entassent sous l'arbre en tas parfois importants. Ils ont une base taillée en pointe et effrangée. Le corps du cône porte des fragments allongés et effilochés.

Les cônes du sapin (*Abies alba*) et de l'épicéa (*Picea abies*), ainsi que, plus au sud, ceux des divers pins (*Pinus pinea* et *halepensis*) et du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) sont consommés.



EN HAUT, À GAUCHE. Ces petites coupelles claires traduisent la consommation par l'écureuil de cônes de pins cembro.

EN HAUT, À DROITE.
Noisette creusée
et vidée par l'écureuil.

Indice rare, des boules de cyprès ont été consommées par l'écureuil. En règle générale, le rongeur se cantonne aux pins et autres conifères, y compris dans le biome méditerranéen. Cet indice de janvier pourrait bien traduire des difficultés d'alimentation.

Clés de détermination des cônes consommés par l'écureuil et les petits rongeurs

Espèce	Base du cône	Fragments allongés et effilochés	Coupure de la base de l'écaille	Aspect de la tête du cône
Écureuil	Taillée en pointe et éfrangée	Oui	Sans régularité Oblique	Écailles assez nombreuses
Petit rongeur	Arrondie non éfrangée	Non	Bien régulière Droite	Écailles assez peu nombreuses

Les petites espèces

L'écorçage est pratiqué par quelques espèces comme le campagnol des champs (*Microtus arvalis*), le campagnol agreste (*Microtus agrestis*), le campagnol rous-sâtre (*Clethrionomys glareolus*) et le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*). Le surmulot (*Rattus norvegicus*) s'y essaie également.

À but alimentaire, il est en général opéré entre le niveau du sol et une hauteur de 25 cm. Une pierre ou tout autre objet permet à l'animal de ronger bien au-dessus de ces hauteurs. La neige joue le même rôle. Les traces des dents sont visibles. La plupart de nos essences autochtones sont susceptibles d'être écorcées.

L'écorçage d'été vise à ouvrir un accès au liber et à l'aubier pour permettre de consommer le reste de l'anneau de croissance. De nombreuses traces de dents y apparaissent. La hauteur maximale de l'écorçage varie avec le talent de grimpeur de l'espèce. Ainsi le campagnol peut-il écorcer jusqu'à plusieurs mètres au-dessus du sol.

Les campagnols qui restent au sol se contentent de tourner autour de l'arbre, créant ainsi un anneau bien repérable. L'écorce ôtée tombe au sol en fins lambeaux. Les traces de dents apparaissent souvent sur ces lambeaux.

Des écorçages du type campagnol terrestre sont aussi l'œuvre occasionnelle du surmulot. Ce campagnol attaque le système racinaire de diverses essences, et il y cause suffisamment de dégâts pour mettre la vie de l'arbre en péril.

Les petits rongeurs capables de grimper pour atteindre la nourriture réalisent des ébourgeonnages. Ils consomment surtout les bourgeons situés en extrémité de branche. La destruction répétée de ces bourgeons engendre des perturbations de croissance qui donnent au végétal une forme buissonnante en boule.

Indices des carnivores sur les végétaux ligneux

Le lynx et le chat forestier peuvent aiguiser leurs griffes sur les troncs, activité qui ne laisse guère de traces visibles. En fait, le seul carnivore qui laisse sur les arbres des marques pérennes et spectaculaires est l'ours brun.

Ours brun (*Ursus arctos*)

L'ours brun griffe les arbres, produisant un écorçage dont la hauteur varie entre 1 et 2,20 m au-dessus du sol. Les conifères sont les plus prisés. Une fois l'écorce arrachée, les marques de griffes se lisent sans peine. Elles laissent sur le tronc de profondes cicatrices par lesquelles s'écoule la résine. Il est très fréquent d'y trouver collés des poils, car l'ours utilise la résine pour se débarrasser des poils excédentaires.

Lors de ses déplacements il peut laisser des éraflures sur un tronc couché, voire de belles marques de griffes sur un tronc qui l'aura attiré pour son intérêt alimentaire. Il est difficile de l'affirmer, mais il n'est pas exclu que les troncs griffés aient une fonction de marquage territorial. Il arrive que des ours viennent griffer les troncs sur lesquels on a peint une balise de randonnée (Pyrénées), ou encore des bancs placés près d'un parking situé sur son domaine (Abruzzes).

Les gros écorçages dépassent les 2 m² de superficie et l'écorce pend le long du tronc en longs lambeaux. La consommation de matière ligneuse peut laisser des traces de dents sur le tronc écorcé.



Ours brun. Le plantigrade a cassé les branches basses de ce chêne chevelu pour s'approprier les glands qu'il affectionne. De semblables dégâts peuvent être notés sur des arbres fruitiers sauvages ou dans des vergers.

Indices des ongulés sur les végétaux ligneux

Les ongulés mettent arbres et buissons à contribution et laissent des marques significatives de leur activité. Écorçage et abrouissement ne sont pas rares, auxquels il faut ajouter le frottis.

Comme nous l'avons vu, l'écorçage a pour but principal la consommation d'écorce, et l'abrouissement vise la consommation de feuilles ou de bourgeons. Le frottis résulte de la friction prolongée et répétée des cornes, souvent en réponse à des *stimuli* de marquage.

En règle générale, on peut déterminer l'espèce auteur de l'une ou de l'autre activité. Ces trois genres d'activités engendrent des typologies caractéristiques.

Clés de détermination des indices d'ongulés sur ligneux

Indice	Sur tronc	Sur grosse branche	Marques de dents	Marques de cornes	Morceaux de végétaux au sol
Écorçage	Oui	Oui	Oui	Non	Oui (écorce)
Abrouissement	Non	Non	Non	Non	Oui
Frottis	Oui	Parfois	Non	Oui	Oui (écorce)

À ces indices, il faut ajouter ceux spécifiques du sanglier et les végétaux brisés par les cervidés en proie à une grande excitation lors du rut.

L'écorçage se traduit pour les cervidés par la consommation d'écorce et de bourgeons en hiver ; au printemps s'ajoutent feuilles et jeunes pousses. Abrouissement et écorçage se chevauchent donc.

Les écorçages d'été et d'hiver sont identiques ; hormis au printemps, l'écorce colle au tronc et les marques de dents sont visibles. Au printemps, les cervidés enfoncent les incisives dans l'écorce assez bas sur le tronc et tirent vers le haut l'écorce ainsi décollée. Le bois est mis à nu. Les écorçages sur écorce adhérente constituent un travail de longue haleine, les cervidés utilisant leurs incisives à la manière des rongeurs. Les sillons des dents sont assez nets.

L'abrouissement se traduit par la cueillette de feuilles ou l'arrachage de petites branches. La coupe donne une impression d'arrachement, avec de la fibre ligneuse apparaissant au point de cassure.

Le frottis est un ensemble de sillons laissés par les cornes. La surface de bois mise à jour est très variable. Les ongulés à cornes courbes comme le chamois laissent des sillons moins marqués.

Le cerf élaphe, le daim et le cerf sika pratiquent l'écorçage et l'abrouissement.

Dans les zones de cohabitation cerf élaphe/cerf sika, nous avons des difficultés de détermination. Les indices les plus élevés sont ceux du cerf, mais les dimensions des dents seront un complément utile. Entre le daim et le cerf, le problème est à peu près le même. Entre le daim et le cerf sika, on ne peut trancher avec certitude.

Les indices laissés par l'élan étant proportionnels à sa taille et à sa hauteur, ils ne sont pas difficiles à déterminer.

Le cerf muntjac bas au garrot laisse ses indices près du sol. Ses écorçages sont peu profonds et de superficie réduite.

Le chevreuil pratique surtout l'écorçage sur écorce peu adhérente (au printemps et en été). Ses dagues arrachent l'écorce, laissant des sillons profonds. L'écorce pend en lambeaux.

Souvent, le mâle gratte le sol devant l'écorçage, cette association écorçage/grattée est appelée « régalis ». La hauteur du travail (de 30 à 70 cm) permet de déterminer l'espèce.

Le sanglier enlève l'écorce par frottement de son corps. Cette activité laisse une large plaque de bois à nu. Ces arbres appelés « arbres frayoires » sont souvent situés près des lieux de bains (souilles). L'utilisation de goudron de Norvège par les sociétés de chasse tend à créer artificiellement des arbres frayoires un peu partout.

Le renne consomme en été feuilles et jeunes pousses. En conditions naturelles, il ne semble pas pratiquer d'écorçage.



Cerf. Sur ce tronc nous constatons que l'écorticage est étendu, ce qui nous informe que les animaux ont l'habitude de revenir fréquemment sur le même tronc.



Chevreuil. Écorçage sur un jeune arbre. Notez la présence de lambeaux pendant sur le tronc, d'autres tombant au sol. Une grattée devant le tronc écorcé compose un indice de marquage baptisé « régalis » (non visible sur le cliché).



Sanglier. Pin frayoïr. Dans la garrigue, les pins riches en résine attirent les sangliers qui viennent s'y frotter et se débarrasser de leurs poils. Au sortir du bain de boue, ils se frottent contre ces troncs, y laissant de larges plaques claires appelées « houssures ».

Les bovidés

Le mouflon pratique des écorçages qui laissent des traces de dents nettement perpendiculaires à l'axe de pousse. L'abrouissement porte sur les feuilles fraîches.



Abrouissement du mouflon de Corse. Durant la période de végétation, ce ruminant consomme abondamment les feuilles dont il avale les parties tendres sans les arracher.



Jeune plant de pin écorcé par un chamois. L'animal laisse des marques moins profondes dans le bois du fait de la courbure de ses étuis.

Les bouquetins pratiquent parfois l'écorçage et régulièrement l'abrutissement. Chez le bouquetin aussi, l'écorçage laisse des traces de dents visibles.

Le chamois frotte sa tête contre des arbrisseaux pour déposer la sécrétion de ses glandes rétro-cornales. Il en détache l'écorce qui tombe ou pend en lambeaux. Ses cornes recourbées laissent des marques discrètes. Il pratique aussi l'ébourgeonnage et broute les jeunes pousses des conifères sur les lisières forestières.

Le bison enlève de grandes plaques d'écorce et broute aussi les jeunes pousses, mais cette activité est peu importante, car l'espèce prise avant tout les herbacées.

Pour en finir avec les indices sur ligneux, mentionnons la « houssure » qui est une plaque de boue laissée sur le tronc par les sangliers sortant de la souille. Elle se présente comme une large zone grise colmatant les irrégularités de l'écorce.

Ces indices peuvent fragiliser, voire tuer le végétal attaqué. Un écorçage étant pratiqué toujours du même côté de l'arbre, ce dernier va survivre et reconstituer les parties blessées. Mais un gros écorçage peut ralentir la croissance de l'arbre.

Les abrutissements, et surtout la consommation de jeunes pousses, peuvent aussi poser problème. Cette action répétée peut être mortelle pour la plante ou à tout le moins arrêter sa croissance. Un effet très visible de cet impact est l'adoption d'un port buissonnant en boule. Écologiquement, on ne peut considérer ces impacts comme d'authentiques dégâts. En revanche, pour le forestier ou le sylviculteur, une telle action peut prendre des proportions dommageables, surtout en cas de forte densité.

Aide à la détermination des indices sur ligneux

L'écorçage des cervidés se situe à des hauteurs d'environ 1,40 m à 1,50 m pour le daim et le cerf sika; à 1,60 m à 1,70 m pour le cerf élaphe; l'élan écorce de grandes plaques à des hauteurs situées entre 1,80 m et 2 m. Il n'y a pas de réelle proportionnalité entre la taille de l'animal et celle des lambeaux qui pendent.

Les traces de dents permettent des mesures et donc une détermination, elles sont surtout apparentes dans le sens vertical dans les périodes où l'écorce adhère au tronc. Les traces de dents perpendiculaires au tronc trahissent le travail des bovidés : mouflons, chamois, etc. Les frottis montrent la marque des cornes de manière nette (chevreuil) ou plus diffuse (chamois, bouquetins).

Autres indices

Les coulées

Les animaux se déplaçant souvent sur des itinéraires choisis mettent le sol à nu, créant des couloirs appelés « coulées ». Il est intéressant de les étudier, mais il faut procéder avec prudence, car plusieurs espèces peuvent utiliser une même coulée. Bien sûr, cela n'est pas valable quand les empreintes de l'animal sont visibles dans la coulée.

Le lapin crée de nombreuses coulées proches des garennes. Plus nous nous éloignons des gîtes, plus la coulée devient vague. Une coulée de lapin est large de 10 à 20 cm. Dans les zones arbustives, la végétation autour du passage est consommée, ce qui produit un tunnel haut d'environ 30 cm.

Les gros rongeurs laissent des coulées proches du terrier, certaines atteignent une largeur de 30 cm (porc-épic). Le castor laisse de nombreuses coulées qui relient les ateliers à l'eau ou deux plans d'eau entre eux. Le ragondin laisse des coulées bien visibles entre ses zones de gagnage et l'eau. La marmotte laisse des coulées partant du terrier et se perdant sur les pelouses. Le rat musqué réalise des coulées dans la végétation qui entoure sa hutte. Les petits rongeurs laissent des coulées de 4 à 8 cm très visibles près des terriers.



Lapin de garenne. Coulée passant sous une clôture. Les coulées de cette espèce se trouvent souvent près de la garenne. Elles témoignent d'une bonne adaptation aux milieux anthropiques.



Porc-épic. Ce gros rongeur très localisé produit des coulées dont la largeur n'est pas sans rappeler celle du blaireau. Elles atteignent leur plus grand développement dans les zones de terriers, comme sur ce site de Toscane.

Castor. Il produit de larges coulées qui relient différentes zones du territoire familial entre elles. Ici, la coulée débouche sur une zone d'abattage (atelier) visible à l'arrière-plan.



Peu de carnivores laissent des coulées. Parmi ceux-ci, le champion du genre est le blaireau, dont les coulées débutent au terrier avec la gouttière de sortie. Les parcours du blaireau comprennent des coulées bien visibles qui traversent les voies de circulation de l'homme. Une coulée de blaireau peut être suivie longtemps. Près d'une blaireautière importante, les coulées font plus de 50 cm de large.

Les coulées se présentent comme une petite sente ondulante qui révèle les qualités « alpines » de l'animal, puisqu'on en trouve de subverticales.



Coulée de blaireau dans une zone de broussailles. Ce gros mustélidé parcourt son territoire selon des itinéraires très précis qui se traduisent par autant de coulées.

La loutre laisse ses coulées au bord des rivières, souvent aux endroits où elle rentre ou sort de l'eau.

La fouine ne laisse guère de coulée, sauf celles que l'on trouve dans la paille des greniers ou des hangars qu'elle habite.

Les ongulés laissent fréquemment des coulées, à l'exception du sanglier.

En forêt, les coulées du cerf relient les points de gagnage aux lieux de repos. Elles sont nettes et révèlent souvent les empreintes de l'animal.

En cas de forte densité, les coulées issues du piétinement dépassent 1,20 m de large.

Les forêts habitées par le cerf ou le daim livrent de nombreuses coulées.

Les passages de l'élan ou du bison sont des coulées de grandes tailles parsemées d'empreintes et d'excréments. Bouquetins, mouflons et chamois laissent des coulées au pied des falaises et des barres rocheuses.



Si les passages répétés engendrent des coulées avec mise à nu du sol, les cerfs réalisent de véritables boulevards dans les zones où ils sont nombreux.

Sanglier, très belle coulée entre deux biotopes différents. L'existence de cette coulée nous indique que les animaux ne font que passer dans cette zone dégagée et qu'ils ne s'égayent pas dessus.



Les coulées nous informent du passage de la faune sauvage, mais il n'est pas toujours possible de connaître l'espèce qui en est à l'origine. En l'absence d'empreinte, c'est la plupart du temps impossible. Mais les coulées peuvent livrer les traces de différentes espèces, et il est difficile de savoir alors qui est à l'origine du premier passage. Sur les flancs escarpés couverts de pierres, on distingue à grande distance les coulées transversales formées de cailloux tassés.

Grattées et creusements

Pour des raisons alimentaires ou écoéthologiques, les animaux grattent le sol ou le creusent. Ces indices d'aspect très variable sont, pour certains, déterminables ; d'autres ne suffisent pas en eux-mêmes. Les grattées et creusements sont la plupart du temps réalisés avec les PA, rarement avec les PP. Certaines espèces utilisent leur museau.

Lapin de garenne

Grattées : trou de 2 à 7 cm de profondeur (jusqu'à 20 cm). Un bord abrupt (avant) et un pentu (arrière). Traces des griffes visibles.

Indice très connu des agriculteurs à leur grand dam : une grattée de lapin de garenne au pied d'un plant de tournesol.



Blaireau

Les creusements du blaireau ont une profondeur qui oscille entre 15 et 30 cm. Ils sont produits par les PA et produisent un bord abrupt à l'avant, qui fait face à un bord en pente plus douce à l'arrière. Les traces des griffes sont visibles. Ils font souvent plus de 20 cm de large. Les creusements ont un but alimentaire net comme dans le cas du déterrage des nids d'hyménoptères dont il consomme les rayons.

Le blaireau creuse aussi des trous du type « pot », dans lesquels il ne dépose aucun excrément. Ce comportement reste à ce jour non expliqué.

Le blaireau fouille avec son museau dans les feuilles mortes, les retournant superficiellement. Cet indice produit une petite gouttière tortueuse qui rappelle le vermillis du sanglier.

Chat forestier

Grattées de petite taille très superficielles visant à recouvrir les excréments. Sur sol meuble, les griffes peuvent marquer. La longueur de la grattée est de 3 à 7 cm. Indice très peu visible.

Lynx

Les grattées ont les mêmes caractéristiques que celles du chat sauvage, mais elles sont plus larges, plus longues (10 à 15 cm) et très peu visibles.

Panthère

Grattées rares, seulement à but territorial. Leur profondeur peut atteindre 11 cm. Elles sont déterminables par la trace des fortes griffes.

Renard

Grattées creusées avec les PA se posant l'un devant l'autre. Elles sont étroites de 5 à 7 cm et de profondeur variable (de 5 à 10 cm).



Grattée de renard qui a essayé de capturer un rongeur dans la terre meuble.

Ours brun

Creusements plus ou moins circulaires d'un diamètre allant de 25 à 40 cm. Leur profondeur est de 10 à 30 cm. Le creusement est net et propre sur les pelouses. Il est pratiqué aussi sur sol caillouteux.

Grattées larges sur les pelouses en quête de greniers de campagnol. Leur profondeur est peu importante, le sol tassé est parfois strié par les griffes.

Chevreuil

Grattées de marquage réalisées avec les PA dans le but de déposer la sécrétion des glandes cutanées situées entre les pinces. Ces grattées ne concernent que des sols nus ou très faiblement recouverts de feuilles. Pas de grattée à partir de 20 cm d'épaisseur de feuilles. La grattée est assez large (de 15 à 30 cm) avec le sol mis à nu. Parfois, les sabots marquent. Il arrive que la grattée soit réalisée devant un arbuste dont la tige est lacérée par les dagues du brocard. L'association « frottis/grattée » est appelée « régalis ».

Sanglier

C'est le champion toutes catégories des indices dans le sol.

La gouttière est allongée et très superficielle. Onduleuse, elle a un aspect vermi-forme. Elle peut s'étirer sur plus de 3 ou 4 m. La largeur est de 4 à 5 cm. C'est le « vermillis » des chasseurs.

Indices les moins visibles :

– coups de boutoir : éraflures dans le sol, surtout dans les pelouses, diamètre de 4 cm environ. Isolés de tout autre indice ;

– boutis : le sol est retourné plus ou moins profondément, la surface est soulevée. La terre mise à nu peut couvrir de vastes superficies (plusieurs centaines de mètres carrés). En bordure du boutis, les marques des coups de boutoir sont visibles. La profondeur d'un boutis varie de quelques centimètres à une trentaine en fonction de la superficie de l'indice ;

– creusement (avec ou sans excavation de pierres) : la superficie est réduite en général au demi-mètre carré, la profondeur varie de 20 à 60 cm. Sur des pentes ou des talus, la profondeur peut atteindre 1 m. Un gros volume de terre remuée.



Sanglier. Boutis typique sur pelouse. Cette activité de recherche alimentaire est peut-être l'indice le plus commun avec les excréments du renard. Un gros boutis peut couvrir plusieurs centaines de mètres carrés.

Sanglier. Gros creusement sur pelouse. L'odorat développé de cette espèce lui permet de repérer la présence de bulbes, de tubercules, voire de réserves de rongeurs profondément enterrés. C'est avec le groin que l'animal produit ces indices spectaculaires.



Les galeries

Souterraines en règle générale, les galeries de la taupe débouchent au sol par un monticule constitué par les matériaux rejetés lors du creusement. Il en est de même pour celles du campagnol terrestre.

Divers petits rongeurs creusent des galeries l'hiver à la surface du sol, juste sous la neige. Après la fonte, ces galeries, dites épidermiques, apparaissent en demi-gouttières superficielles dans les pelouses. Elles peuvent s'étirer sur plusieurs mètres de long et constituent parfois de vastes réseaux.

À mi-chemin entre la coulée et la galerie, la voie de passage d'un campagnol terrestre est représentée sur ce cliché qui nous montre le détail de cette voie de déplacement.



Taupe d'Europe. Les cônes de déjections de cet insectivore trahissent la présence souterraine de ces galeries.

Indices propres à certaines espèces

Atelier

Ne concernant que le castor, c'est un secteur d'abattage pour se procurer des matériaux de construction. De 5 à 20 arbres peuvent pointer leur souche taillée en crayon sur un atelier; écorçages, copeaux et coulées sont visibles.



Castor. Zone de coupe dite « atelier ». Cette activité, à l'instar des arbres abattus, a du mal à passer inaperçue. Les troncs taillés en pointe de crayon lèvent tous les doutes, dans le cas où il y en aurait.

Barrages

Construits en bois mais aussi avec de la terre et des pierres, ils barrent le lit de cours d'eau; en France, leur taille varie entre 1 et 8 m de long.



Les barrages n'atteignent jamais chez nous les dimensions énormes des constructions américaines ou sibériennes. Ils sont toutefois plus répandus qu'il ne le semble. Ce cliché permet de noter que le barrage n'est pas uniquement construit avec des morceaux de bois, mais que sa construction utilise également des pierres et de la terre.

Canaux

Creusement dans le sol envahi par l'eau et pouvant relier deux zones en eau. Le canal sert au transport de bois (castor).



Ce canal de castor relie une zone de coupe à un plan d'eau. L'utilisation de l'eau permet l'allègement de la charge. Le cliché révèle que des matériaux gênants sont écartés et rejetés sur les bords du canal.



Cornes

Les bois des cervidés tombent chaque année. S'ils ne sont pas ramassés, ils sont rapidement attaqués et se dégradent vite (cerf, daim, chevreuil, élan et renne). Les ruminants à cavicornes les perdent parfois une fois morts. Les cornes sont alors associées au cadavre (chamois, bouquetin).



Cerf. Les bois perdus par les mâles de cette espèce attirent des ramasseurs passionnés dans les bois.

La découverte de deux bois ensemble reste très rare, car ils se détachent du pivot à des moments en général différents.

Les ongulés à corne creuse sèment de temps en temps leurs ornements. Ici, un étui de chamois dans un éboulis alpin.

Couches

Ce sont des dépressions rondes ou ovalaires souvent situées au pied d'un arbre ou d'une falaise et dans lesquelles de nombreuses espèces prennent un repos journalier.

Griffades

Il s'agit des marques laissées par les griffes sur un tronc.

Tableau indicatif des hauteurs de griffades sur tronc

Espèce	Hauteur indicative
Chat sauvage	20 à 25 cm
Lynx	30 à 45 cm
Panthère	40 à 60 cm
Ours brun	100 à 200 cm

Huttes

Elles sont construites en matériaux végétaux. Les morceaux de bois utilisés dépassent parfois 10 cm de diamètre. Les huttes isolées dans l'eau ne sont pas construites en France. Les huttes construites sont adossées à une berge et masquent une entrée de terrier, elles sont appelées terriers-huttes (castor). Les terriers-huttes ont plus tendance à s'étirer qu'à s'élever. Un terrier-hutte record sur le Gardon mesurait plus de 5 m de long.

Elles peuvent être aussi construites avec du très petit bois et des fibres végétales. Elles sont plus hautes que larges. Hauteur de 80 cm à 1,20 m. De petites coulées partent de la base (rat musqué).



Dans nos régions, le castor abandonne la construction de huttes au profit du terrier-hutte, formule intermédiaire dans laquelle la hutte adossée à la berge se prolonge sous terre par des galeries et un terrier. En général, le terrier-hutte est une construction de dimensions plus modestes que cet exemple record de plus de 5 m de long.

Litières

Elles sont composées de restes végétaux secs qui ont servi à tapisser le terrier. Elles sont trouvées près de l'entrée des terriers (lapin de garenne, porc-épic, marmotte) lors du nettoyage de celui-ci.



Les litières sont composées de débris végétaux expulsés du terrier pour le nettoyer. Cet indice est fréquemment produit par le lapin. Ici nous vous présentons une litière à l'entrée d'un terrier de marmotte.

Réfectoires

Les réfectoires sont des restes de repas de diverses espèces qui témoignent de l'alimentation de l'animal. Les amas de cônes de pin constituent les réfectoires de l'écureuil et parfois de petits rongeurs. Celui de l'écureuil est situé à découvert.

Les amas d'enveloppes de graines situés en des lieux abrités, hors de la vue, sont les réfectoires des petits rongeurs.

Le réfectoire est constitué de branchettes et de branches (1 cm) parfois très longues, écorcées et taillées en biseau, débarrassées de leurs feuilles, flottant devant la berge ou abandonnées au bord de l'eau (castor).

Réfectoire de castor composé de petites branches de saules finement écorcées. Ces indices d'alimentation sont parmi les plus fréquents que le rongeur laisse sur les berges de nos rivières.



Souilles

Dépressions boueuses dans lesquelles les animaux viennent se baigner aussi bien pour prendre la fraîcheur durant la période estivale que pour se débarrasser des parasites dont ils sont porteurs. Il n'est pas aisé de vérifier quelle espèce vient se souiller car les indices s'y mêlent et rendent une diagnose bien difficile.

Le sanglier se souille souvent, laissant la trace de ses poils dans la boue; quand il sort du bain il n'est pas rare qu'il aille se frotter à un arbre voisin, laissant sur l'écorce une plaque de boue qui va sécher sur le tronc et que nous désignons sous le nom de houssure. Si l'animal ou d'autres utilisent le même tronc, l'écorce finira par se détacher totalement, formant un arbre frayoir.



Très belle souille utilisée par le sanglier. En zone de garrigue, leur découverte, tout comme la végétation, signale les affleurements d'eau.



Les poils constituent des indices assez délicats à trouver à l'exception des zones entourant les arbres frayoires. Seuls ceux des grandes espèces sont déterminables à la vue avec un peu d'habitude. Ici, une touffe de poil d'ours brun est restée accrochée à l'écorce d'un conifère.

Les poils, des indices particuliers

Les poils perdus se dispersent sur le terrain et sont difficiles à trouver. Seuls les poils déterminables à l'œil nous intéressent.

Ils sont fréquemment trouvés dans les couches d'ongulés, de l'ours et des grands carnivores. Les arbres et les buissons en accrochent souvent. Les poils des espèces proies peuvent apparaître dans celles de leurs prédateurs.

Les lapins et lièvres perdent des touffes de poils doux et souvent blancs lors de jeux ou de luttes. Leurs poils peuvent apparaître dans la litière. La détermination est assez facile.

Les rongeurs en sèment peu, mais on peut trouver des poils de marmotte à côté de l'entrée du terrier. La détermination à l'œil est délicate (marmotte), sinon au microscope pour les autres.

Parmi les carnivores, beaucoup ont des poils relativement courts, difficiles à trouver et à déterminer. L'ours brun perd de nombreux poils qui forment des touffes, que l'on trouve accrochés aux végétaux. La détermination à l'œil est délicate.

Ceux du sanglier peuvent être trouvés dans ses couches, au bord des souilles et sur les arbres frayoires. Des touffes s'accrochent aussi aux buissons. Le poil de sanglier est souvent visible dans les crottes du loup. La détermination est facile.

Le poil de cerf est trouvé dans ses couches et près des souilles. Il est souvent trouvé collé à la sève qui sourd des troncs. Il est présent dans la crotte du loup. La détermination est facile.

Le poil du chevreuil peut être trouvé sur les troncs ou perdu au sol. Il en laisse parfois sur les troncs lors de l'activité de frottement. Il apparaît dans la crotte du loup et dans celle du lynx. La détermination se fait au microscope.

Élan et renne perdent des poils lors de la mue. Ceux-ci peuvent être trouvés en grandes touffes au sol ou accrochés à des buissons. Les poils de l'élan peuvent apparaître dans les crottes du loup, ceux du renne dans les crottes du loup ou du glouton. La détermination à l'œil est facile.

Le mouflon perd une laine abondante qui tombe au sol ou s'accroche aux buissons. La laine du mouflon peut apparaître dans les crottes de ses prédateurs (loup, lynx). La détermination à l'œil est facile.

Le chamois et les bouquetins perdent des poils en une mue plus étalée que celle du mouflon. Ils sont difficiles à trouver dans les milieux rocheux. Il faut un bon coup d'œil pour les apercevoir accrochés aux buissons d'altitude. La détermination à l'œil est délicate.

Le bœuf musqué laisse au sol d'assez longs et gros lambeaux de poils. Lors de la mue, ces lambeaux s'éparpillent dans la toundra. La détermination à l'œil est facile.

Traces et indices des oiseaux

Parce que les oiseaux sont plus faciles à observer que les mammifères, qu'ils ne sont pas assez lourds, ils ne laissent que rarement des empreintes exploitables. Le pied avien est moins sujet à variations que le pied mammalien. Les excréments des oiseaux sont bien souvent non rapportables à une espèce. Dans un tel contexte, l'ichnologie avienne ne pouvait connaître un grand développement.

Pour quelques espèces, la détermination est possible au niveau spécifique, et leurs indices révèlent des détails de leur biologie. Ce sont notamment les tétraonidés, espèces farouches d'observation très délicate.

Le pied avien compte 4 doigts, mais le doigt n° 1 est rejeté derrière la patte assez haut. Sur les sols durs, il ne marque donc pas ou très peu. Les pattes laissent des empreintes de 3 types : classique, palmé et lobé. Les allures sont simplifiées du fait qu'une voie ne compte que deux pieds. Nous retiendrons la marche, la course et le bond (saut). Plus l'allure est rapide, plus les pieds sont espacés.

À la marche, les PG et PD alternent dans la voie. Ils sont en général dirigés vers l'axe de marche (exception notoire, les anatidés dont les pieds obliques par rapport à l'axe sont tournés vers l'extérieur). La largeur de la voie varie énormément d'un groupe à l'autre. Si l'on considère l'axe de marche, les pieds de la tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) en sont nettement écartés, alors que ceux de la perdrix rouge le chevauchent en s'alignant. La largeur de voie est donc étroitement liée à la morphologie de l'oiseau.

Le saut ou bond est constitué d'une série d'appels sur les deux pieds parallèles qui se lèvent et touchent le sol en même temps.

Nous allons évoquer maintenant les caractéristiques des groupes principaux.

Les empreintes lisibles vont montrer un type symétrique ou presque et un autre type asymétrique :

- empreintes symétriques à 3 doigts (cigognes, flamants);
- empreintes symétriques à 4 doigts (cormorans, grues, canards, rapaces diurnes, perdrix, grands limicoles, alouettes, pipits, merles, grives, bergeronnettes, traquets, mésanges, fauvelles, pouillots, bruants, moineaux, corvidés);
- empreintes asymétriques à 3 doigts (cygnes et oies, poules d'eau, outardes et gangas, pluviers, gravelots, huîtriers, courlis, bécasseaux, vanneaux, sternes, guifettes);
- empreintes asymétriques à 4 doigts (ibis, téttras, faisans, lagopèdes, poules sultanes, rapaces nocturnes);
- empreintes asymétriques à 4 doigts, 3 visibles (ardéidés, foulques, mouettes, goélands, colombidés, upupidés).



Fientes au pied d'un perchoir. Faute de nous renseigner sur l'espèce, elles nous informent de la présence d'un poste régulièrement utilisé.



Empreinte de canard colvert typique des pieds d'anatidés. Les 3 doigts reliés par une palmure apparaissent bien.



Figure vidée par le geai des chênes.



Piétinement de limicoles sur la vase. Manifestement, les oiseaux nombreux se sont nourris en ces lieux.

Crottes et fientes

Les crottes et fientes des oiseaux constituent un matériel relativement peu abondant au regard du nombre d'espèces. Mais il est vrai que la plupart d'entre elles produisent des déjections liquides blanches dont on tire peu d'informations.

Le régime granivore est producteur de fientes de petites dimensions mais formées et ayant parfois l'aspect de petites pelotes de réjection.

Le régime herbivore peut produire des crottes cylindriques et molles comme celles des oies et des bernaches.

Le régime insectivore produit des fientes enrobées dans une structure tubulaire blanche (pics) ou de petites fientes globuleuses.

Les tétraonidés

Les tétraonidés regroupent le grand tétras, le tétras-lyre, la gélinotte des bois et le lagopède alpin. Ils ont des pieds reconnaissables au niveau de l'espèce. Leurs fientes permettent également la différenciation spécifique.

Grand tétras (*Tetrao urogallus*)

Son empreinte est à 4 doigts mais le doigt n° 1 très souvent ne marque pas. Dans tous les cas, il est beaucoup plus court que les autres (ergot). Sur la neige, les 4 doigts sont apparents. Les doigts sont épais.

Les pieds de la femelle sont en outre beaucoup plus fins au niveau des doigts, ce qui, en ajout aux dimensions, permet la détermination du sexe. Les doigts internes et externes étant très écartés, la largeur du pied est à peu près équivalente à sa longueur médiane (entre 0,5 et 1 cm de moins). Les griffes n'apparaissent pas toujours en fonction du substrat.



Grand tétras. Une femelle s'enfonçant dans la neige a dû s'aider de battements d'ailes.

L'enregistrement varie beaucoup avec le sol et avec le sexe, le coq imprimant mieux ses pieds que la poule. Substrat idéal : la neige fine. La trace ressemble à une feuille trilobée quand elle subit une succession de gels et de dégels. Les pieds se posent les uns derrière les autres, donnant une piste bien alignée. La distance entre les pieds varie de 12 à 20 cm chez le coq et de 10 à 15 cm chez la poule.



Grand tétras, crottier. La longueur et la taille des crottes du grand tétras en rendent la détermination très facile. Sous les perchoirs hivernaux, on trouve de grands entassements de crottes plus ou moins recouvertes d'un mucus verdâtre.

Il produit une crotte cylindrique verdâtre à l'état frais, qui brunit et s'éclaircit en vieillissant. Les contours sont sub-réguliers, marqués par les fibres végétales grossières qui la composent. Elle est blanchie par l'acide urique à une ou deux extrémités, parfois aucune. L'acide urique se dégradant vite, sa présence sur une crotte signe son caractère récent. Elle est légèrement coudée, parfois en « S » (mâles durant les amours). La longueur la plus grande notée sur une crotte de grand tétras était de 8 cm pour un diamètre de 1,8 cm (Pyrénées). Le séjour hivernal engendre des entassements de crottes très importants.



Tétras-lyre (*Lyrurus tetrix*)

Les 3 doigts sont épais et le quatrième n'est guère qu'un ergot. Il faut de bonnes conditions de neige pour que l'empreinte et les 4 doigts apparaissent. La neige profonde ne conserve que le dessin général des pieds. Les pieds se posent les uns derrière les autres.

Les crottes ressemblent à celles du grand tétras, mais sont de dimensions plus réduites. Elles forment un cigare à bords parallèles, et de nombreuses fibres végétales apparaissent en surface.

Tétras-lyre, piste sur neige. Notez les pieds posés quasiment les uns derrière les autres. La piste du grand tétras est très semblable, mais les pieds du tétras-lyre sont nettement plus petits.



Tétras-lyre, crottier. Dans ce cas aussi, la taille est moindre chez le tétras-lyre que chez le grand tétras.

Le coloris à l'état frais est verdâtre, et en vieillissant brunâtre puis clair. Présence ou non d'acide urique, dont la présence est un indice de fraîcheur.

Gélinotte des bois (*Tetrastes bonasia*)

Son empreinte est plus petite que celle des deux espèces précédentes. Avec la diminution de la taille, les doigts paraissent un peu plus fins que chez les espèces précédentes.

Les crottes de la gélinotte sont des cylindres typiques des tétraonidés, mais leur taille est plus petite que celle des tétras.



Gélinotte des bois, crottes. On retrouve chez ce petit tétras la forme caractéristique des excréments du groupe.

Lagopède alpin (*Lagopus mutus*) et des saules (*Lagopus lagopus*)

L'empreinte du pied est typique des tétraonidés, mais de dimensions réduites.

L'impression du pied est rendue plus floue que celle des autres tétras parce que leurs tarses sont emplumés, ce qui brouille l'empreinte. La piste est alignée, l'enjambée petite.

Les crottes sont souvent déposées en crottiers importants dont la localisation permet de connaître les cantonnements des oiseaux.



Perdrix rouge (*Alectoris rufa*), perdrix bartavelle (*A. graeca*) et perdrix grise (*Perdix perdix*)

Les pieds des perdrix sont beaucoup plus courts et plus fins que ceux des tétras. La différenciation spécifique est impossible.

Perdrix bartavelle, crottier. Les crottes des différentes perdrix ne permettent quasiment pas de déterminer l'espèce. Notez la fréquente coloration blanche d'une ou des deux extrémités par l'acide urique.



Pied à trois doigts de la perdrix rouge. Excellent enregistrement montrant le détail dermique des doigts.



Pistes d'une compagnie de perdrix rouges cheminant dans les dunes.

Les crottes présentent deux aspects, le plus courant étant un petit cigare vert à l'état frais et coloré par l'acide urique. Dans un même dépôt, ce type peut en côtoyer un autre qui paraît avoir été torsadé puis comprimé dans le sens longitudinal. Les crottes s'éclaircissent beaucoup en vieillissant. Les dépôts peuvent voisiner.



Faisan de Colchide (*Phasianus colchicus*)

L'empreinte est grande et large, les doigts fins, évoquant plus ceux d'un passereau géant que ceux d'un oiseau adapté à la marche. Les pieds sont alignés, l'enjambée à peu près égale à la longueur d'un pied. À la course, cet écart double. Les crottes du faisan ressemblent beaucoup à celles de la perdrix, mais leurs dimensions sont de l'ordre du double.

Faisan de Colchide, pieds sur boue. Le pied du faisan a la taille de celui du grand tétras et la finesse de celui d'un petit échassier. Dans la piste, les pieds sont presque alignés.

Clés de détermination des empreintes et des crottes de tétras, lagopèdes, perdrix et faisans

Espèce	Longueur du pied	Largeur du pied	Longueur crotte	Diamètre crotte
Grand tétras	9,5 à 12 cm (M) 8,5 à 10 cm (F)	8,5 à 11 cm (M) 7,5 cm à 9 cm (F)	4 à 7 (8) cm	1,1 à 1,4 cm
Tétras-lyre	6 à 8 cm	6 à 7 cm	2 à 5 cm	0,5 à 0,7 cm
Gélinotte des bois	4 à 4,5 cm	4,5 à 5 cm	1,5 à 2,3 cm	0,5 à 0,7 cm
Lagopède	3,7 à 5 cm	3,5 à 6 cm	1,7 à 2,5 cm	0,5 à 0,5 cm
Perdrix	3 à 3,4 cm	3 à 3,4 cm	0,5 à 1,5 cm	0,3 à 0,7 cm
Faisan de Colchide	6,3 à 7,2 cm	6,2 à 7,2 cm	1,5 à 2 cm	0,5 à 0,8 cm

Autres indices aviens déterminables

Seules quelques espèces laissent des indices reconnaissables. Nous allons les passer en revue ci-dessous.

Les forges

On appelle forge le site situé en général sur un tronc où des oiseaux comme la sitelle ou le pic épeiche coincent des noisettes ou des cônes de pin afin de consommer les graines qu'ils contiennent.

La sitelle torchepot (*Sitta europaea*)

Cet oiseau coince une noisette dans une fissure d'écorce, ce qui lui permettra de disposer d'une bonne assise. Une fois immobilisée, la noisette est attaquée à coups de bec. Toutefois, le bec de la sitelle est trop petit et trop fin pour lui permettre d'éclater l'enveloppe extérieure. Aussi l'oiseau se contente-t-il de forer dans la noisette un petit trou. La caractéristique de ce petit trou est d'être de forme semi-circulaire. La plupart du temps, la forge n'est utilisée qu'une fois, et la noisette reste en place. Il peut arriver que la sitelle revienne deux ou trois fois sur une forge.



Sitelle torchepot. Forge utilisée pour briser et consommer des noisettes.



Pic épeiche. Forages multiples dans un vieux tronc.



Pic épeiche. Forage profond de petite taille dans un pin sylvestre.



Pic épeiche, forge. Quand les troncs rugueux permettant d'encaster le cône manquent, une fourche de deux branches peut faire l'affaire.

Le pic épeiche (*Dendrocopos major*)

Il utilise lui aussi des forges afin de bloquer les cônes de pin qu'il doit décortiquer. Mais la comparaison avec la sitelle s'arrêtera là, car les deux forges sont très différentes. Comme la sitelle, le pic épeiche coince le cône afin de le décortiquer

dans une fissure de l'écorce d'un conifère. Les lieux d'immobilisation sont toute-fois assez variés, et il arrive que l'oiseau coince les cônes de pin dans ses propres forages ou dans ceux d'un congénère. Quand les écorces lisses dominant, la base de deux branches voisines peut être adoptée. Une fois le cône coincé, le pic le martèle avec son bec puissant au point de le déchiquter. L'aspect d'un cône travaillé par le pic diffère de celui qui a été consommé par un mammifère, car le pic déchiqutte les écailles mais ne les enlève pas. Tout le cône est donc couvert d'écailles déchiqutées. La forge étant réutilisée, le pic la nettoie, ce qui a pour effet d'entasser les cônes de pin au pied de l'arbre. Sur la neige, un tel entassement attire l'œil...

Les grives (*Turdus* sp.)

Elles aussi utilisent des forges, mais non pour immobiliser des fruits en quête de graines. Les forges des grives sont des cailloux plats sur lesquels les oiseaux frappent les escargots dont ils sont friands afin d'en briser la coquille. Un tel repas laisse un reste caractéristique associant la forge et les coquilles brisées.

Les forages des picidés

Au sein de la famille des pics, deux espèces pratiquent des forages importants sur les troncs : le pic noir et le pic épeiche. Le pic-vert et le pic cendré ne sont pas vraiment des foreurs, les autres espèces plus petites sont à négliger à ce jour par l'ichnologue.

Les forages réalisés par les picidés ont pour but la recherche d'insectes xylophages ou de larves.

Le pic épeiche creuse des trous de forme générale ronde ou ovale. Leur diamètre moyen est de 3 à 7 cm. Leur profondeur varie entre 4 et 7 cm.

Les forages du pic épeiche voisinent souvent entre eux et deux forages très voisins fusionnent, donnant alors des formes allongées. La hauteur des forages varie entre 0,5 et 5 m.

Le pic noir (*Dryocopus martius*)

Il fore des trous assez semblables par les dimensions à ceux du pic épeiche, mais la forme en est plus quadrangulaire, confinant parfois au carré parfait. Si le doute subsiste, l'examen des copeaux sera une aide précieuse, car ceux du pic noir sont larges et longs (de 10 à 20 cm de long), alors que ceux du pic épeiche ne se remarquent pour ainsi dire pas. Le pic noir fore à 10 cm de profondeur et peut exceptionnellement atteindre les 15 cm.

Cette espèce se livre aussi à d'autres forages se distinguant de tous les autres par leurs dimensions plus importantes. Ces grands forages développés le long du tronc peuvent dépasser le mètre de longueur pour une largeur égale ou supérieure à

Pic noir, forage profond et allongé dans un tronc de conifère.



20 cm. L'oiseau fore dans ces cas à 15 cm de profondeur et peut atteindre les 25 cm. Grands ou petits, les forages du pic noir sont moins anguleux que ceux du pic épeiche.

Des attaques sont observées sur des souches ou des troncs couchés (pic noir).

Clés de détermination des forages de picidés

Espèce	Mesures du forage	Profondeur du forage (valeur maximale)	Forme générale
Pic épeiche	3 à 7 cm	4 à 7 cm	Anguleuse, parfois carrée
Pic noir (premier forage)	3 à 8 cm	10 (15) cm	Peu anguleuse
Pic noir (deuxième forage)	0,25 à 1,10 m Largeur 20 cm	15 à 25 cm	Souvent allongée

Les cônes consommés

Les cônes de pin constituent l'enveloppe protectrice des graines, enveloppe qui durcit avec la maturité. Ils finissent par faire obstacle aux initiatives de la gent ailée, à l'exception de deux espèces qui sont de véritables spécialistes, le pic épeiche, que nous avons déjà évoqué ci-dessus, et le bec croisé des sapins.

Le bec croisé des sapins (*Loxia curvirostra*)

Cet oiseau est, avec ses mandibules croisées, un remarquable exemple d'adaptation. La contrepartie est qu'il dépend quasi totalement de la fructification des conifères pour son alimentation.

Il choisit un cône et le transporte sur un support, souvent une grosse branche. Le cône est posé à l'horizontale sur la branche, et l'oiseau attaque les écailles bien scellées. Il insère entre elles son bec en levier et, par un mouvement rotatif, les écarte.

Le bec étant inséré avec les mandibules ouvertes, la fermeture du bec est un mouvement latéral et non vertical. La fermeture soulève l'écaille vers l'extérieur en la fendant selon un plan longitudinal. Cette déchirure médiane est la grande caractéristique des cônes travaillés par le bec croisé.

Clés de détermination des cônes consommés

Espèce	Base du cône	Fragments effilochés	Coupe base de l'écaille	Tête du cône	Aspect du cône	Aspect des écailles
Écureuil	Taillée en pointe, effrangée	Oui	Oblique sans régularité	Écailles assez nombreuses	Sans écaille	Ôtées
Petits rongeurs	Arrondie non effrangée	Non	Droite et régulière	Écailles assez peu nombreuses	Sans écaille	Ôtées
Pic épeiche	Non attaquée	Non	Écaille non enlevée	Non attaquée	Couvert d'écailles	Déchiquetées
Bec croisé	Non attaquée	Non	Écaille non enlevée	Non attaquée	Couvert d'écailles	Fendues en longueur

Les lardoirs

Les lardoirs sont la spécialité de 3 ou 4 espèces de pies grièches. Ces chasseurs empalent leurs proies sur des épines (prunelliers, aubépines). Ils ne sont pas regroupés et parsèment le territoire. Les proies varient du gros insecte au petit reptile et mammifère.



Lardoir de pie grièche avec une musaraigne couronnée empalée sur un fil de fer barbelé.

Les lardoirs que nous avons contrôlés s'étagent entre 0,5 et 2 m. Ils sont utilisés par les pies grièches grises (*Lanius excubitor*), méridionales (*Lanius meridionalis*), écorcheurs (*Lanius collurio*) et à tête rousse (*Lanius senator*). Les pointes de fil de fer barbelé sont aussi utilisés.

Pelotes de réjection

Les pelotes de réjection contiennent les matières non digestibles. Celles des petits oiseaux sont quasiment introuvables et difficiles à différencier des fientes.

Ardéidés : pelotes compactes. Leurs tailles varient selon les espèces. Contenu : os, poils, restes de poisson.

Podicipédidés : petites pelotes (de 2 à 4 cm de long). Elles sont expulsées dans l'eau. Contenu : restes de poisson.

Laridés : pelotes molles, de forme variable. Contenu dépendant des proies.

Limicoles : petites pelotes, de forme variable et assez molles. Le contenu est constitué des matériaux indigestes absorbés avec les invertébrés marins ou terrestres.

Martin-pêcheur : pelotes fragiles d'assez grande taille : de 1,5 à 4 cm de long. Elles sont peu compactes. Contenu : restes de poisson. Elles se désagrègent vite à l'air libre. Fréquentes dans les terriers de nidification.

Laniidés : petites pelotes fermes. Le contenu est à base d'éléments minuscules.

Coucou gris : pelotes de 1 à 2,5 cm de long. Certaines contiennent les poils agglomérés de chenilles comme la processionnaire.

Cincle plongeur : pelotes éjectées dans le lit des cours d'eau lorsque l'oiseau est perché sur un rocher. Si le support est assez plat, la pelote ne tombe pas dans le courant. Le coloris varie du verdâtre au beige. Longueur de 1 cm, diamètre de 0,5 cm à 0,8 cm. Contenu dense de microdébris. En général isolées, parfois plusieurs.

Les pelotes de réjection des rapaces sont émises autant par les espèces diurnes que les nocturnes. Mais les sucs digestifs plus puissants des espèces diurnes réduisent le nombre et la qualité des pelotes. Celles



Cincle plongeur. Ce passereau des eaux vives laisse des pelotes reconnaissables sur les grands rochers plats dans le lit du cours d'eau ou sur ses berges.



Chouette chevêche, pelote contenant des restes osseux. Les pelotes de la chevêche sont de forme assez variable allant de la forme oblongue à la forme quasiment ronde.



Chouette chevêche, énorme entassement de pelotes sous un perchoir utilisé avec une grande régularité. Notez l'abondance des restes osseux, qui souligne le rôle important joué par les pelotes en matière de connaissance de la petite faune locale.



Chouette hulotte, pelotes de réjection. Les spécimens de ce cliché sont assez typiques en ce qui concerne la forme et le coloris.



Chouette effraie, pelotes de réjection. Elles ont souvent l'aspect de grosses boules brunes à noires, leur taille étonne un peu si l'on considère la taille de l'oiseau.

des rapaces nocturnes sont beaucoup mieux connues, car elles contiennent une foule d'éléments non digérés identifiables. Les mammalogistes les ont largement mises à contribution pour mieux connaître la présence locale d'espèces de micro-mammifères.



Hibou moyen-duc, pelote de réjection. Ces pelotes peuvent être confondues avec celles de la chouette hulotte.

Hibou grand-duc, pelote de réjection. De grandes dimensions, elles contiennent des restes de grande taille. Pour un néophyte elles peuvent passer pour une crotte de mammifère. Certaines sont composées uniquement de piquants de hérisson.



Clés de détermination des pelotes de rapaces nocturnes

Espèce	Coloris	Longueur (valeur maximale)	Largeur/diamètre (valeur maximale)	Contenu
Chouette effraie (<i>Tyto alba</i>)	Noir brillant frais	3 à 8 cm	1,5 à 3 cm	Ossements de micromammifères
Chouette Harfang (<i>Nyctea scandiaca</i>)	Gris	7 à 10 (12) cm	3 à 3,5 cm	Ossements de mammifères et restes aviens
Hibou grand-duc (<i>Bubo bubo</i>)	Gris à brun, voire noir	8 à 12 (15) cm	3 à 4 cm	Restes de mammifères et d'oiseaux
Hibou moyen-duc (<i>Asio otus</i>)	Gris clair à foncé	4 à 7 cm	2 à 3 cm	Micromammifères
Hibou des marais (<i>Asio flammeus</i>)	Gris clair à foncé	4 à 7 cm	2 à 3 cm	Micromammifères
Hibou petit-duc (<i>Otus scops</i>)	Gris	2,5 à 3 cm	1 à 2 cm	Restes d'insectes
Chouette de l'Oural (<i>Strix uralensis</i>)	Gris clair	5 à 8 cm	2 à 2,5 cm	Mammifères
Chouette hulotte (<i>Strix aluco</i>)	Gris	4 à 5 cm	2 à 2,5 cm	Restes de micromammifères, oiseaux, invertébrés
Chouette chevêche (<i>Athene noctua</i>)	Gris	2 à 5 cm	1,2 à 1,5 (1,8) cm	Restes de petits mammifères, chitine
Chouette chevêchette (<i>Glaucidium passerinum</i>)	Gris	2 à 3 cm	0,8 à 1,2 cm	Restes de petits mammifères
Chouette de Tengmalm (<i>Aegolius funereus</i>)	Gris sombre	2 à 2,5 cm	1 à 1,2 cm	Restes de micromammifères

La collecte des indices

Sur le terrain, l'ichnologie se décline de deux manières selon le but recherché. Il faut distinguer la recherche d'empreintes au hasard de la recherche ciblée sur une ou plusieurs espèces.

La recherche au hasard apporte des renseignements variés sur la faune présente. Elle est efficace dans le cas d'inventaires de faune sur une superficie donnée.

Il est bon de faire des reconnaissances pour connaître le terrain. Ce préalable permet de connaître les lieux, leur accessibilité, et de peser les potentialités. Nous pouvons envisager quelques itinéraires dirigés vers les secteurs qui paraissent

intéressants du point de vue de l'ichnologie. Ces secteurs sont ceux qui offrent le plus d'opportunités (substrat) pour la découverte d'empreintes ou autres indices. La première règle est de cheminer lentement, en regardant tout autour de soi. Un cheminement trop rapide du type « randonneur » élimine un bon nombre d'indices qui ne peuvent être détectés qu'avec une attention soutenue. Les indices les plus fréquents, ceux du renard ou les empreintes d'ongulés qui marquent bien,



Sur un site de ce type, les indices du desman seront recherchés sur les bords ou sur les pierres dans le torrent. Ceux du sanglier et du renard sur les pelouses; les mêmes plus ceux du chevreuil, du chamois (l'hiver), de l'écureuil, de la martre ou de la fouine, etc., en forêt.

seront les plus faciles à trouver. Les excréments sont également assez aisés à trouver pour les espèces les plus courantes ou celles de grande taille. Pour tous les autres indices, coulées ou indices sur les végétaux, la plus grande attention est requise.

La collecte, complément et finalité de la recherche, comprend les éléments que l'ichnologue veut bien sélectionner. Toutefois, certains sont incontournables (espèce, date, commune, lieu-dit ou localisation, altitude, milieu principal, milieu secondaire, nom de l'auteur du relevé).



La nature de l'observation fera l'objet d'une codification destinée à préciser la saisie sans l'alourdir. Celle que nous adoptons est la suivante.

Les empreintes au sol sont exprimées de deux manières :

- P/T se lit « pied ou piste sur terre » ;
- P/N se lit « pied ou piste sur neige ».

Ces deux formulations englobent aussi le pied isolé.

Crotte : l'expérience a montré que conserver un terme générique simplifiait l'utilisation. Dans la rubrique « Notes » il est toujours possible de préciser la nature de la découverte.

Concernant les espèces à excréments variables : pour le renard nous utilisons les types : T1 (non fragmenté), T2 (fragmenté), T3 (fin et non fragmenté) et Atyp pour atypique. (Voir « Renard roux et renard polaire » au chapitre « Les excréments des carnivores », p. 115)

Crottier : pour les sites de marquage avec retour régulier de l'animal.



Genette, crottier.
Parmi les espèces produisant des crottiers, ceux de la genette sont réellement les plus spectaculaires.

Dépôt : pour les ongulés et lagomorphes émettant des excréments en grains.

Toilettes : pour les sites régulièrement utilisés pour le dépôt d'excréments.

RR : ces deux lettres signifient « restes de repas » (pour végétivores, insectivores, petits carnivores et oiseaux).

RP : ces deux lettres signifient « restes de proie » (grands carnivores).

ACSO : désigne « activité sur sol » (creusements, grattées, boutis, coups de boutoir, vermillis), à préciser dans les notes.

ACVE : désigne « activité sur végétal » (ébourgeonnage, écorçage, frottis, abrouissement, griffade, forage, etc.), à préciser dans les notes.

Coulée : pour les passages régulièrement utilisés ; utilisable pour tous les mammifères dans la limite de la pertinence.

Les autres indices sont tout simplement désignés par leur nom (barrage, hutte, régalis, etc.).



Ce type de milieu se prête mal à l'enregistrement des indices, traces notamment, à l'exception des grandes espèces comme ici le mouflon ou le chamois.

La notion de milieu est délicate à utiliser, et se conformer aux systèmes de classifications des milieux, comme CORRINE, revient à compliquer les notes lors de la collecte, pour obtenir des résultats finalement peu utiles pour l'ichnologue. En revanche, il est clair que définir le milieu de collecte est compliqué. Selon la taille des espèces et l'importance de leurs déplacements, les notions varient.

Ainsi, pour une crotte de hérisson relevée sur une zone de pelouse bordée d'une ceinture arborée, au pied d'une grande barre rocheuse située à 600 m de la découverte : la barre rocheuse ne revêt aucun intérêt direct par rapport à la découverte. Si en lieu et place de la crotte de hérisson nous découvrons une crotte d'ours, la définition du milieu va changer : nous mentionnerons « pelouse » en milieu principal et « barre rocheuse » en milieu secondaire. Bien souvent, aussi, le paysage ne comporte pas d'éléments dignes d'être notés ; dans ce cas nous notons le même milieu dans les deux rubriques : garrigue, garrigue, hêtraie, hêtraie, etc.

De la même manière, la terre d'un glissement de terrain en forêt conserve plus facilement les empreintes que le sol forestier non endommagé. Pour autant, cette zone terreuse est un micromilieu transitoire sans intérêt quant à la biologie de l'espèce ; nous ne retiendrons pas la zone de coulée comme un milieu pertinent. La définition du milieu est donc affaire de raisonnement et de connaissance de la biologie des espèces.

Nom du ou des découvreurs : notion importante si le découvreur n'est pas le chargé d'étude dans ce cas.

Notes : c'est la rubrique avec laquelle on va préciser un certain nombre de points. L'ichnologue qui le souhaite peut préciser si P/T ou P/N signifie « pied » ou « piste ».

On peut aussi préciser pot ou crotte hors pot dans le cas du blaireau. Pour le renard, nous allons établir si les crottes sont des T1, T2 ou T3. RR sera précisé par la nature du repas (cônes consommés, noisettes, etc.).

Nous venons de voir les éléments essentiels intervenant lors de la collecte. Si l'étude est plus poussée et relève de « l'ichnologie fondamentale », nous noterons aussi les dimensions des empreintes et celles des crottes. Si nous voulons être fins, nous pourrions également relever le substrat exact du lieu de collecte.

Enfin, d'autres informations sont relever, par exemple l'exposition du lieu de la découverte ou son degré de pente. Dans tous les cas, il appartient au responsable de définir un standard des données qui seront utiles en fonction de l'objectif fixé.

Pour le pratiquant d'une ichnologie ludique, les éléments cités dans la liste qui précède sont amplement suffisants.

L'étape suivante consistera à enregistrer les données sur un support numérique sous la forme de bases. Un logiciel comme Excel® convient très bien, mais une base Access® permet des recherches statistiques plus fines et plus simples d'utilisation.



Sanglier, bouts. Ce type d'indices est saisi dans la catégorie ACSO, pour « activité sur sol ».

Les mesures, relevés et collectes

La nécessité de mesurer les échantillons implique aussi celle de standardiser les mesures afin de pouvoir échanger des informations cohérentes.

Sur les empreintes présentant des doigts, la longueur correspond à la distance entre l'extrémité du doigt le plus long (griffe non comprise) et l'arrière de l'empreinte.

La largeur correspond à la mesure comprise entre les pointes des doigts latéraux.

Sur les empreintes présentant des pelotes digitales (griffues ou non), la longueur correspond à la distance entre l'extrémité de la pelote médiane la plus en avant dans la voie et l'arrière de l'empreinte. La largeur correspond à la distance entre les bords externes des deux pelotes latérales.

Sur les empreintes de sabot, la longueur correspond à la distance entre l'extrémité avant des pinces et le talon. La largeur correspond à la plus grande distance mesurable entre les bords extérieurs des pinces.

Pour les espèces dont les doigts vestigiaux marquent, il est préférable de ne pas prendre en compte ceux-ci (à moins de noter la mesure les incluant entre parenthèses).

Mesurer une empreinte n'a de sens que dans le cas des bonnes impressions. Sur une empreinte trop déformée, il vaut mieux renoncer.

Il peut arriver toutefois que la mesure s'avère capitale dans la recherche d'espèces rares et discrètes comme les grands carnivores. Pour ces espèces, nous conseillons de mesurer sur des traces bien conservées les distances entre les pelotes digitales et celles entre les pelotes digitales et la pelote plantaire. La multiplication des mesures sur le pied peut permettre le calcul d'indices susceptibles d'identifier une empreinte et de la différencier de celle d'un autre sujet. Toutefois, cela ne peut fonctionner que dans le cas d'une population très réduite. Pour être précis, nous ajouterons qu'une mesure pratiquée du centre d'une pelote au centre d'une autre permet d'acquérir des mesures plus constantes en cas de déformation, ces dernières gardant un centre à peu près invariable.

Une question intéressante qui a souvent été posée par nos stagiaires concernait le rythme des relevés. Les indices n'étant pas permanents, un retour sur les lieux de collecte précédents permettra de vérifier si les espèces contactées sont toujours là ou de vérifier les fluctuations qualitatives éventuelles. Mais différents facteurs vont entrer en ligne de compte concernant le rythme des relevés sur un même point.

Sur les substrats mous, les indices évoluent vite et les passages sont tous enregistrés, ce qui entraîne une modification rapide de la situation. Les relevés seront donc fréquents pour apprécier la variété faunistique du secteur et pour profiter d'une zone de collecte dont le substrat évolutif ne tardera pas à nous priver.

Sur des substrats à moindre potentiel d'enregistrement, le bon sens et l'expérience dictent la règle. Le rythme des relevés sur un secteur se cale tout naturellement sur le calendrier. Ainsi peut-on prévoir le début du brame en relevant les empreintes

des animaux qui se regroupent sur la place. Les regroupements d'ongulés préluant au rut sont d'ailleurs tous détectables par cette méthode.

La fréquentation des quartiers d'hiver de certaines espèces passe par la prospection régulière des secteurs intéressants (par exemple pour le cas du grand tétras).

Les cols et éléments géographiques susceptibles de recéler les marquages d'espèces rares (ours, loup, lynx) doivent aussi faire l'objet d'une surveillance régulière.

Des sites alimentaires présentant un intérêt particulier pour telle ou telle espèce seront également plus étroitement surveillés lorsque le végétal recherché est au stade consommable.



La mesure des empreintes ou des excréments est une des informations de base à acquérir. Elle peut être réalisée facilement, y compris par un enfant.



Les cols montagnards, voies de franchissement faciles pour les changements de vallées, sont fréquentés par de nombreuses espèces qui y laissent leurs traces. Les grands carnivores sont susceptibles d'y marquer.



Les sentiers humains qui facilitent la progression en tout milieu sont prisés par des espèces nombreuses. La prospection y est souvent fructueuse.



L'été a desséché ces crottes de bouquetin des Alpes qui n'ont que 48 heures. L'âge d'un indice peut revêtir une grande importance et fait partie des thèmes abordés par la recherche ichnologique.



Ces quelques plumes nous informent que le renard est allé chercher sa pitance dans l'élevage de poules voisin.

Dans le cas d'un suivi ichnologique complémentaire d'un suivi faunistique général, la conservation des données passera par leur report sur la carte. Dans les années passées, le recours à la méthode du nuage de points permettait la comparaison de l'image que nous avons de la répartition des espèces avec ce que nous

obtenions par le biais de l'observation directe ou tout autre type de donnée (par exemple un cadavre).

La localisation précise des données est aujourd'hui possible par des systèmes perfectionnés comme l'actuel *global positioning system* (GPS) ou le futur Galileo. L'outil se perfectionne donc, l'apparition de logiciels de cartographie ayant constitué à cet égard un progrès notable.

À ce titre, nous notons que la localisation par le système GPS présente l'avantage de permettre une standardisation des données et, à toutes fins utiles, leur récupération ultérieure.

L'utilisation d'une carte au 25 000^e de l'IGN permet un report relativement précis. Toutefois, il peut être profitable d'utiliser des échelles de l'ordre du 15 000^e, voire du 10 000^e, ce qui permet des localisations vraiment très fines.



Terminons sur une image qui prouve que l'activité du castor n'est pas exempte de préoccupations artistiques.

Les études ichnologiques

L'ichnologie n'en est qu'à ses balbutiements, et à l'IDECST (Institut d'études et de diffusion des connaissances en sciences naturelles) nous essayons de développer des méthodes propres à rendre rigoureuse la prise de données.

Les domaines de recherches sont variés. À l'heure actuelle, deux grands axes sont l'objet de notre attention.

« De quand date un indice ? » est l'une des questions les plus intéressantes. Aussi avons-nous mis en place un protocole d'étude des modalités du vieillissement. Nous ménageons des placettes de localisation et de conditions microclimatiques

différentes pour lesquelles nous enregistrons les paramètres d'humidité, de température et de vent et sur lesquelles l'évolution d'un excrément est suivie. Cela, pour disposer de données permettant sur le terrain une évaluation de l'âge. Bien évidemment, le travail n'a de valeur qu'à partir du moment où nous disposerons d'informations sur de multiples excréments.

Un deuxième domaine intéressant est lié à la prise de données lors de la découverte d'indices. Pour cela, nous étudions la possibilité de créer une échelle de dureté du substrat à partir de l'empreinte laissée par une masse donnée, et ce, pour une superficie au sol donnée. L'intérêt de cette démarche étant d'apporter une réponse à des questions du type « l'absence d'empreinte de telle espèce est-elle liée à une trop grande dureté du substrat ou traduit-elle en toute probabilité le fait que cette espèce soit absente ici ? ».

Enfin, nous allons également essayer de dégager des lois statistiques exprimant la périodicité d'occurrence de certains indices.

L'ichnologie, une méthode peu coûteuse appliquée à la biologie de terrain

Au fil des années, une vérité s'est fait jour : l'ichnologie peut apporter énormément à la connaissance des espèces moyennant un budget très réduit. La richesse sémantique des données permet bien souvent d'acquérir une précision insoupçonnée.

Les dates de relevés permettent une évaluation de l'occurrence de certains indices. La connaissance des zones de rut de maintes espèces est affinée. Nous savons dire quand elles fréquentent telle ou telle zone et faire, par exemple, une comparaison avec les cycles végétaux annuels.

La fréquence des échantillons révèle l'importance de la population : un marquage assidu de loutre traduit un tissu social dont la trame est assez serrée pour que les *stimuli* de marquage jouent. Un dépôt isolé de cervidé traduit un passage, alors que des dépôts nombreux indiquent l'intérêt du lieu pour l'espèce, intérêt que la période ou le milieu permettront de préciser.

L'altitude permet de connaître pour une région donnée la fourchette dans laquelle évolue une population animale. Cette précision permet d'assigner à certaines informations une valeur de performance hors normes.

Notons qu'au sein de la strate altitudinale définie, la densité des indices va nous renseigner sur le niveau le plus régulièrement fréquenté.

Les milieux nous permettent d'aborder des thèmes variés : dans une forêt mixte, les collectes d'indices d'activité sont d'autant plus intéressantes qu'elles précisent comment la faune occupe cet espace. Les indices sur végétaux mettent en évidence une nette préférence des ongulés pour les conifères, notamment lorsque les animaux veulent se débarrasser des poils excédentaires lors de la mue printanière.

Dans les milieux ouverts, la localisation des animaux, quand elle est possible, met en exergue des préférences que nous ne sommes pas toujours à même de comprendre. Ici, nous aurons intérêt à enrichir les données avec des informations comme le degré de pente ou l'exposition. À propos de l'exposition, notons que

dans les massifs montagneux elle engendre une modification des couverts végétaux. L'ichnologie peut donc se pencher sur leur fréquentation et par là préciser ce qui, dans une relation faune-flore, relève de la biologie des espèces ou de la disponibilité du biotope. Une sorte de distinguo entre l'offre et la demande, en quelque sorte.

Globalement, sur un territoire donné et bien étudié, l'ichnologue localise les animaux en fonction de la période, sait ce qu'ils font, comment ils se nourrissent, voire à quel moment de la journée. Si les indices le permettent, nous pourrions même savoir quel sexe se livre à telle ou telle activité en un lieu donné. Sauf exception notable, par exemple une petite population d'ours, l'ichnologie ne livre que des estimations des effectifs. En revanche, pour des populations d'ongulés, le sex-ratio peut être connu avec une bonne exactitude. Inutile de préciser que ces données sont d'une importance capitale en matière de gestion de la faune.

Pour conclure, il reste à aborder les aspects pratiques de l'ichnologie, ceux qui peuvent rendre des services au quotidien. En agriculture, en sylviculture, les thèmes sont nombreux, des dégâts constatés par le jardinier à ceux affectant les grandes zones de culture. Il existe des méthodes simples pour éloigner certaines espèces, encore faut-il que les fautifs soient clairement identifiés.

Les rongeurs sont le plus souvent incriminés, mais ils ne sont pas les seuls. Les carnivores s'en prennent aux poulaillers ou aux troupeaux; l'omnivorie de certains les amène à consommer des végétaux cultivés. Les ongulés de plaine sont également des déprédateurs occasionnels des cultures.

La situation se répète en matière de sylviculture, les abrutissements, ébourgeonnages et autres écorçages pouvant poser problème au plan économique.

Dans nos maisons, nous sommes susceptibles de connaître des désagréments variés. Les loirs et les lérots peuvent endommager nos installations électriques. Nos aliments, voire nos vêtements peuvent être consommés par les rats et les souris.

Pour se protéger efficacement de ces hôtes encombrants, il est capital d'identifier les déprédateurs.

Au-delà de toutes ces considérations, soulignons que l'ichnologie revêt un caractère ludique non négligeable. Elle permet à qui veut la découvrir de recréer un lien bien distendu avec la nature. Elle influence les esprits en concrétisant la réalité animale. Nos activités ont amené les animaux à devenir discrets, aussi le promeneur moyen finit-il par oublier qu'il est entouré par une faune soucieuse d'éviter le contact. Découvrir l'existence d'un chevreuil dans le petit bois voisin où l'on ne soupçonnait même pas qu'il y en ait est un plaisir réel. Enfin, croiser lors d'une randonnée en montagne la piste impressionnante de l'ours brun procure un sentiment nouveau qui nous renvoie peut-être aux tréfonds de la mémoire de notre espèce.

Index des noms vernaculaires et scientifiques

B

- Bec croisé des sapins,
Loxia curvirostra 170
- Belette, *Mustela nivalis* 22, 42,
67, 74, 116
- Bison européen, *Bison bonasus*
99, 128, 148, 151
- Blaireau, *Meles meles* 28, 33, 68,
69, 103, 112, 113, 150, 152,
178
- Bœuf musqué, *Ovibos moschatus*
98, 128, 161
- Bouquetin des Alpes, *Capra ibex*
20, 96, 128, 149, 151, 157
- Bouquetin ibérique, *Capra
pyrenaica* 96, 128, 157

C

- Campagnol agreste,
Microtus agrestis 144
- Campagnol des champs,
Microtus arvalis 144
- Campagnol roussâtre,
Clethrionomys glareolus
60, 144
- Campagnol terrestre,
Microtus arvalis 144
- Canard colvert,
Anas platyrhynchos 162

- Castor européen, *Castor fiber* 27,
60, 61, 66, 103, 107, 139,
149, 156, 157, 159
- Cerf élaphe, *Cervus elaphus* 22,
32, 43, 89, 125, 131, 146,
149, 151, 157, 161
- Cerf muntjac, *Muntiacus muntjac
(muntiacus reevesii)*
91, 126, 146
- Cerf sika, *Cervus nippon*
91, 126, 146, 149
- Chacal doré, *Canis aureus*
83, 121
- Chamois, *Rupicapra rupicapra*
20, 43, 97, 128, 129, 131,
135, 149, 151, 157, 161
- Chat forestier, *Felis silvestris*
78, 117, 152
- Chèvre de Crête, *Capra aegagrus*
96, 128
- Chevreuil, *Capreolus capreolus*
25, 27, 30, 93, 127, 129,
131, 135, 146, 149, 153,
157, 161
- Chien viverrin, *Nyctereutes
procyonoides* 81, 119
- Chouette chevêche,
Athene noctua 174
- Chouette chevêchette,
Glaucidium passerinum 174

Chouette de l'Oural, *Strix uralensis* 174
Chouette de Tengmalm, *Aegolius funereus* 174
Chouette effraie, *Tyto alba* 174
Chouette Harfang, *Nyctea scandiaca* 174
Chouette hulotte, *Strix aluco* 174
Cincle plongeur, *Cinclus cinclus* 172
Coucou gris, *Cuculus canorus* 172

D

Daim, *Dama dama* 90, 126, 131, 146, 151, 157
Desman des Pyrénées, *Galemys pyrenaicus* 25, 54, 56, 104, 105

E

Écureuil d'Europe, *Sciurus vulgaris* 63, 103, 107, 108, 141, 144, 159
Écureuil gris, *Sciurus carolinensis* 63, 103, 107, 108, 159
Élan, *Alces alces* 92, 126, 131, 149, 151, 157, 161

F

Faisan de Colchide, *Phasianus colchicus* 28, 166
Fouine, *Martes foina* 30, 42, 72, 114, 151

G

Gélinotte des bois, *Bonasa bonasia* 163, 165
Genette, *Genetta genetta* 67, 75, 116
Glouton, *Gulo gulo* 69, 112
Goéland leucophée, *Larus cachinnans* 28
Grand hamster, *Cricetus cricetus* 65, 109
Grand tétras, *Tetrao urogallus* 163, 180

H

Hérisson d'Algérie, *Erinaceus (aterlix) algirus* 55, 103, 104
Hérisson d'Europe, *Erinaceus europaeus* 55, 103, 104, 105
Hérisson oriental, *Erinaceus concolor* 55, 103, 104
Hermine, *Mustela erminea* 42, 74, 116
Hibou des marais, *Asio flammeus* 174
Hibou grand-duc, *Bubo bubo* 174
Hibou moyen-duc, *Asio otus* 174
Hibou petit-duc, *Otus scops* 174

L

Lagopède alpin, *Lagopus mutus* 162, 165
Lagopède des saules, *Lagopus lagopus* 162, 165

Lapin de Floride, *Sylvilagus floridanus* 51, 57, 60
Lapin de garenne, *Oryctolagus cuniculus* 28, 51, 57, 59, 106, 139, 149, 152, 159, 160
Lérot, *Eliomys quercinus* 65, 109
Lérotin, *Dryomys nitedula* 65, 109
Lézard ocellé, *Lacerta lepida* 18
Lézard vert, *Lacerta viridis* 18
Lièvre brun, *Lepus capensis* 30, 51, 57, 59, 106, 137, 139, 160
Lièvre variable, *Lepus timidus* 30, 51, 57, 58, 59, 106, 137, 160
Loir, *Glis glis* 64, 109
Loir d'Ognev, *Myomimus roachi* 64
Loup gris, *Canis lupus* 83, 121, 129, 131, 134, 161, 180
Loutre, *Lutra lutra* 23, 68, 70, 103, 114, 151
Lynx boréal, *Lynx lynx* 30, 67, 79, 117, 129, 130, 131, 134, 144, 153, 161, 180
Lynx pardelle, *Lynx pardina* 67, 79, 118, 129, 130, 131, 134, 144, 153, 161, 180

M

Mangouste d'Edwards, *Herpestes edwardsii* 77, 117
Mangouste ichneumon, *Herpestes ichneumo* 77, 117
Marmotte des Alpes, *Marmotta marmotta* 64, 66, 103, 107, 108, 159, 160
Martin-pêcheur, *Alcedo atthis* 171

Martre, *Martes martes* 30, 42, 71, 114, 115
Mouflon de Corse, *Ovis ammon* 95, 96, 127, 151, 161
Mouton, *Ovis aries* 95
Musaraignes 55, 104, 105
Muscardin, *Muscardinus avellanarius* 65, 109

O

Ours brun, *Ursus arctos* 11, 30, 35, 46, 67, 86, 103, 112, 122, 129, 131, 134, 137, 145, 153, 160, 180
Ours polaire, *Ursus maritimus* 87, 122

P

Pachyure étrusque, *Suncus etruscus* 26
Panthère 118, 153
Panthère du Caucase, *Panthera pardus* (var. *Tulliana*) 67, 81
Perdrix bartavelle, *Alectoris graeca* 165
Perdrix grise, *Perdix perdix* 165
Perdrix rouge, *Alectoris rufa* 28, 30, 162, 165
Pic cendré, *Picus canus* 169
Pic épeiche, *Dendrocops major* 167, 168
Pic noir, *Dryocopus martius* 169
Pic-vert, *Picus viridis* 169
Pie bavarde, *Pica pica* 28
Pie méridionale, *Lanius meridionalis* 171

Pie grièche écorcheur,
Lanius collurio 171

Pie grièche grise,
Lanius excubitor 171

Pie grièche rousse,
Lanius senator 171

Pimélie à deux points,
Pimelia bipunctata 18

Porc-épic, *Hystrix cristata*
61, 66, 103, 107, 149, 159

Putois, *Mustala putorius* 22, 24,
42, 73, 115

Putois marbré, *Vormela*
peregrina 73, 115

R

Ragondin, *Myocastor coypu* 62,
103, 107, 108, 141

Rat musqué, *Ondatra zibethicus*
109, 158

Rat noir, *Rattus rattus* 66, 110

Raton laveur, *Procyon lotor* 78,
117

Renard commun, *Vulpes vulpes*
21, 28, 29, 42, 81, 119, 135,
153

Renard polaire, *Alopex lagopus*
81, 119

Renne, *Rangifer tarandus* 92,
127, 131, 157, 161

S

Sanglier, *Sus scrofa* 11, 22, 28,
29, 32, 43, 53, 87, 103, 124,
131, 146, 147, 154, 161

Sitelle torchepot, *Sitta europaea*
167

Souris grise, *Mus musculus* 66

Surmulot, *Rattus norvegicus*
66, 110, 144

T

Taube aveugle, *Talpa caeca*
54, 56

Taube d'Europe, *Talpa europaea*
54, 56, 137

Taube romaine, *Talpa romana*
54, 56

Tétras-lyre, *Tetrao tetrix* 163,
164

Tourterelle turque, *Streptopelia*
decaocto 161

V

Vison d'Europe, *Mustala lutreola*
74, 115

Z

Zibeline, *Martes zibellina*
71, 114

Index des tableaux et rubriques synthétiques

- Abréviations utilisées dans la description des allures 45
- Caractérisation d'un pied droit ou gauche 44
- Caractéristiques d'impression sur substrats sans cohésion 34
- Détermination d'une empreinte à doigts 51
- Détermination d'une empreinte à pelotes digitales 52
- Détermination d'une empreinte à sabots 53
- Empreintes d'oiseaux (nombre de doigts et symétrie) 162
- Exemples de standardisation des collectes 176
- Grands groupes d'empreintes des dinosaures 13
- Mode de groupement des pieds 50
- Tableau clé de détermination des attaques de grands carnivores 135
- Tableau clé de détermination des cônes consommés 170
- Tableau clé de détermination des cônes consommés par l'écureuil et les petits rongeurs 144
- Tableau clé de détermination des écorçages du castor 140
- Tableau clé de détermination des empreintes de canidés 85
- Tableau clé de détermination des empreintes de félidés 81
- Tableau clé de détermination des empreintes des lagomorphes 60
- Tableau clé de détermination des empreintes des rongeurs 66, 75
- Tableau clé de détermination des empreintes d'insectivores 57
- Tableau clé de détermination des empreintes d'ongulés 100
- Tableau clé de détermination des empreintes et des crottes de tétras, lagopède, perdrix et faisan 167
- Tableau clé de détermination des excréments de lagomorphes 105
- Tableau clé de détermination des excréments des carnivores 110
- Tableau clé de détermination des excréments des gros rongeurs 107

- Tableau clé de détermination des excréments d'insectivores 104
- Tableau clé de détermination des excréments d'ongulés 123
- Tableau clé de détermination des forages de picidés 170
- Tableau clé de détermination des indices de lagomorphes sur ligneux 139
- Tableau clé de détermination des indices d'ongulés sur ligneux 146
- Tableau clé de détermination des pelotes de rapaces nocturnes 174
- Tableau clés de détermination des excréments des gliridés, du grand hamster et du rat musqué 109
- Tableau descriptif des caractéristiques de la marche 45
- Tableau descriptif des caractéristiques du bond 50
- Tableau descriptif des caractéristiques du galop 49
- Tableau descriptif des caractéristiques du trot 47
- Tableau des impressions de pied du raton laveur 78
- Tableau d'évaluation de l'âge d'après la taille du pied chez le cerf 90
- Tableau d'évaluation de l'âge d'après la taille du pied chez le chevreuil 95
- Tableau d'évaluation de l'âge d'après la taille du pied chez le daim 91
- Tableau d'évaluation de l'âge d'après la taille du pied chez le sanglier 88
- Tableau indicatif des hauteurs de griffades sur tronc 158

ÉDITION

Marie-Paule Montmorency

INFOGRAPHIE

Marie-Pierre Charbit (com une souris graphique)

IMPRESSION

Beta (Barcelone), février 2011

Jadis pratique populaire, à présent discipline utilisée en paléontologie, l'ichnologie est l'ensemble des techniques permettant l'identification des espèces à partir des traces qu'elles laissent.

Véritable manuel d'initiation, ce guide se propose de mettre ce savoir-faire au service du promeneur par une approche didactique établissant une typologie des empreintes : séquences des membres antérieurs et postérieurs en fonction de l'allure, aspects des empreintes selon le substrat...

Il permettra au naturaliste amateur de « lire » la nature à partir des empreintes laissées par les animaux dans le sol, mais aussi de leurs excréments et déjections, jusqu'aux traces laissées sur les végétaux en passant par les cadavres pour ce qui est des grands carnivores.

Outre les passionnés de faune sauvage, cet ouvrage intéressera les professionnels en charge des inventaires et du suivi des animaux en milieu naturel.

Passionné par la faune sauvage depuis toujours, **Luc Chazel** a été chargé d'études par le ministère de l'Environnement, conservateur de réserve naturelle, responsable d'un programme de recherche sur le lynx dans le parc national des Abruzzes et a été conseiller technique pour le service suisse de cartographie de la faune. Ses nombreux voyages l'ont amené à se spécialiser dans les mammifères carnivores.

Également spécialisée dans l'ichnologie, **Muriel Chazel** est coauteur d'ouvrages naturalistes et a participé à divers inventaires de faune. Elle réalise actuellement une base de données iconographiques sur les traces et indices de la faune sauvage et mène un projet de stages d'ichnologie de terrain.

En couverture : piste de renard sur sable. Cliché Luc Chazel.

éditions
Quæ

Éditions Cemagref, Cirad, Ifremer, Inra
www.quae.com

25 €

ISBN : 978-2-7592-0915-6



ISSN : 1952-2770
Réf. : 02233