

L'importance des carrefours dans le comportement de marquage fécal des loups (*Canis lupus*)

Naturwissenschaften (2004) 91:489–492
DOI 10.1007/s00114-004-0557-1

SHORT COMMUNICATION

Isabel Barja · Francisco Javier de Miguel ·
Felipe Bárcena

The importance of crossroads in faecal marking behaviour of the wolves (*Canis lupus*)

Résumé

Chez les loups (*Canis lupus*), les **excréments** jouent un rôle important dans le comportement de marquage territorial. Le dépôt de félins à des endroits stratégiques tels que les **carrefours** et sur des supports visibles augmente probablement leur efficacité en tant que marques visuelles et olfactives. Il est donc probable que les crottes soient déposées et s'accumulent à des carrefours particuliers où la probabilité d'être détecté par d'autres loups est la plus grande. Pour vérifier cette hypothèse, une population de loups du nord-ouest de l'Espagne a été étudiée pendant deux années consécutives, de mai 1998 à mars 2000, et la distribution spatiale de 311 excréments détectés le long des routes (à la fois aux carrefours et loin des carrefours) a été analysée. Cette étude a été menée sur une zone de 12 000 ha dans le parc naturel de Montes do Invernadeiro. **Les résultats confirment que les loups déposent leurs excréments de préférence aux carrefours (60,1%) et sur des substrats bien visibles (72,1%).** Un nombre significativement plus important d'excréments a été trouvé aux intersections avec de nombreuses routes facilement praticables reliant des territoires éloignés. Ainsi, les loups déposent leurs excréments de préférence aux carrefours où l'accessibilité et la praticabilité sont élevées. Plus la surface du carrefour est importante, plus le nombre d'excréments est élevé. Les carrefours sont donc des points hautement stratégiques qui facilitent la détection des excréments.

INTRODUCTION

Plusieurs études ont montré que la communication chimique joue un rôle important dans l'organisation sociale et la distribution spatiale du loup (Mech 1970 ; Peters et Mech 1975 ; Rothman et Mech 1979). Les loups marquent leur territoire avec leur urine et les sécrétions de leurs glandes anales et interdigitales (Peters et Mech 1975 ; Fox et Cohen 1978 ; Asa et al. 1985). L'utilisation de l'urine comme source d'odeur est connue depuis longtemps. Plusieurs auteurs indiquent que les crottes peuvent également être utilisées par les loups pour marquer leur territoire (Peters et Mech 1975 ; Asa et al. 1985), bien que cela soit moins clair que le marquage à l'urine car aucune posture ostensible ou spécifique n'est adoptée. **Une fonction de communication peut être attribuée aux excréments lorsqu'ils sont déposés sur des sites visibles ou surélevés (Kleiman 1966), ou lorsqu'ils s'accumulent dans des endroits stratégiques où la probabilité de leur détection par d'autres individus est maximale.** Ce comportement a été observé chez le renard roux (*Vulpes vulpes*) (Macdonald 1980) et le lynx Ibérique (*Lynx pardinus*) (Robinson et Delibes 1988). Ces espèces déposent un grand nombre

d'excréments aux **carrefours** ; d'énormes tas peuvent se former qui, dans certains cas, peuvent être considérés comme des latrines plus ou moins diffuses (Macdonald 1980).

Lorsque les marques olfactives sont déposées sur des sites proéminents, elles peuvent avoir une fonction d'orientation et une fonction sociale (Alberts 1992). Les sites visibles et élevés peuvent améliorer la composante visuelle de ces marques (Vil et al. 1994).

Bien que les personnes habituées à rencontrer des loups dans la campagne sachent que les carrefours sont de bons endroits pour localiser leurs traces, leur comportement de marquage des excréments aux carrefours n'est pas suffisamment bien documenté. Cet article rapporte l'importance des carrefours dans le marquage des excréments. La distribution spatiale des crottes de loup dans le nord-ouest de l'Espagne a été examinée, et le nombre de dépôts de crottes aux carrefours et le long d'autres parties de la route a été comparé.

MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été réalisée sur une superficie de 12 000 ha dans le parc naturel de Montesdo Invernadeiro, dans le nord-ouest de l'Espagne. Cette région escarpée se compose d'une série de basses montagnes et de vallées profondes.

La zone d'étude est traversée par un réseau dense de coupe-feu et de chemins forestiers, fréquemment utilisés par les loups dans leurs déplacements. L'étude a été menée de mai 1998 à mars 2000. Au cours de cette période, un total de 14 enquêtes ont été réalisées (2 à 3 jours chacune). La distance moyenne inspectée lors de chaque étude était de 59,8 km. Des cartes avec des cellules de 1 km² (UTM) ont été utilisées pour enregistrer les positions des excréments. Au cours de ces enquêtes, une zone totale de 837,2 km a été étudiée : routes non revêtues (515,5 km), routes asphaltées (150,4 km), larges coupe-feu utilisés comme routes (149,9 km) et coupe-feu (21,3 km).

Afin de vérifier si les loups montrent une préférence pour l'utilisation des carrefours comme sites de dépôt des excréments, les fréquences des excréments aux carrefours, à la périphérie des carrefours et dans les parties restantes des routes ont été comparées. La densité des carrefours dans la zone d'étude était de 0,9 carrefour par kilomètre.

Un carrefour a été défini comme la zone résultant de l'intersection de deux routes ou plus (Fig. 1). La complexité de ces carrefours varie en fonction du nombre de routes qui en partent. Au total, 99 carrefours ont été étudiés, mais tous n'ont pas été examinés lors de chaque étude. La distance totale couverte par les relevés d'échantillons par rapport à l'intérieur du carrefour (T_C) (Fig. 1) a été calculée selon la formule générale suivante : $T_C = W \sum U_n$, où W est la largeur moyenne des différentes routes de la zone d'étude et U_n le nombre total de carrefours de chaque type dans l'échantillon.

En gardant à l'esprit que la probabilité qu'un loup s'engage dans un carrefour est plus élevée que celle qu'il passe à n'importe quel point de n'importe quelle route le formant, le coefficient de correction suivant a été utilisé pour calculer la fréquence attendue des excréments aux carrefours : $C = 1/2S$, où S est le nombre de routes quittant le carrefour. La formule utilisée

pour calculer la distance parcourue au carrefour est donc $T_C = 1/2W \sum S_n U_n$ (en appliquant le coefficient de correction correspondant).

On a considéré qu'une crotte avait été déposée à un carrefour lorsque la distance à son centre était inférieure ou égale au rayon (R) de la circonférence délimitant la zone du carrefour (Fig. 1) [la largeur moyenne des routes (W) était de 8,7 m, $R = 6,15$ m].

La distance au centre du carrefour a été mesurée pour toutes les crottes déposées à moins de 30 m de celui-ci. La zone comprise entre les limites du carrefour et les 30 m qui l'entourent a été appelée « périphérie du carrefour » (Fig. 1). La périphérie complète du carrefour a toujours été vérifiée. Pour estimer la fréquence attendue de découverte d'une crotte, la distance totale des périphéries de carrefour prospectées a été calculée selon la formule suivante : $T_P = (L-1/2W)\sum S_n U_n$. Dans cette étude, $L = 30$ m (Fig. 1).

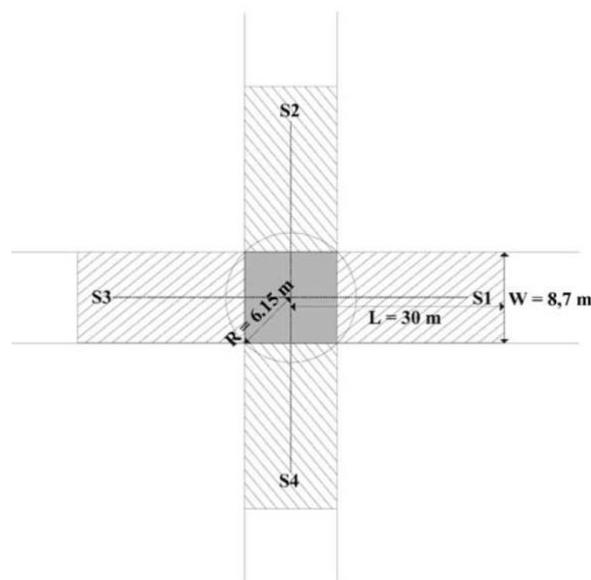


Fig. 1. Schéma d'un carrefour typique de la zone d'étude et variables considérées. La zone grise indique la surface des carrefours, la zone lignée la surface de la périphérie des carrefours et la zone blanche le reste de la route ; S_n est le nombre de routes partant du centre du carrefour

La distance totale étudiée des parties restantes des routes (T_R) a été calculée comme la différence entre la distance totale étudiée moins la distance étudiée aux carrefours et à leurs périphéries : $T_R = T_T - (T_C + T_P)$.

Afin de vérifier si les loups ont sélectionné certains carrefours et de déterminer les caractéristiques qui ont influencé cette sélection, les variables suivantes ont été prises en compte :

La complexité : le nombre de routes quittant le carrefour. Le coefficient de correction (C) a été utilisé pour calculer les fréquences de crottes attendues et observées.

Type : les types de routes qui ont formé le carrefour (routes asphaltées, routes non asphaltées et coupe-feu).

Surface : y compris la périphérie du carrefour.

Altitude : du carrefour.

L'accessibilité : (définie en fonction des routes partant du carrefour). L'accessibilité d'une route a été établie en fonction de son importance en tant que voie de communication ou en fonction des zones qu'elle relie. Les valeurs attribuées étaient soit 3 (grande accessibilité : lorsque les extrémités des routes reliaient de grandes zones, par exemple deux montagnes ou deux vallées), soit 2 (accessibilité moyenne : par exemple lorsque les routes formant l'intersection étaient ouvertes mais reliaient des zones d'importance secondaire), soit 1 (faible accessibilité : par exemple lorsqu'une ou plusieurs des routes s'arrêtaient à une « barrière » telle qu'un réservoir, une clôture, un village ou s'arrêtaient tout simplement dans les montagnes).

Facilité de conduite : (définie en termes de facilité de circulation sur les routes formant les carrefours). Les valeurs suivantes ont été attribuées : une motricité élevée (3), c'est-à-dire lorsqu'une voiture peut circuler facilement sur les routes (généralement des routes fermes, plates et sans obstacles) ; une motricité moyenne (2), c'est-à-dire lorsque, en raison de la surface accidentée, seuls les véhicules à quatre roues motrices peuvent circuler ; et une motricité faible (1), c'est-à-dire les routes qui ne peuvent pas être empruntées (ou qui sont extrêmement difficiles à emprunter) avec n'importe quel véhicule (en raison d'une végétation envahissante, de rochers sur la route ou d'une pente trop abrupte).

Des valeurs finales d'accessibilité et de praticabilité ont été attribuées à tous les carrefours.

Toutefois, comme les carrefours peuvent être formés par des routes dont l'accessibilité et la motricité sont différentes, les critères suivants ont été utilisés pour attribuer les valeurs finales : (a) lorsque les routes formant le carrefour étaient de valeur identique, celle-ci a été retenue comme valeur finale, (b) dans les carrefours formés par des routes de deux valeurs différentes, la valeur la plus faible a été attribuée, et (c) lorsque les carrefours étaient formés par plus de deux routes, seules celles ayant les deux valeurs les plus élevées ont été prises en compte, puis la plus faible d'entre elles a été attribuée.

RESULTATS

Au cours de l'étude, 311 crottes ont été trouvées. Le nombre de crottes/km était plus important aux carrefours (8,30) qu'à leur périphérie (1,67) et moins de crottes ont été trouvées le long des autres parties de la route (0,15). Le nombre de crottes détectées aux carrefours et à leur périphérie était plus important que ce que l'on pourrait attendre d'échantillons distribués au hasard (Tableau 1) ($\chi^2 = 1,170$, $df = 2$, $P < 0,001$).

Tableau 1. Fréquence attendue et observée des crottes dans les trois zones : carrefour, périphérie du carrefour, reste des routes, et les distances parcourues dans chacune d'elles

	Observed frequency	Expected frequency	Kilometres surveyed (real)	Kilometres surveyed (corrected)
Crossroads (T_C)	67	4.86	8.07	13.17
Periphery of crossroads (T_P)	120	28.67	77.64	77.64
Rest of roads (T_R)	124	277.47	751.48	751.48
Total (T_T)	311	311	837.20	842.29

Un nombre significativement plus élevé de crottes a été trouvé dans les cellules avec un plus grand nombre de carrefours ($r_s = 0,35$, $P < 0,01$). Une corrélation négative significative a été

observée ($r_s = 0,68$, $P < 0,001$) entre le nombre de crottes et la distance au centre du carrefour. Néanmoins, 57,8% des crottes ont été localisées entre 2 et 10 m du centre.

Aux carrefours et à leurs périphéries, les crottes ont été déposées principalement sur des substrats visibles ou élevés (72,1%), mais le long du reste de la route cela a diminué à 45,6% ($\chi^2 = 20,4$, $df = 1$, $P < 0,001$).

Le nombre moyen d'excréments accumulés aux carrefours à trois sorties (carrefours simples) et aux carrefours à quatre sorties (ou plus) (carrefours multiples) était respectivement de 3,2 et 5,7 ($\chi^2 = 16,5$, $df = 1$, $P < 0,001$).

Tous les 99 carrefours étudiés ont été analysés. La distribution des crottes aux différents carrefours n'était pas aléatoire. Ainsi, le nombre de crottes n'était pas corrélé avec l'altitude des carrefours ($r_s = 0,02$, $P > 0,05$). En revanche, il était corrélé avec d'autres variables telles que l'accessibilité ($r_s = 0,33$, $P < 0,01$), la carrossabilité ($r_s = 0,35$, $P < 0,001$) et, dans une moindre mesure, la surface du carrefour ($r_s = 0,20$, $P < 0,05$). Le type de carrefour n'a pas d'influence sur cette sélection ($\chi^2 = 13,9$, $df = 21$, $P > 0,05$).

Pour classer les carrefours en groupes similaires, une analyse K-Means conglomerat a été réalisée pour l'accessibilité, la praticabilité et le nombre de crottes (Fig. 2). L'accessibilité et la praticabilité ont été notées de 1 à 3 et le nombre de crottes de 0 à 7. Les 12 carrefours du conglomerat 1 ont montré une grande accessibilité (2,17), une grande praticabilité (2,08) et un grand nombre de crottes (6,83). Les 24 carrefours du conglomerat 2 présentent une accessibilité (1,50), une praticabilité (1,75) et un nombre de crottes (3,21) intermédiaires. Le reste des carrefours de l'échantillon (63), contenus dans le conglomerat 3, présente une faible accessibilité (1,33), une faible praticabilité (1,37) et peu de crottes (0,30). Les différences entre les trois conglomerats étaient statistiquement significatives pour les trois variables : accessibilité ($\chi^2 = 23,8$, $df = 4$, $P < 0,001$), praticabilité ($\chi^2 = 15,9$, $df = 4$, $P < 0,01$) et nombre de scats ($\chi^2 = 198,0$, $df = 14$, $P < 0,001$).

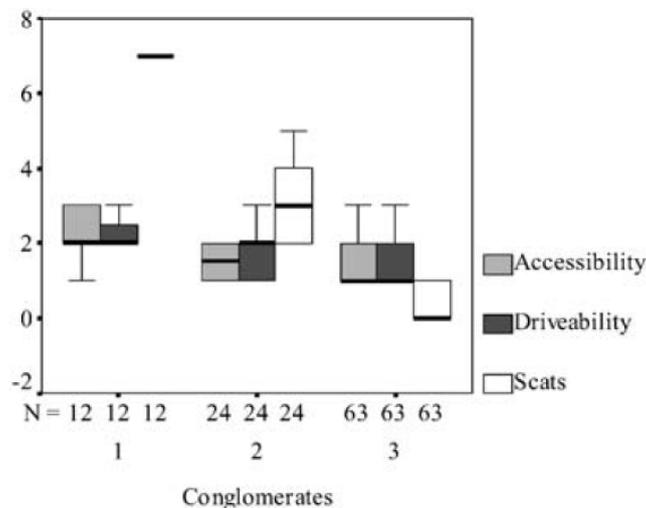


Fig. 2. Analyse du conglomerat K-Means pour les variables suivantes : accessibilité (cases grises), facilité de conduite (cases noires) et nombre de crottes (cases blanches)

DISCUSSION

Les résultats montrent que les loups se déplaçant le long des routes choisissent les intersections pour déposer leurs crottes. Les carrefours étant multidirectionnels, les crottes qui y sont déposées ont une plus grande probabilité d'être détectées : les loups peuvent atteindre ces points depuis différentes directions et ont donc plus de chances de les rencontrer. Les excréments déposés aux périphéries des carrefours peuvent également être détectés plus facilement que le long du reste de la route en raison de leur proximité avec le carrefour lui-même. Dans la présente étude, plus il y a de routes menant à un carrefour, plus les loups y déposent des excréments. Le choix final d'un carrefour dépend de sa complexité, de sa praticabilité, de son accessibilité et, dans une moindre mesure, de sa surface.

Le choix de **substrats** bien **visibles** aux carrefours a pour effet d'amplifier la composante visuelle des excréments déposés, augmentant ainsi leur efficacité en tant que signal d'avertissement. Kleiman (1966) a rapporté que le dépôt d'excréments sur des substrats bien visibles augmentait leur efficacité dans les zones de haute valeur stratégique.

Les loups sélectionnent les carrefours les plus accessibles, déposant un plus grand nombre d'excréments à ceux qui permettent d'accéder aux différentes montagnes et aux zones d'importance spéciale à l'intérieur de leur territoire, comme le site de rendez-vous. Par contre, les carrefours peu accessibles n'ont pas été marqués du tout - la probabilité que les marques laissées soient détectées aurait été plus faible puisque les loups n'ont pratiquement jamais emprunté ces routes. Les loups optimisent donc la distribution de leurs excréments en les plaçant à des carrefours aux caractéristiques bien définies.

Les loups de la présente étude ont marqué de façon **répétée** certains carrefours. Peters et Mech (1975) ont également observé comment les loups d'une meute marquaient de façon répétée les mêmes carrefours. Les loups seraient attirés par l'odeur des crottes déposées précédemment, ce qui faciliterait le dépôt de nouvelles crottes. Au cours de leurs déplacements, les loups s'arrêteraient plus souvent et passeraient plus de temps à ces points de concentration maximale d'odeur afin d'examiner les excréments précédemment déposés. Ils seraient stimulés à marquer sur les marques précédentes, de sorte qu'à certains carrefours et sur certains substrats de ces sites, des latrines avec un grand nombre de crottes se formeraient. Macdonald (1980) indique que les fèces de certains carnivores s'accumulent à certains endroits, formant des latrines diffuses.

Les carrefours les plus marqués étaient éloignés les uns des autres. Les carrefours les plus abondamment marqués étaient éloignés les uns des autres. De plus, ils étaient situés au **sommet** des montagnes où l'odeur se propageait mieux, créant ainsi une barrière ascendante contre les intrus. Les loups concentrent leurs marques aux limites de leur territoire, principalement aux frontières où le risque d'intrusion est plus grand (Peters et Mech 1975). Le marquage olfactif des carrefours proches des frontières territoriales garantit probablement la détection des marques par les intrus.

Enfin, il est intéressant de noter que les carrefours, en tant que points d'accumulation de crottes, fournissent également des références spatiales décisives de la présence des loups. Connaître la répartition des loups et la taille de leur population (ce qui nécessite des méthodes

d'étude indirectes) est essentiel pour garantir leur conservation. Les carrefours, qui peuvent être riches en crottes, pourraient fournir un matériel extraordinairement précieux pour des études non invasives nécessitant l'extraction d'ADN (Wayne et Vil 2003) et de glucocorticoïdes (indicatifs des niveaux de stress) (Creel et al. 2002).