

Déplacements et risque de prédation pour les élans en Finlande de l'Est



Wildlife Biology 2020: wlb.00685

doi: 10.2981/wlb.00685

© 2020 The Authors. This is an Open Access article

Subject Editor: Bogdan Cristescu. Editor-in-Chief: Ilse Storch. Accepted 8 September 2020

Wolf predation risk and moose movement in eastern Finland

Jyrki Pusenius, Tuomas Kukko, Markus Melin, Sauli Laaksonen and Ilpo Kojola

RESULTATS

Vitesse de voyage

Selon des statistiques descriptives, la **vitesse de déplacement médiane** entre des emplacements consécutifs (TS) était la plus élevée en été chez les orignaux exposés à un risque de prédation par le loup plus élevé (tableau 1) et légèrement inférieure en été chez les orignaux exposés à un risque de prédation plus faible. Le TS le plus bas s'est produit en hiver, quel que soit le niveau de risque de prédation (tableau 1). Les différences et les similitudes dans les modèles de données TS sont illustrées dans les parcelles quantiles à quantiles de la figure 2. Parmi les femelles avec faon / faon au talon, la TS semble être plus élevée parmi les animaux exposés à un risque de prédation plus élevé que ceux exposés pour réduire le risque de prédation (tableau 1).

Les résultats du modèle linéaire mixte évaluant les effets de la saison et du risque de prédation, du couvert forestier et de leurs interactions sur les TS transformées logarithmiquement sont présentés dans le tableau 2. Le meilleur modèle a indiqué les principaux effets significatifs de la saison et du couvert forestier et les interactions risque de prédation × saison et couverture de la canopée × saison (tableau 2). Le principal effet de la saison indique, sur la base de son estimation de paramètre ($(\exp(0,7647) - 1) \times 100\%$) et de l'erreur standard (tableau 2), que la TS était de 114,8% (± 2 SE : 81,4–154,4%) plus élevée en été qu'en hiver. L'effet principal du risque de prédation n'était pas significatif, reflétant qu'en hiver, le risque de prédation n'avait pas d'impact sur le TS. Au lieu de cela, l'effet d'interaction significatif observé du risque de prédation × saison (tableau 2) indique que la TS en été était 19,9% (± 2 SE : 3,6 à 38,8%) plus rapide chez les orignaux exposés à un risque de prédation plus élevé que ceux exposés à risque plus faible. Le principal effet du couvert forestier (tableau 2) indique que la TS diminue avec l'augmentation du couvert (une augmentation de 1% du couvert diminue la TS de 0,42% ; ± 2 SE : 0,07–0,77%). De plus, l'interaction couverture de la canopée × saison indique que la diminution de la TS avec l'augmentation de la couverture de la canopée était plus prononcée en été : une augmentation de 1% de la couverture de la canopée diminuait la TS de 0,57% (± 2 SE : 0,24 à 0,90%) dans l'heure d'été. Lors de l'utilisation de la proportion de prises d'original dans 80% des MCP des loups comme critère de risque de prédation, les résultats étaient par ailleurs les mêmes, mais la TS de l'original exposé à un risque de prédation plus élevé était 35,6% (± 2 SE : 13,5 à 62,0%) plus rapide que pour les individus exposés à un risque plus faible en été (risque de prédation × saison, paramètre = 0,305, SE = 0,009, t = 3,36, df = 2327, p = 0,0008).

Le modèle mixte linéaire évaluant l'effet du risque de prédation sur la TS estival des femelles avec faon / faon au talon n'avait que deux régresseurs : le niveau de risque de prédation et le couvert forestier. L'interaction a été exclue du meilleur modèle, qui n'a montré que les principaux effets significatifs du risque de prédation (paramètre = 0,293, SE = 0,127, t = 2,32, df = 8,80, p = 0,047) et du couvert forestier

(paramètre = $-0,009$, SE = $0,002$, $t = -4,98$, $df = 1818$, $p < 0,0001$). Les femelles exposées à un risque de prédation plus élevé se déplaçaient **34,1%** (± 2 SE : $4,6$ à $71,9\%$) plus rapidement que celles exposées à un risque plus faible. De plus, une augmentation de 1% du couvert forestier a réduit la TS de $0,89\%$ (± 2 SE : $0,54$ – $1,24\%$). Lors de l'utilisation de la proportion d'orignaux fixes dans 80% des MCP des loups comme critère de risque de prédation, les résultats étaient par ailleurs les mêmes, mais l'augmentation de la TS des femelles avec des faons / faons exposés à un risque de prédation plus élevé n'était que marginalement significative (paramètre = $0,307$, SE = $0,160$, $t = 1,92$, $df = 10,33$, $p = 0,083$).

Linéarité du mouvement

Les statistiques descriptives de la linéarité du mouvement suggèrent des modèles de mouvement plutôt linéaires et une légère augmentation de LM en raison du risque de prédation élevé (tableau 1, figure 3). Cependant, les résultats du meilleur modèle linéaire mixte évaluant les effets de la saison, du risque de prédation, du couvert forestier et de leurs interactions sur exp-arc-sine-racine carrée LM transformée n'ont révélé que des effets principaux significatifs de la saison (paramètre = $0,085$, SE = $0,022$, $t = 3,87$, $df = 7695$, $p < 0,0001$) et couverture forestière (paramètre = $-0,003$, SE = $0,001$, $t = -4,53$, $df = 8316$, $p < 0,0001$). Les mouvements étaient plus linéaires en été qu'en hiver. De plus, la LM a diminué avec l'augmentation du couvert forestier. Aucun effet principal significatif ni aucune interaction contenant le risque de prédation n'ont été observés.

Le modèle mixte linéaire évaluant l'effet du risque de prédation, du couvert forestier et de leur interaction sur la LM transformée des femelles avec faon / faon au talon n'a indiqué que l'effet principal de la couverture canopée (paramètre = $-0,004$, SE = $0,001$, $t = -3,01$, $df = 2003$, $p = 0,0026$). Le LM a diminué avec l'augmentation du couvert forestier.

Les résultats concernant la LM n'ont pas changé lors de l'utilisation de la proportion d'orignaux fixes dans 80% des MCP des loups comme critère de risque de prédation.

DISCUSSION

Nos résultats suggèrent que les orignaux réagissent aux loups en ajustant leur **vitesse de déplacement** en fonction du degré où ils sont exposés à la présence de loups. Cependant, la réponse au risque de prédation par le loup semble dépendre de la saison ; la vitesse de déplacement était liée à la présence de loups en été mais pas en hiver. **En été, l'original plus exposé aux loups se déplaçait plus vite que l'original moins exposé aux loups**, les résultats confortant ainsi notre hypothèse concernant la vitesse de déplacement. De plus, **les orignaux femelles avec leurs faons / faons** ont augmenté la vitesse de leurs mouvements lorsqu'elles étaient exposées à un risque plus élevé de loups. **L'ampleur de l'effet du risque de prédation semblait être un peu plus grande chez les femelles avec faons / faons par rapport à tous les orignaux adultes**. Cependant, l'hypothèse selon laquelle les femelles orignaux avec leurs petits réagiraient particulièrement fortement au risque de prédation par les loups **n'était pas clairement étayée**. Nos résultats ne soutiennent pas non plus l'hypothèse selon laquelle la linéarité du mouvement augmenterait avec l'augmentation du risque de prédation.

Les résultats indiquant une vitesse de déplacement accrue chez les orignaux avec plus de chevauchement spatial avec les loups suggèrent que ces orignaux étaient plus susceptibles de se retrouver dans des situations où ils percevaient la présence de loups et tentaient par la suite de s'éloigner du prédateur. Probablement ces orignaux, plus exposés à la présence de loups et probablement aussi à des indices indiquant leur présence, par ex. le marquage olfactif et les vocalisations, étaient également plus alertés et stressés. Par conséquent, ils auraient peut-être moins eu le courage de se contenter de mouvements lents indiquant par ex. recherche de nourriture (Fryxell et al. 2008, Wikenros et al. 2016).

Une autre explication à l'augmentation des déplacements en présence d'un risque de prédation est fournie par Mitchell et Lima (2002). Ils ont modélisé une interaction prédateur-proie et ont conclu que si le prédateur est capable d'apprendre spatialement des essais de recherche de proies et ne peut pas

tuer une grande proportion de proies rencontrées, la proie devrait tenter d'être spatialement et temporellement imprévisible et ainsi augmenter ses déplacements. Autrement dit, la proie doit s'éloigner d'un endroit où le prédateur apprenant est susceptible de revenir. Ce mécanisme pourrait s'appliquer au système de loups originaux où le loup patrouille dans son domaine vital en essayant de localiser des proies potentielles mais peut ne pas les attaquer toutes et même dans les cas où des attaques, il n'est capable de tuer qu'un sous-ensemble d'entre eux, par ex. 25% dans l'étude de Wikenros et al. (2009).

Les réactions de l'original à un risque accru de prédation par le loup se sont produites en été, mais pas en hiver. De plus, la vitesse de déplacement était plus élevée en été qu'en hiver. Ces résultats sont très probablement associés à la présence d'une couverture de neige en hiver qui a entravé les déplacements (Lundmark et Ball 2008, Melin et al. Inédit). L'épaisse couche de neige qui prévalait à Kainuu a évidemment augmenté les coûts des déplacements à tel point que les originaux vivant dans les environnements les plus risqués ne pouvaient pas modifier leurs déplacements.

Le degré de changement de la vitesse de déplacement dû à une exposition accrue au prédateur n'était que légèrement plus important chez les femelles avec faon / faon au talon que chez tous les originaux adultes. On peut supposer que les faons limitaient la façon dont ces femelles pouvaient se déplacer. Les coûts de la lactation ont également probablement modéré la tendance à augmenter les mouvements en raison des risques de prédation.

La linéarité du mouvement n'a pas été affectée par le risque de prédation, mais a changé en raison de la saison et des changements dans le couvert forestier. Les mouvements moins linéaires en hiver qu'en été sont probablement liés à l'enneigement en hiver. Dans la neige profonde, les originaux ont tendance à se nourrir dans une très petite zone, ce qui donne probablement un modèle de mouvement lent et sinueux (Fryxell et al. 2008, Wikenros et al. 2016). L'augmentation de la couverture de la canopée a également augmenté l'enroulement des mouvements et une diminution de la vitesse de déplacement chez tous les originaux et chez ceux qui ont des faons. Chez tous les originaux, l'effet sur la vitesse de déplacement était prononcé en été. Ces observations pourraient être dues au fait que l'original a choisi de passer plus de temps, par ex. butiner dans une végétation épaisse surtout en été. Alternativement, la végétation épaisse a résisté aux mouvements et a donc affecté à la fois la vitesse de déplacement et la linéarité.

Nous avons utilisé le chevauchement de l'original avec les MCP de 100% et 80% des territoires du loup comme mesure du risque de prédation. Les résultats des deux approches étaient très similaires. La taille de l'effet du risque de prédation sur la vitesse de déplacement de tous les originaux semble augmenter quelque peu lorsque l'on utilise le critère de 80% de MCP. Il se peut donc que l'effet du risque de prédation sur le comportement des originaux augmente lorsque les originaux sont plus proches de la zone centrale des territoires des loups.

Nos résultats diffèrent de ceux obtenus en Scandinavie où aucune réponse du mouvement de l'original, de la vitesse de déplacement et de la linéarité, à l'exposition au risque de prédation par le loup n'a été trouvée par Wikenros et al. (2016) dans une zone qui était relativement récemment occupée par la population de loups. Ces auteurs ont suggéré que la chasse intense à l'original par les humains au cours du siècle dernier et l'absence simultanée de loups ainsi que le rapport élevé original / loup ont diminué les réactions de l'original à la présence de loups. Les densités d'originaux en Finlande sont la moitié de celles de la Suède (Wallgren 2016, Jensen et al. 2020), et la taille des territoires de loups est de la même ampleur dans les deux pays (Johansson 2002, Kaartinen et al. 2005, Mattisson et al. 2013). Par conséquent, le rapport original / loup est plus faible en Finlande qu'en Suède, de sorte que chaque original a théoriquement une probabilité plus élevée d'être tué par des loups en Finlande. Cependant, il semble qu'une meute de loups en Suède tue sensiblement plus d'originaux par an qu'une meute de loups en Finlande (Sand et al. 2008, Kojola et al. Non publié). Par conséquent, la probabilité d'être tué pour un original vivant sur un territoire de loups peut ne pas être très différente entre ces pays. L'effet

des humains sur l'original dans notre zone d'étude peut également être comparable à celui de la Suède. Il se peut donc que la présence continue des loups dans l'est de la Finlande par rapport à la Scandinavie explique pourquoi les orignaux de notre zone d'étude ont réagi à la présence de loups.

Les résultats de l'étude de Ditmer et al. (2018) en Amérique du Nord étaient plus similaires à celles des nôtres : l'étude a révélé que les orignaux se déplaçaient plus rapidement dans les zones à forte probabilité de présence de loups. Sand et coll. (2006) ont déclaré qu'en Amérique du Nord, les orignaux ont été continuellement exposés aux loups et aux grizzlis. Ainsi, la situation a été similaire à celle de notre système d'étude.

Ditmer et coll. (2018) ont suggéré que les comportements antiprédateurs comme l'augmentation des taux de mouvement pourraient réduire le temps disponible pour des activités critiques comme la recherche de nourriture, la reproduction et la recherche d'un abri thermique et sont donc susceptibles d'entraîner des coûts pour l'original. Il semble donc plausible que ces comportements ne soient préservés que dans des conditions où ils sont régulièrement nécessaires. Dans le cas de notre système d'étude, la longue coexistence de l'original et du loup maintient probablement le comportement antiprédateur de l'original. D'autres études peuvent évaluer si d'autres comportements antiprédateurs comme des changements dans l'utilisation de l'habitat se produisent dans ce système et si le comportement d'aversion au risque de l'original provoque des cascades trophiques comportementales comme cela a été démontré dans le système loup-cerf *Cervus elaphus* en Amérique du Nord (Ripple et Beschta 2012).