



L'homme et l'animal dans les espaces de détente proches des villes

Dans les espaces de détente situés à proximité des villes, il règne une activité intense, que ce soit pendant la journée, à l'aube ou au crépuscule, et parfois même la nuit. Les animaux sauvages et leurs habitats sont donc sous pression. Dans les régions très fréquentées, les chevreuils sont moins actifs et l'habitat est réduit pour de nombreuses espèces animales sauvages. La création de zones de tranquillité pour la faune sauvage et la canalisation des visiteurs permettent d'améliorer les conditions de vie des animaux sauvages.

La hausse de la population et des agglomérations de plus en plus étendues amènent un nombre croissant de personnes à rechercher, dans des espaces verts proches de l'état naturel,¹⁻⁴ des possibilités de détente, de pratique du sport ou de découverte de la nature. Ainsi, alors que des activités telles que le VTT ou le trail prennent une place grandissante, le temps consacré aux loisirs empiète toujours plus sur les heures marginales et la nuit. La plupart du temps, les usagers empruntent les chemins. Mais une utilisation de plus en plus intensive provoque parfois l'apparition de sentiers officieux, à l'écart du réseau officiel des chemins.⁵⁻⁷

Les perturbations peuvent affaiblir des populations entières de la faune sauvage

Les activités humaines peuvent influencer la faune sauvage de différentes manières. On parle de «perturbation anthropique» lorsque ces activités ont des effets négatifs sur la faune sauvage. Ces effets peuvent varier selon les espèces et les individus concernés, et dépendent par ailleurs du type, de l'intensité et de la prévisibilité des sources de perturbation.^{8,9} Les perturbations anthropiques peuvent avoir des répercus-

sions immédiates pour l'individu concerné et, à long terme, impacter également des populations entières de la faune sauvage.

Les réactions immédiates aux perturbations sont par exemple l'accroissement de la vigilance,¹⁰⁻¹² la fuite,¹³⁻¹⁷ la modification des comportements territoriaux,¹⁸⁻²² le changement des profils d'activité,^{21,23,24} l'évitement des parcours très fréquentés^{25,26} ou encore le report à la nuit de phases d'activité diurnes.²⁵ Les perturbations récurrentes ou durables ont pour effet d'accroître la sécrétion d'hormones de stress chez les animaux sauvages.²⁷⁻²⁹ Or, une concentration accrue d'hormones de stress pendant une longue durée peut avoir des effets négatifs sur la reproduction, le système immunitaire et la survie des animaux sauvages.²⁹ Ainsi a-t-on constaté que les perturbations se traduisaient, pour différentes espèces animales sauvages, par la baisse de la densité de population et des taux de reproduction,^{30,31} la hausse de la consommation énergétique³²⁻³⁵ et la détérioration de la condition physique.^{36,37} De plus, les perturbations peuvent impacter également l'ingestion de nourriture.^{11,24,26}

Les zones de détente proches des villes n'ont guère été étudiées jusqu'à présent

A ce jour, l'influence des activités de loisir sur la faune sauvage en liberté a surtout été étudiée dans des zones plutôt ouvertes, peu à moyennement utilisées.^[e.a. 8,38,39] Par contre, pour les forêts urbaines ou proches des villes, les études sont quasiment inexistantes alors que c'est précisément dans ces zones que la faune sauvage est exposée à des perturbations anthropiques significativement plus accentuées et plus fréquentes.

C'est pourquoi les constats figurant dans cette fiche d'information se fondent dans une large mesure sur un projet de recherche récemment achevé dans la région de Zimmerberg et de la chaîne de l'Albis, un espace de détente important proche de la ville de Zurich et de son agglomération. Cet espace comprend d'une part des zones calmes et peu desservies, d'autre part des zones très fréquentées, dotées d'un réseau très dense de routes et de sentiers. Le territoire étudié peut donc être subdivisé en zones à fréquentation humaine faible,

moyenne et élevée (tableau 1). Hormis le parc naturel périurbain Wildnispark Zürich, le territoire étudié est exploité pour la sylviculture et, à l'exception de la zone centrale, l'on y pratique la chasse selon le système de chasse affermée. Les chevreuils peuvent être chassés de début mai (brocards; chevrettes de début septembre) à fin décembre, les femelles suitées étant protégées.

Quinze chevreuils adultes (9 chevrettes et 6 brocards) ont été équipés d'un collier télémétrique assorti d'un capteur de mouvements. Le comportement des visiteurs a été saisi pour l'essentiel par des stations de comptage automatique et des pièges photographiques. Pour des questions spécifiques, des membres de certains groupes d'utilisateurs, tels que les vététistes ou les coureurs d'orientation, ont reçu un dispositif GPS permettant de saisir dans l'espace leurs interactions avec les chevreuils. Une analyse du réseau de chemins ainsi que des interviews avec le personnel forestier et les chasseurs ont livré des données complémentaires.

Tableau 1: Subdivision du territoire étudié en zones à différents taux de fréquentation humaine.

Taux de fréquentation humaine	Période de fréquentation	Type de fréquentation	Distance moyenne par rapport aux chemins [m]	Densité du réseau de chemins [km/km ²]
Faible	En général uniquement le week-end	En général sur les chemins (en raison de la structure de la végétation et de la déclivité); zones mal desservies (pas de places de stationnement à proximité immédiate)	56.5	8.3
Moyen	Les week-ends et certains jours de semaine	En général sur les chemins; zones bien desservies; nombreux chiens en liberté	42.8	9.6
Elevé	Les week-ends et les jours de semaine	Régulièrement hors des chemins; zones très bien desservies; nombreux chiens en liberté	25.3	16.4

Les sportifs apprécient également les heures marginales

Les zones de détente à proximité des villes sont utilisées davantage le week-end que les jours ouvrables (figure 1a). Aux stations de comptage des visiteurs près de l'étang de forêt de Gattikon (figure 2), l'on a enregistré en moyenne 284 personnes par jour, mais 477 les dimanches. Environ deux tiers se déplaçaient à pied, un tiers à vélo. Pour ces deux types d'activité, les pointes de fréquence ont été enregistrées le matin et l'après-midi. Les activités sportives, telles que le VTT, le cyclisme et le jogging, pratiquées les jours ouvrables, se concentrent davantage sur les heures marginales du matin et en fin d'après-midi, alors que la promenade et la marche nordique l'on se répartissent sur l'ensemble de la journée. Au cours de l'année, ces profils de fréquentation s'adaptent au déplacement du coucher du soleil. Certaines activités continuent d'être exercées de manière plus réduite même après la tombée de la nuit, les personnes étant alors équipées de sources d'éclairage, telles que des lampes frontales ou des torches.

Des études menées dans la région du projet et dans d'autres zones de détente proches de Zurich ont révélé que des facteurs comme un taux élevé de fréquentation humaine ou un réseau de chemins insuffisant ou inadéquat par rapport aux besoins peuvent provoquer l'apparition de sentiers officiels. Ceci génère des perturbations supplémentaires dans des zones potentielles de repli pour la faune sauvage^{40,41}. Une offre suffisante d'infrastructures à la hauteur des besoins permet toutefois de canaliser largement les flux de visiteurs sur les chemins officiels.^{4,42}

Les chevreuils sont plus actives dans les zones peu utilisées

En moyenne, les domaines vitaux des chevreuils équipés d'un émetteur atteint 39,7 hectares (voir exemple figure 2), cette surface demeurant à peu près inchangée pendant les jours ouvrables et les week-ends. Par contre, ce territoire est en moyenne nettement plus restreint le jour, donc en présence

de nombreux visiteurs, par rapport à la nuit, et ceci aussi bien dans les zones à faible taux de fréquentation humaine que dans les zones à taux élevé de fréquentation humaine. Ainsi, la taille du territoire atteignait-elle en moyenne, pour les zones à faible taux de fréquentation humaine, 22,6 hectares le jour et 36,3 hectares la nuit. Pour les zones à taux élevé de fréquentation humaine, on atteint une valeur moyenne de 44,4 hectares le jour et de 65,8 hectares la nuit.

En général, les chevreuils privilégient les zones boisées (79 % de toutes les positions GPS), mais s'aventurent davantage dans des zones ouvertes pendant la nuit. Ainsi, le jour 9 % seulement des positions GPS étaient en zone ouverte alors que ce taux atteignait 34 % la nuit. Ce constat est une première indication quant à l'importance des possibilités de couvert et quant à la protection qu'offre l'obscurité pour le comportement des chevreuils.

Concernant les activités, nous avons également constaté un profil fortement lié aux heures de la journée. Sur l'ensemble de l'année, les chevreuils étaient plus actifs la nuit que le jour (figure 1b). Les pointes d'activité se situent à l'aube et au crépuscule, et se décalent dans le courant de l'année en fonction de la course du soleil. A noter que dans les zones peu fréquentées, les chevreuils manifestent à toutes les heures du jour des taux d'activité plus élevés que leurs congénères dans des zones à forte fréquentation humaine. Ceci permet de supposer que leurs déplacements sont limités en raison de la présence de l'homme, aussi bien de jour que de nuit.

Les animaux sauvages évitent les routes forestières

L'analyse du choix de l'habitat des chevreuils dans leur territoire a clairement fait apparaître que ces derniers évitent en principe les routes forestières. Ce constat vaut pour la journée mais également, même si c'est de manière moins marquée, pour la nuit. Ainsi, les chevreuils maintiennent-ils une distance d'au moins 25 mètres par rapport à la route durant la journée et d'au moins 10 mètres durant la nuit. Cela est surprenant dans la mesure où la végétation au bord des routes est souvent particulièrement dense et les chevreuils y trouveraient une nourriture abondante.

Concentrée sur le chevreuil, l'étude a également examiné les oiseaux nicheurs en forêt. Ces derniers ont un type similaire de comportement d'évitement des routes forestières. Dans le Sihlwald et dans un autre espace de détente à très forte présence humaine à proximité d'une ville (forêt d'Allschwil, Bâle-Campagne), l'on a recensé un nombre d'individus et d'espèces d'oiseaux forestiers nettement plus faible à 50 mètres de la route forestière la plus proche qu'à 150 mètres.^{43,44} Par contre, dans des forêts témoins qui ne sont pratiquement pas fréquentées, aucune différence claire n'est apparue.

En cas de perturbation, les chevreuils s'éloignent encore davantage du réseau de chemins

Lorsque des groupes de vététistes circulent sur des chemins passant près des chevreuils, les animaux réagissent en règle générale en fuyant brièvement. Après une dizaine de minutes, ils retrouvent leur profil de déplacement précédant la perturbation.⁴⁵ Durant la nuit, les réactions sont un peu plus marquées qu'au crépuscule.

Lorsque des personnes s'écartent du réseau officiel des chemins, par exemple pendant une course d'orientation, pour chasser ou pour des travaux de recherche de terrain, les chevreuils fuient en moyenne plus loin, avec un écart qui va de l'absence de fuite (dissimulation dans la végétation dense) à une fuite pouvant atteindre environ 1000 mètres. En général, après avoir été dérangés, les chevreuils cherchent refuge dans la végétation particulièrement dense.⁴⁶

Synthèse

Nombreuses sont les personnes qui croisent des chevreuils ou d'autres animaux sauvages et les voient parfois de très près. L'expérience de telles rencontres donne à penser que les animaux sauvages ne sont pas très timides et se sont habitués à la présence humaine. Les recherches effectuées avec des méthodes télémétriques modernes font apparaître un tableau différent et sont donc indispensables à l'acquisition d'une vision d'ensemble.

Les chevreuils ont en effet une grande capacité d'adaptation et peuvent à l'évidence fréquenter également des zones bien desservies et avec un taux élevé de fréquentation humaine. Leur utilisation spatiale et temporelle du territoire n'en demeure pas moins largement déterminée par l'homme. L'ouverture de routes forestières à l'intérieur de l'habitat de la faune sauvage implique pour les chevreuils, mais également pour les oiseaux forestiers, une restriction à leur liberté de déplacement et à leurs choix d'un habitat. Dans les zones très fréquentées par l'homme, les chevreuils sont moins actifs mais tendent à avoir besoin de plus d'espace. Dans les espaces de détente proche des villes et très fréquentés, il en résulte dans l'ensemble une réduction aussi bien quantitative que qualitative des habitats de la faune sauvage. Les activités anthropiques se répercutent fortement sur le comportement des animaux sauvages en particulier lorsqu'elles ont lieu à l'écart du réseau des chemins.

L'utilisation des espaces de détente proche des villes favorise l'activité physique et est donc bénéfique pour la santé. Avec son réseau très dense de routes et de chemins forestiers en comparaison internationale, la Suisse offre dans ce domaine un large éventail de possibilités. Faire l'expérience de la nature est l'un des motifs principaux qui déterminent le choix de se rendre dans un espace de détente proche d'une ville, mais cela peut se traduire par des conflits avec la faune sauvage.^{8,3} A proximité de zones très habitées, un grand nombre de personnes cherchent en effet à se détendre dans les habitats des animaux sauvages. Une gestion à la hauteur des défis actuels devrait tenir compte aussi bien des besoins des humains que de ceux des animaux sauvages.

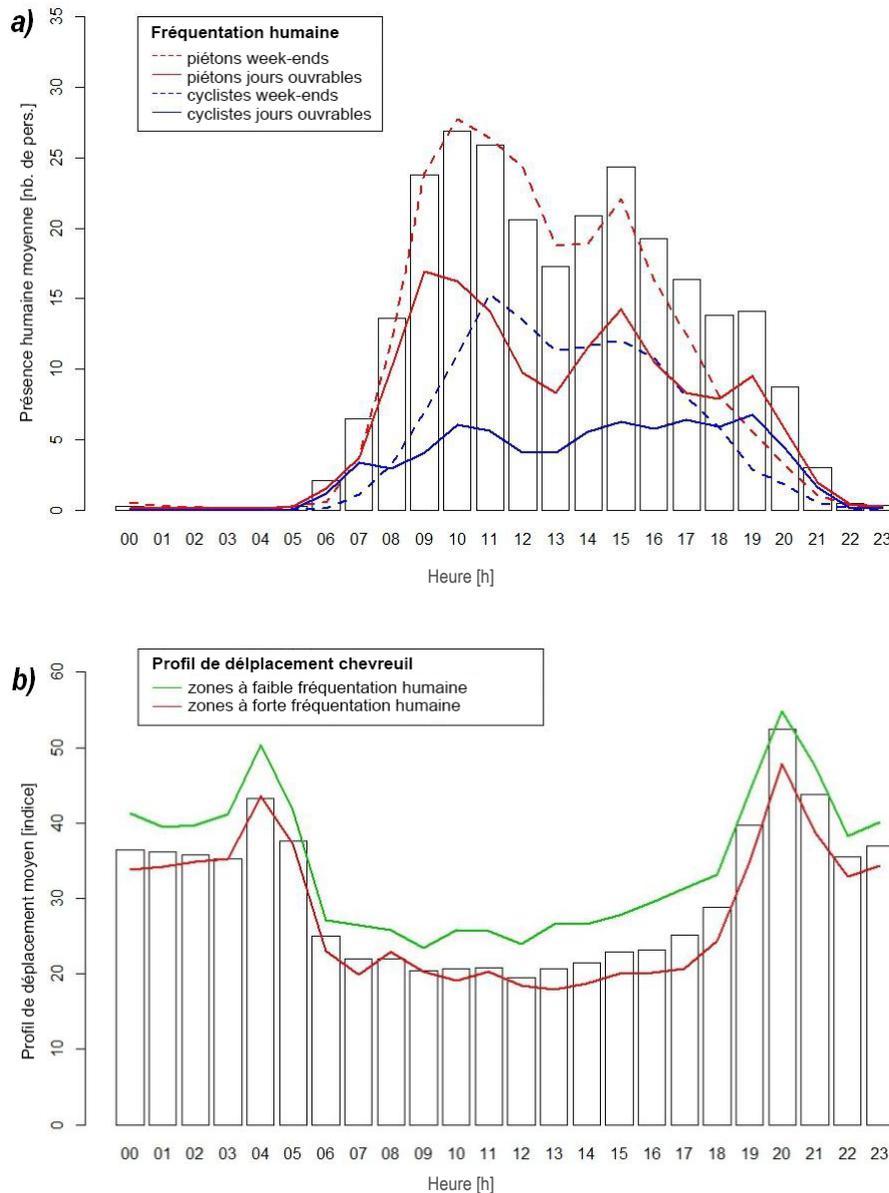


Figure 1: Evolution selon les heures de la journée de a) la présence de visiteurs et b) du profil de déplacement des chevreuils, exemple pour l'été (1er juin - 31 août). Ces courbes sont semblables tout au long de l'année, mais avec un décalage temporel en fonction des heures de lever et de coucher du soleil. Détails à propos de a): utilisation des chemins par les piétons et les cyclistes au poste de comptage de l'étang sylvestre de Gattikon, une zone à forte fréquentation humaine; les colonnes indiquent la fréquentation quotidienne moyenne (nb de personnes/jour) à un poste de comptage (voir. fig. 2). Détails à propos de b): profil de déplacement des chevreuils dotés d'un émetteur dans l'ensemble du territoire étudié (colonnes), et séparément par zones à faible et à fort taux de fréquentation humaine (lignes).

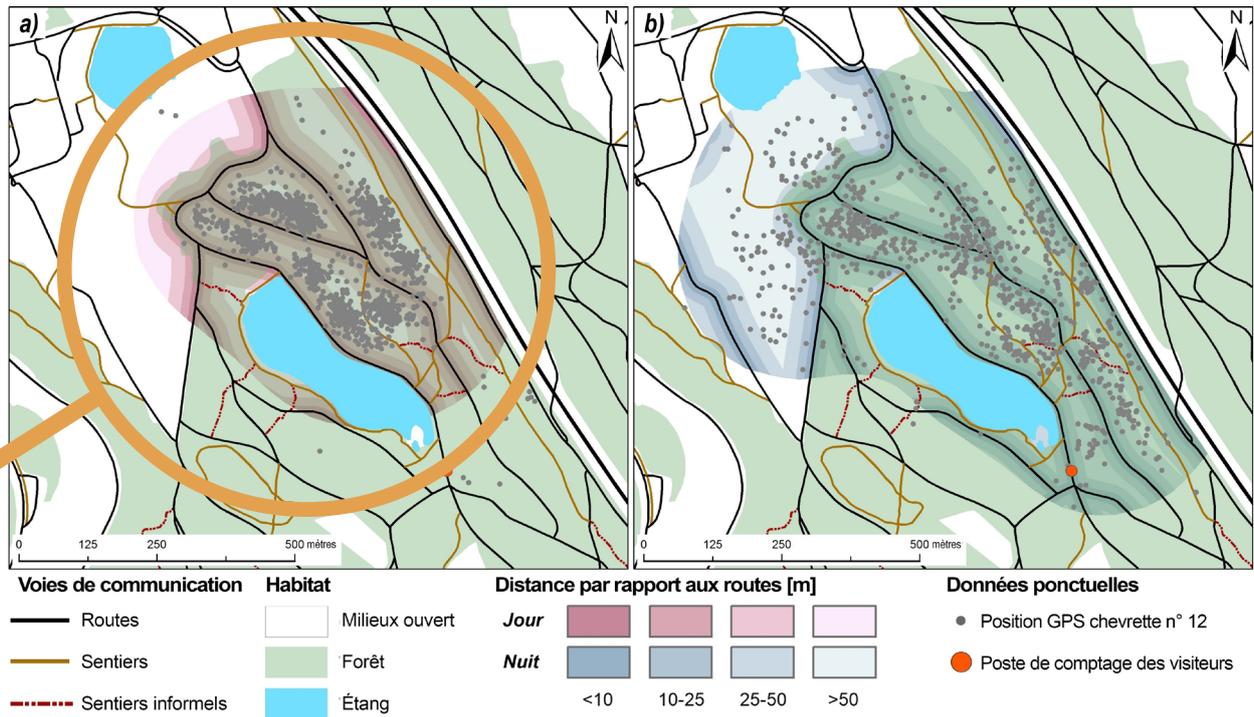


Figure 2: Exemple caractéristique du territoire vital de la chevrette n° 12 avec les positions GPS sous-jacentes dans une zone du territoire étudié présentant un taux élevé de fréquentation humaine a) le jour et b) la nuit. L'étang forestier de Gattikon se trouve à la marge sud-occidentale du territoire vital (voir figure 2a). Les différentes lignes représentent les routes, les chemins officiels et les chemins officieux; la coloration plus ou moins forte des différentes zones du territoire indique la distance par rapport aux routes.

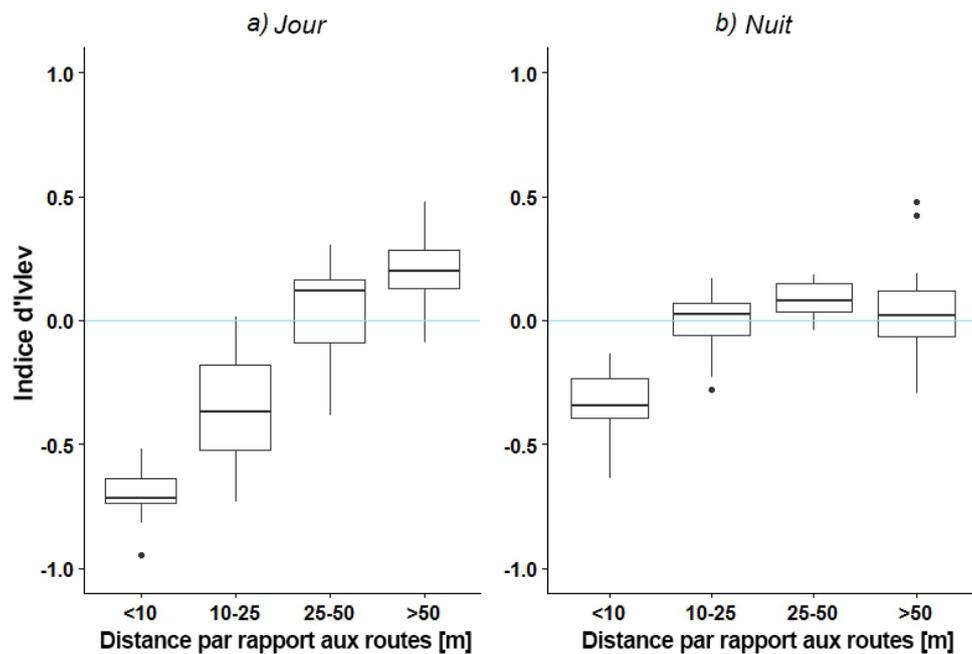


Figure 3: Dans le territoire étudié de l'espace de détente proche de Zurich, les chevreuils évitent la proximité des routes forestières a) le jour et b) la nuit. L'indice d'Ivlev indique la préférence, respectivement l'évitement aux différentes distances par rapport aux routes forestières; les valeurs entre 0 et 1 indiquent une présence préférentielle, les valeurs entre 0 et -1 un évitement.

Recommandations

En Suisse, l'accès aux forêts et aux pâturages est libre (art. 699 CC). Dans le même temps, les cantons sont tenus, selon la loi sur la chasse, d'assurer une protection suffisante des mammifères et des oiseaux sauvages contre les dérangements (art. 7, LChP). Au cours de ces dernières années, des zones de tranquillité pour la faune ont vu le jour dans de nombreuses régions de montagne afin de protéger les espèces particulièrement sensibles aux dérangements et de tranquilliser les habitats. Sur le Plateau, on estimait jusqu'à présent qu'il était moins nécessaire d'intervenir, probablement parce que la faune sauvage y est exposée à des conditions hivernales moins dures. Or, cette faune subit des perturbations particulièrement nombreuses dans la région du Plateau.

Dans les régions de conflit latent entre différentes activités de loisirs et les besoins de la faune sauvage, il faut un état des lieux complet avec une analyse des différentes utilisations. Quelles sont les activités de loisir qui sont exercées? Où, quand et à quelle intensité? Où se trouvent les biotopes particulièrement importants d'animaux sauvages? Suivant la situation, l'on pourra définir des zones prioritaires pour les activités de loisirs et d'autres prioritaires pour la faune sauvage (séparation des différentes utilisations). Avant de mettre en œuvre des mesures concrètes sur la base de l'analyse des différentes utilisations, il faudrait clairement définir l'objectif visé.

Mesures concrètes pour la gestion des espaces de détente proches des villes et des agglomérations

- Densité adéquate du réseau des chemins et espaces à l'abri des perturbations: dans les régions à forte intensité de déserte, il faut étudier l'abandon de routes et chemins. L'ouverture de nouvelles voies d'accès devrait être compensée par l'abandon d'autres chemins ou routes afin de garantir l'existence d'espaces aussi vastes que possible à l'abri des dérangements.
- Infrastructures conformes aux besoins: le réseau de chemins dans les espaces de détente proches des agglomérations devrait satisfaire aux besoins de loisirs de la société actuelle. Il faut pour cela observer les nouveaux développements

et en tenir compte dans la planification et l'entretien des infrastructures de détente de proximité. Il faudrait séparer les différentes activités les unes des autres dans les endroits où cela est nécessaire.

- Concentration des activités humaines: les nouvelles utilisations ayant un potentiel de perturbation élevé devraient se situer dans des endroits qui sont déjà des habitats peu favorables pour la faune sauvage.
- Canalisation des visiteurs: un réseau de chemins adapté aux besoins permet de canaliser l'utilisation par les visiteurs des espaces de détente. Des obstacles naturels tels que des strates arbustives denses, des tas de branches ou du bois le long des chemins entravent l'accès à la forêt de sorte que se créent des zones de repli à l'abri des perturbations pour la faune sauvage. Au besoin, on apposera à des endroits bien visibles des aides à l'orientation et des messages de sensibilisation.
- Interdictions: s'il est inévitable de poser des obstacles en dur, il faut les communiquer clairement et en expliquer brièvement la raison. Il importe d'en vérifier au préalable la mise en œuvre et l'application au plan juridique.
- Sensibilisation et communication: les personnes qui cherchent à se détendre sont nombreuses à considérer la forêt comme un espace de délasserment leur appartenant en exclusivité, plutôt que comme l'habitat de nombreuses espèces animales et végétales. Cependant, beaucoup n'ont pas conscience des conséquences de leurs activités. Des projets de sensibilisation et des processus participatifs peuvent renforcer l'expérience active de la nature et motiver les usagers de la forêt à s'engager pour la conservation de ces aires vitales.
- Monitoring dynamique: l'efficacité des mesures de gestion dans les espaces de détente proche des villes devrait être vérifiée régulièrement. Cela permet d'optimiser les mesures mises en place et, au besoin, de les compléter. La preuve de l'efficacité permet à la population de comprendre et d'accepter à long terme les mesures de canalisation des usagers.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les partenaires de projet, les sociétés de chasse et les étudiants impliqués ainsi que les nombreux bénévoles pour leur soutien et leur participation à ce projet financé par l'Institut de l'Environnement et des Ressources Naturelles de la ZHAW Wädenswil, la fondation Wildnispark Zürich, la fondation Ernst Göhner et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

BIBLIOGRAPHIE

1-46 Les références bibliographiques se trouvent dans la version en ligne de cette fiche d'information sous www.academies-suisse.ch/fr/factsheets.

IMPRESSUM

AUTEURS/ES: Roland F. Graf, Claudio Signer, Martina Reifler-Bächtiger, Martin Wyttenbach, Benjamin Sigrist, Reto Rupf.

Forschungsgruppen Wildtiermanagement & Umweltplanung, ZHAW, Wädenswil.

COORDINATION: Astrid Wallner, Recherche sur les Parcs Suisses

RELECTURE: Werner Suter, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL; Christian Stauffer, Réseau Parcs Suisses.

TRADUCTION: Susanne Metthez

EDITRICE ET CONTACT

Académies suisses des sciences
Recherche sur les Parcs Suisses
Laupenstrasse 7, 3001 Bern, Suisse
www.parkforschung.ch

LAYOUT: Sonja Bürgi, Recherche sur les Parcs Suisses

CRÉDIT PHOTOGRAPHIQUE:

Page de titre: www.shutterstock.com

CITATION: Graf R.F., Signer C., Reifler-Bächtiger M., Wyttenbach M., Sigrist B., Rupf R. (2018). L'homme et l'animal dans les espaces de détente proches des villes. Swiss Academies Factsheets 13 (2).

Un projet de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)

sc | nat

TELECHARGER FACTSHEET PDF:
www.academies-suisse.ch/fr/factsheets

ISSN: 2297-1610

DOI: 10.5281/ZENODO.1168451

Bibliographie

- 1 Manning R.E. 2011. *Studies in Outdoor Recreation*. Oregon State University Press, Corvallis. 468 pp.
- 2 Arnberger A. 2013. Besuchermanagement aus internationaler Sicht – Ein Überblick über Forschungen und Anwendungen. Visiman. Beiträge zu Besuchermonitoring und Besuchermanagement in Parks und naturnahen Erholungsgebieten. Rapperswil, Institut für Landschaft und Freiraum, HSR Hochschule für Technik Rapperswil, pp. 16–27.
- 3 Von Lindern E. 2013. Der Wildnispark Zürich als Quelle von Lebensqualität – Teilprojekt 3.2.1 Parknutzung und Besuchererlebnis. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 58 pp.
- 4 Lamprecht M., Fischer A., Stamm H. 2014. Sport Schweiz 2014: Sportaktivität und Sportinteresse der Schweizer Bevölkerung. Observatorium Sport und Bewegung Schweiz c/o Lamprecht & Stamm Sozialforschung und Beratung AG, 60 pp.
- 5 Leung Y.-F., Newburger T., Jones M., Kuhn B., Woiderski B. 2011. Developing a monitoring protocol for visitor-created informal trails in Yosemite National Park, USA. *Environmental management* 47(1): 93–106.
- 6 Wimpey J., Marion J.L. 2011. A spatial exploration of informal trail networks within Great Falls Park, VA. *Journal of Environmental Management* 92(3): 1012–1022.
- 7 Wyttenbach M., Rupf R. 2014. Urban mountain biking – multiple-uses of trails on the Uetliberg in Zurich, Switzerland. The 7th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas, Local Community and Outdoor Recreation, Tallinn University, Tallinn, pp. 244–246.
- 8 Ingold P. 2005. *Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere*. Haupt, Bern. 516 pp.
- 9 Kerlinger P., Burger J., Cordell H.K., Decker D.J., Cole D.N., Landres P., Smith E.N., Brett J., Larson R., O'Shea T. 2013. *Wildlife and recreationists: coexistence through management and research*. Island Press. 389 pp.
- 10 Laundré J.W., Hernández L., Altendorf K.B. 2001. Wolves, elk, and bison: reestablishing the "landscape of fear" in Yellowstone National Park, USA. *Canadian Journal of Zoology* 79(8): 1401–1409.
- 11 Benhaim S., Delon M., Lourtet B., Cargnelutti B., Aulagnier S., Hewison A.M., Morellet N., Verheyden H. 2008. Hunting increases vigilance levels in roe deer and modifies feeding site selection. *Animal Behaviour* 76(3): 611–618.
- 12 Jayakody S., Sibbald A.M., Gordon I.J., Lambin X. 2008. Red deer *Cervus elephus* vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology* 14(1): 81–91.
- 13 Georgii B. 1980. Einflüsse menschlicher Störungen auf Standortwahl und Aktivitätsmuster weiblicher Rothirsche (*Cervus elaphus* L.). *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 8: 163–168.
- 14 Jeppesen J.L. 1987. The disturbing effects of orienteering and hunting on roe deer (*Capreolus capreolus*). *Danish Review of Game Biology* 13(3): 1–28.
- 15 Taylor A.R., Knight R.L. 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications* 13(4): 951–963.
- 16 Stankowich T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: a review and meta-analysis. *Biological Conservation* 141(9): 2159–2173.
- 17 Jarnemo A., Wikenros C. 2014. Movement pattern of red deer during drive hunts in Sweden. *European Journal of Wildlife Research* 60(1): 77–84.
- 18 Georgii B. 2001. Auswirkungen von Freizeitaktivitäten und Jagd auf Wildtiere. *Laufener Seminarbeiträge* 1/01. Bayer. Akad. F. Naturschutz u. Landschaftspflege (ANL), pp. 37–47.
- 19 Grignolio S., Merli E., Bongi P., Ciuti S., Apollonio M. 2011. Effects of hunting with hounds on a non-target species living on the edge of a protected area. *Biological Conservation* 144(1): 641–649.
- 20 Bonnot N., Morellet N., Verheyden H., Cargnelutti B., Lourtet B., Klein F., Hewison A.M. 2013. Habitat use under predation risk: hunting, roads and human dwellings influence the spatial behaviour of roe deer. *European Journal of Wildlife Research* 59(2): 185–193.
- 21 Podgórski T., Baś G., Jędrzejewska B., Sönnichsen L., Śnieżko S., Jędrzejewski W., Okarma H. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy* 94(1): 109–119.
- 22 Coppes J., Burghardt F., Hagen R., Suchant R., Braunisch V. 2017. Human recreation affects spatio-temporal habitat use patterns in red deer (*Cervus elaphus*). *PLoS one* 12(5): e0175134.
- 23 Reimoser S. 2012. Influence of anthropogenic disturbances on activity, behavior and heart rate of roe deer (*Capreolus capreolus*) and red deer (*Cervus elaphus*), in context of their daily and yearly patterns, in Cahler A.A., Marsten J.P., (eds.). *Deer: Habitat, Behavior and Conservation*. Hauptgagge. Nova Publishers. Nova Science Publishers, Inc.
- 24 Marchand P., Garel M., Bourgoin G., Dubray D., Maillard D., Loison A. 2014. Impacts of tourism and hunting on a large herbivore's spatio-temporal behavior in and around a French protected area. *Biological conservation* 177: 1–11.
- 25 George S.L., Crooks K.R. 2006. Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation* 133(1): 107–117.
- 26 Sibbald A.M., Hooper R.J., McLeod J.E., Gordon I.J. 2011. Responses of red deer (*Cervus elaphus*) to regular disturbance by hill walkers. *European Journal of Wildlife Research* 57(4): 817–825.
- 27 Arlettaz R., Patthey P., Baltic M., Leu T., Schaub M., Palme R., Jenni-Eiermann S. 2007. Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. *Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences* 274: 1219–1224.
- 28 Thiel D., Jenni-Eiermann S., Braunisch V., Palme R., Jenni L. 2008. Ski tourism affects habitat use and evokes a physiological stress response in capercaillie *Tetrao urogallus*: a new methodological approach. *Journal of Applied Ecology* 45: 845–853.
- 29 Rehnus M., Wehrle M., Palme R. 2014. Mountain hares *Lepus timidus* and tourism: stress events and reactions. *Journal of Applied Ecology* 51(1): 6–12.

- 30 Phillips G.E., Alldredge A.W. 2000. Reproductive success of elk following disturbance by humans during calving season. *The Journal of Wildlife Management* 64(2): 521-530.
- 31 Mallord J.W., Dolman P.M., Brown A.F., Sutherland W.J. 2007. Linking recreational disturbance to population size in a ground-nesting passerine. *Journal of Applied Ecology* 44(1): 185-195.
- 32 MacArthur R.A., Johnston R.H., Geist V. 1979. Factors influencing heart rate in free-ranging bighorn sheep: a physiological approach to the study of wildlife harassment. *Canadian Journal of Zoology* 57(10): 2010-2021.
- 33 MacArthur R.A., Geist V., Johnston R.H. 1982. Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbance. *The Journal of Wildlife Management* 46(2): 351-358.
- 34 Weimerskirch H., Shaffer S.A., Mabile G., Martin J., Boutard O., Rouanet J.L. 2002. Heart rate and energy expenditure of incubating wandering albatrosses: basal levels, natural variation, and the effects of human disturbance. *Journal of Experimental Biology* 205(4): 475-483.
- 35 Ellenberg U., Mattern T., Seddon P.J., Jorquera G.L. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: the need for species-specific visitor management. *Biological Conservation* 133(1): 95-106.
- 36 Skogland T., Grøvan B. 1988. The effects of human disturbance on the activity of wild reindeer in different physical condition. *Rangifer* 8(1): 11-19.
- 37 Bradshaw C.J., Boutin S., Hebert D.M. 1998. Energetic implications of disturbance caused by petroleum exploration to woodland caribou. *Canadian Journal of Zoology* 76(7): 1319-1324.
- 38 Keller V. 1995. Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel – eine Literaturübersicht. *Der Ornithologische Beobachter* 92(1): 3-38.
- 39 Sutherland W.J. 2007. Future directions in disturbance research. *Ibis* 149(1): 120-124.
- 40 Herten M. 2015. Impacts of Informal Trails in Forested Areas Close to Zuerich. Master Thesis, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau, 111 pp.
- 41 Rupf R. 2015. Planungsinstrumente für Wandern und Mountainbiking in Berggebieten – Unter besonderer Berücksichtigung der Biosfera Val Müstair. Haupt Verlag, Bern. 334 pp.
- 42 Siderelis C., Naber M., Leung Y.-F. 2010. The influence of site design and resource conditions on outdoor recreation demand: A mountain biking case study. *Journal of Leisure Research* 42(4): 573.
- 43 Bötsch Y., Tablado Z., Scherl D., Graf R., Jenni L. Effect of recreational trails on forest birds: does human presence matter? Submitted.
- 44 Scherl D. 2015. Effekt von Erholungs- und Freizeitaktivitäten auf die Bestände von Waldvögel. Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW, Wädenswil, 19 pp.
- 45 Gerber R., Keller P. 2015. Einfluss von anthropogenen Störreizen auf das Reh (*Capreolus capreolus*). Semesterarbeit 2, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, ZHAW, Wädenswil, 46 pp.
- 46 Sigrist B. 2015. Eigenschaften von Deckungsräumen des Rehs (*Capreolus capreolus*) in Bezug auf unterschiedliche Störungereignisse. Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW, Wädenswil, 67 pp.