

Estimation de la taille d'une population urbaine de lucanes cerf-volant (*Lucanus cervus*)

JÉRÔME PELLET¹ & VINCENT SONNAY¹

¹ n+p biologie, Place St-François 6, 1003 Lausanne ; jerome.pellet@nplussp.ch

Abstract: Estimating the size of an urban stag beetle (*Lucanus cervus*) population. – An urban population of stag beetles was studied during June 2023 in Lausanne, Switzerland. During 8 capture sessions, 284 male individuals were captured and marked. Recapture data enabled us to estimate a male superpopulation size of 1098 ± 241 individuals, with daily numbers varying between 132 and 344 males. During this campaign, the probability of male capture was around $15.1\% \pm 4.5$. Daily survival was very low, at $57.3\% \pm 7.1$. Maintaining this isolated population requires the conservation of the few mature and senescent trees in the area, as well as the stumps used for breeding.

Résumé: Une population urbaine de lucanes cerf-volant a été étudiée durant le mois de juin 2023 à Lausanne. Lors de 8 sessions de captures, 284 individus mâles ont été capturés et marqués. Les données de recapture ont permis d'estimer une taille de population mâle de 1098 ± 241 individus, avec des effectifs journaliers variant entre 132 et 344 mâles. Durant cette campagne, la probabilité de capture des mâles était d'environ $15.1\% \pm 4.5$. La survie journalière était très faible, de l'ordre de $57.3\% \pm 7.1$. Le maintien de cette population isolée nécessite la conservation des rares arbres matures et sénescents ainsi que des souches utilisées pour la reproduction.

Zusammenfassung: Schätzung einer städtischen Population des Hirschkäfers *Lucanus cervus*. – Im Juni 2023 wurde in Lausanne eine städtische Population des Hirschkäfers untersucht. Während 8 Fangeinsätzen wurden insgesamt 284 männliche Individuen gefangen und markiert. Aufgrund der Wiederfangdaten konnte eine Population von 1098 ± 241 Männchen geschätzt werden, wobei die täglichen Schätzwerte zwischen 132 und 344 Männchen variierten. Im Laufe der Fangperiode lag die Wahrscheinlichkeit, dass ein Männchen gefangen wurde, bei etwa $15.1 \pm 4.5\%$. Die tägliche Überlebensrate war mit $57.3 \pm 7.1\%$ sehr gering. Um diese isolierte Population zu erhalten, müssen die wenigen reifen und alternden Bäume sowie die zur Fortpflanzung genutzten Baumstümpfe erhalten bleiben.

Riassunto: Stima delle dimensioni di una popolazione urbana di cervo volante (*Lucanus cervus*). – Una popolazione urbana di cervo volante è stata studiata nel giugno 2023 a Losanna. Durante 8 sessioni sono stati catturati e marcati 284 individui maschi. I dati di ricattura hanno permesso di stimare una popolazione di maschi pari a 1098 ± 241 individui, con valori giornalieri variabili tra 132 e 344 maschi. Durante questa campagna, la probabilità di cattura dei maschi era di circa il $15,1\% \pm 4,5$. La sopravvivenza giornaliera è stata molto bassa, pari al $57,3\% \pm 7,1$. Il mantenimento di questa popolazione isolata richiede la conservazione dei rari alberi maturi e senescenti, nonché dei ceppi utilizzati per la riproduzione.

Keywords: Capture-recapture, survival, superpopulation, habitat-tree, stag beetle pits

INTRODUCTION

Le lucane cerf-volant (*Lucanus cervus* Linnaeus, 1758) fait partie des plus grands Coléoptères d'Europe. Inféodée aux vieilles forêts, l'espèce est en déclin à travers

presque toute l'Europe (Harvey et al. 2011), justifiant ainsi son inscription à l'Annexe III de la Convention de Berne («espèces de faune protégées»). Bien que largement répandue à basse altitude en Suisse, sa distribution régionale est fragmentée et se concentre dans les vieux peuplements de feuillus, raison pour laquelle l'espèce est qualifiée de vulnérable dans la liste rouge nationale (Monnerat et al. 2016). Il n'est pas rare de l'observer dans des massifs forestiers urbains comprenant des arbres sénescents. En effet, la larve saproxylophage se développe dans le bois en décomposition, en particulier les souches et appareils racinaires pourrissants (Groupement de bureaux Delarze & A. Maibach Sàrl 2009). Bien que le chêne soit souvent mentionné comme essence-hôte préférentielle (Sprecher-Uebersax 2012), d'autres feuillus sont aussi fréquemment utilisés (Brechtel & Kostenbader 2002, Fremlin 2009, Harvey et al. 2011, Breitenmoser 2013). Alors que le développement larvaire s'étale parfois sur 6 à 8 ans, la vie adulte est très brève: l'émergence a lieu dans le courant du mois de mai, l'activité reproductrice atteint son apogée en juin et les imagos sont rarement observés au-delà des mois de juillet ou d'août (Sprecher-Uebersax 2012).

A Lausanne, la distribution de l'espèce est concentrée dans le secteur de la Vallée de la Jeunesse, au sud-ouest de la ville. Ce vallon formé par le cours d'eau du Flon a été largement remodelé lors de l'exposition nationale de 1964. Le boisement situé à l'est de ce vallon a toutefois été préservé et présente aujourd'hui les caractéristiques d'une vieille futaie avec de nombreux arbres (chênes, tilleuls) matures et une importante quantité de bois mort sous la forme de souches ou de troncs couchés. C'est dans ce petit massif que se maintient l'unique population de lucanes cerf-volant de la région (bien que des observations erratiques existent dans un rayon d'environ 1 km). Les populations connues les plus proches se trouvent à 10 km à l'ouest (Morges) et à l'est (Riex). Compte tenu des modestes capacités de dispersion de l'espèce, de l'ordre de 2 km au maximum (Rink & Sinsch 2007), on peut donc considérer que cette population urbaine est totalement isolée.

Conscient des enjeux de conservation de cette espèce patrimoniale, la Ville de Lausanne a pris différentes mesures destinées à la promouvoir, parmi lesquelles la désignation d'arbres-habitats (des arbres qui sont préservés des coupes jusqu'à leur effondrement naturel) et l'aménagement de fosses à lucanes, des structures artificielles destinées à la reproduction (Juillerat & Vögeli 2004, Groupement de bureaux Delarze & A. Maibach Sàrl 2009).

L'objectif de cette étude était de préciser la distribution de l'espèce et d'en estimer la taille de la population afin de planifier des mesures conservatoires ciblées.

MÉTHODE

Les lucanes ont été capturés lors de 8 soirées du mois de juin 2023, entre 21 h et 22 h 30, période crépusculaire qui correspond au maximum de leur activité (Klausnitzer & Sprecher-Uebersax 2008, Fremlin 2009). Les individus capturés au filet entomologique le long du transect de suivi (Fig. 1) ont ensuite été marqués d'un numéro sur les élytres à l'aide d'un stylo feutre blanc (Fig. 2).

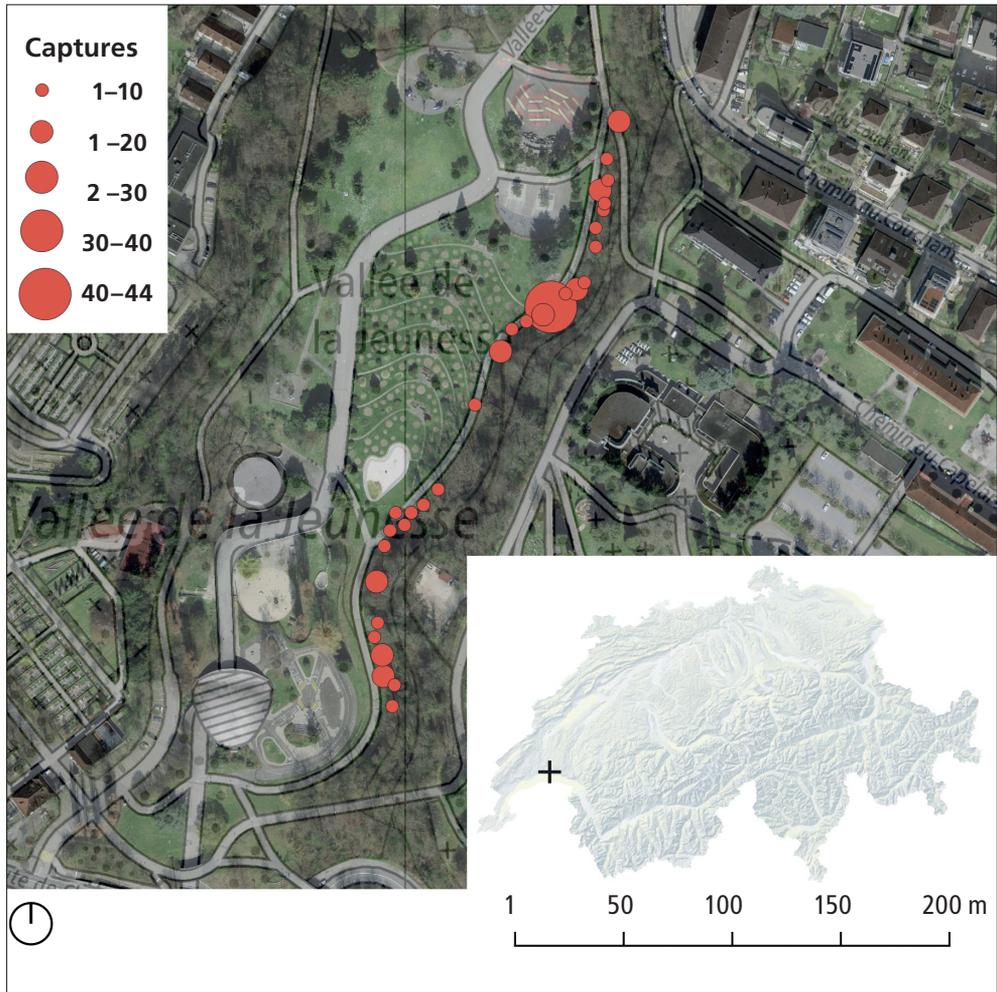


Fig. 1. Localisation des 284 captures de *Lucanus cervus* réalisées le long du transect de suivi au mois de juin 2023 dans la Vallée de la Jeunesse à Lausanne.

La population étudiée étant démographiquement ouverte, avec un recrutement issu d'une succession de cohortes émergentes combiné à une mortalité et émigration durant la période de suivi, nous avons analysé les données de recapture à l'aide de la fonction POPAN du logiciel MARK (Schwarz & Arnason 1996). Ce modèle est une paramétrisation du modèle de Jolly-Seber (Jolly 1965, Seber 1965) pour populations ouvertes, permettant d'estimer la probabilité d'émergence, la survie journalière, la taille de la population lors de chaque session de capture ainsi que la taille de la superpopulation, c'est-à-dire le nombre total d'individus ayant émergé durant la période de suivi. Les femelles étant beaucoup plus discrètes (11 captures et 1 recapture sur les 8 sessions), l'analyse s'est concentrée sur les mâles.

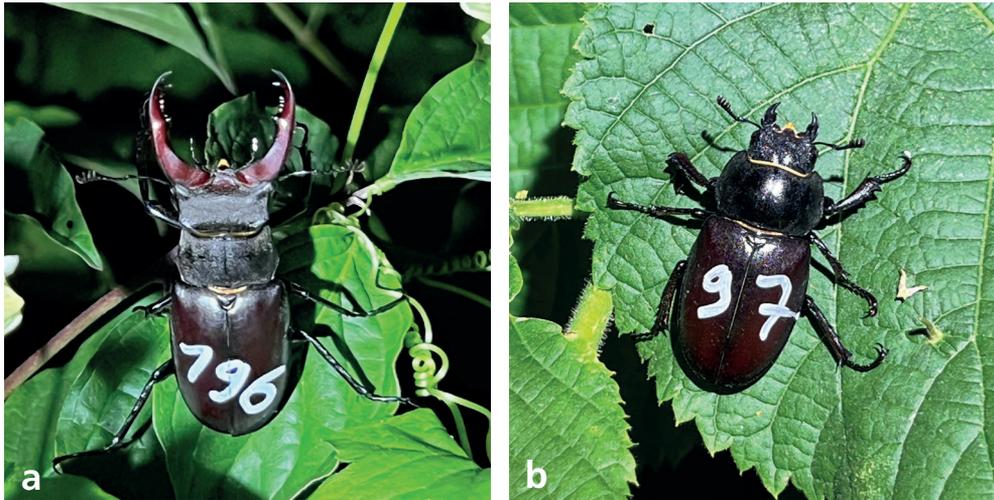


Fig. 2. Deux lucanes marqués a) mâle et b) femelle. (Photos Jérôme Pellet & Vincent Sonnay)

RÉSULTATS

Au total, ce sont 284 lucanes mâles qui ont été capturés et marqués lors des 8 soirées de capture (Tab. 1). Parmi ces individus marqués, 24 ont été recapturés une fois et un individu a été recapturé deux fois (Tab. 1). L'intervalle maximum entre deux captures était de 9 jours (médiane: 1 jour). Aucun des 24 individus recapturés n'avait parcouru plus de 100 m entre deux recaptures.

Le modèle POPAN le plus parcimonieux (selon son AICc – le Akaike information criterion corrigé pour petits échantillons) était celui basé sur une probabilité de capture constante, une probabilité d'émergence variable et une survie constante

Tab. 1. Tableau des captures et recaptures de mâles pour les 8 sessions.

Sessions	Nombre de captures	Nombre de recaptures							Total
		10 juin	11 juin	12 juin	15 juin	16 juin	17 juin	19 juin	
7 juin	24	0	0	0	0	0	0	0	0
10 juin	28		3	1	0	0	0	1	5
11 juin	45			2	0	0	0	0	2
12 juin	43				0	1	1	0	2
15 juin	52					10	2	1	13
16 juin	44						3	1	4
17 juin	28							0	0
19 juin	20								–
Total	284								26

(formulation POPAN de type $\phi[.]p[.]pent[t]$, où ϕ est la survie journalière – y. c. l'émigration, p est la probabilité de capture par session et $pent$ est la probabilité d'entrer dans la population par émergence ou immigration). C'est en général le modèle le plus performant pour l'analyse des populations ouvertes d'invertébrés (p. ex. Pellet et al. 2012).

La probabilité de capture dérivée de ce modèle était de $15.1\% \pm 4.5\%$ et la survie journalière de $57.3\% \pm 7.1\%$. La taille totale de la population mâle (somme de l'ensemble des individus ayant émergé durant la période de suivi) est de 1098 ± 241 individus. Ces individus ont émergé en suivant la courbe phénologique de la Figure 3, avec des effectifs journaliers moyens variant entre 132 et 344 mâles.

DISCUSSION

Parmi les 295 individus capturés sur 8 sessions crépusculaires, nous n'avons capturé que 11 femelles. Ce sex-ratio apparent de 1:26 s'explique en partie par le comportement beaucoup plus discret des femelles qui restent au sol la majeure partie du temps, et donc sont moins détectables (Tini et al. 2017). Toutefois, dans notre cas, le sex-ratio apparent est environ 10 fois plus déséquilibré que dans la littérature (voir Fremlin 2009 avec un sex-ratio de 1:3 ou Breitenmoser 2013 avec un sex-ratio de 1:2.4). Il est probable que notre parcours de recherche, limité à un cheminement longeant le massif forestier (Fig. 1), nous ait mis préférentiellement en contact avec des mâles en vol en quête de partenaires, alors que les femelles étaient immobiles au sol ou dans les branches à l'intérieur de l'étroit massif forestier. Cette hypothèse est corroborée par

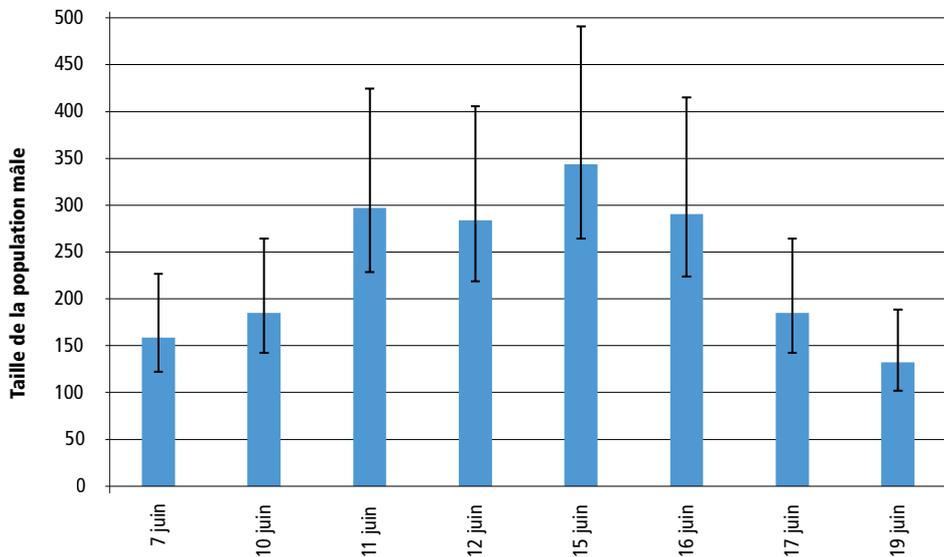


Fig. 3. Estimation des tailles de population mâle (\pm écart-type) lors des 8 sessions de capture. La population totale (l'ensemble des individus mâles ayant émergés dans la population) est estimée à 1098 ± 241 individus.

Campanaro et al. (2011) qui ont trouvé 95% de cadavres appartenant à des mâles en focalisant leur recherche sur des routes en bord de forêt. La présence de plusieurs concentrations remarquables de mâles le long du transect certains soirs suggère que des femelles abritées dans la végétation attireraient les mâles. Ces concentrations correspondent vraisemblablement aussi à la présence d'habitats de reproduction favorables (souches en décomposition) à proximité desquelles les femelles se tiennent préférentiellement. Enfin, on ne peut pas exclure que la protandrie de l'espèce (Méndes & Thomaes 2021) ait participé à cette surreprésentation des mâles en début de période de vol.

L'estimation de la survie journalière est extrêmement faible, avec près de la moitié des individus disparaissant toutes les 24 heures. Ce taux de mortalité apparent extrêmement élevé peut s'expliquer de plusieurs façons. La première est une prédation importante, essentiellement par des corvidés. Les nombreuses parties de cadavres retrouvées sont le témoignage de cette prédation qui a déjà été mise en évidence par d'autres études (Fremlin et al. 2012, Breitenmoser 2013). Bien qu'aucun des cadavres découverts ne présentait l'une de nos marques (Fig. 2), on ne peut malheureusement pas exclure que celles-ci aient été un facteur d'aggravation de cette prédation. La seconde cause est l'éclairage public du site qui pourrait à la fois augmenter l'efficacité de la prédation, mais également stimuler une émigration vers des secteurs plus sombres, émigration que notre modèle ne peut pas distinguer de la mortalité.

La probabilité de capture individuelle, de l'ordre de 15%, témoigne que notre effort de capture ne nous permettait que de capturer une petite fraction de la population présente à chaque session. Cela se traduit entre autres par des intervalles de confiance assez importants sur les estimations de tailles de population (Fig. 3).

Enfin, malgré le fait que notre transect mesurait 400 m de long (Fig. 1), nos recaptures ont toujours été réalisées dans un rayon de 100 m de la capture initiale. Fremlin (2009) a documenté des déplacements du même ordre de grandeur (150 m et 80 m pour femelles et mâles respectivement). Rink & Sinsch (2007) ont démontré par télémétrie que les femelles se déplaçaient de moins de 100 m alors que les mâles avaient une beaucoup plus grande propension à la dispersion, avec la moitié des individus dispersant à plus de 500 m. Il est notable que les études de capture-recapture limitées en surface ne sont pas en mesure de documenter des déplacements à longue distance. Toutefois, la présence d'observations erratiques dans la région lausannoise (Parc de Valency, Parc Bourget, Colline de Milan) témoigne du fait que des individus dispersent malgré la configuration urbaine du territoire.

CONCLUSION

La conservation de cette population isolée de lucanes cerf-volant nécessite une planification à long terme et à grande échelle. L'habitat primaire de l'espèce (vieux arbres et souches) étant irremplaçable à court terme, il convient d'identifier et de protéger les éléments les plus remarquables (Juillerat & Vögeli 2004).

C'est ce qu'a fait la Ville de Lausanne en 2014 par la désignation de 6 arbres habitats identifiés comme sites de ponte (n + p biologie Sàrl 2014). Une démarche similaire doit être entreprise de manière centrifuge autour de cette population en maintenant aussi longtemps que possible les arbres matures susceptibles de servir de sites de ponte dans un rayon de 1, puis 2 voire 5 km. A court terme, l'aménagement de structures artificielles destinées à la reproduction peut constituer une mesure de substitution. Connues sous le nom de «fosses à lucanes» («log pile», «loggery», «lollipop», «pyramid» ou encore «logarium» dans la littérature anglophone), il s'agit d'excavations de quelques mètres carrés sur 30 à 50 cm de profondeur, remplies de billons de bois (diamètre > 30 cm) et de copeaux de feuillus (chênes, tilleuls, platanes; Juillerat & Vögeli 2004, Groupement de bureaux Delarze & A. Maibach Sàrl 2009). Bien que leur efficacité ne soit aujourd'hui pas encore établie (Rose 2005, Méndes & Thomaes 2021), le facteur clé de leur succès repose certainement sur la prise en compte de la faible capacité de dispersion des femelles qui implique que ces aménagements soient réalisés à proximité directe (une centaine de mètres) de sites de ponte déjà occupés.

Remerciements

Ce travail a été réalisé avec l'autorisation de capture d'invertébrés délivrée par la Direction Générale de l'Environnement du canton de Vaud n° 2023–4137. Les personnes suivantes ont également participé aux efforts de capture: Antoine Essade, Léa et Michel Baudraz ainsi que Zoé, Tina et Lydie Sonny-Dumas.

Littérature

- Brechtel F. & Kostenbader H. 2002. Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs. Eugen Ulmer Verlag GmbH & Co, Stuttgart, 632 pp.
- Breitenmoser S. 2013. Etude de populations de Lucane cerf-volant *Lucanus cervus* (L., 1758) (Coleoptera, Lucanidae) en zone périurbaine à Rolle (VD) de 2007 à 2012. Entomo Helvetica 6: 49–61.
- Campanaro A., Toni I., Hadersen S. & Grasso D. A. 2011. Monitoring of *Lucanus cervus* by means of Remains of Predation (Coleoptera: Lucanidae). Entomologia Generalis 33 (1–2): 79–89.
- Fremlin M. 2009. Stag beetle (*Lucanus cervus* (L., 1758), Lucanidae) urban behaviour. In: Buse J., Alexander K. N. A., Ranius T. & Assmann T. (Eds) Saproxylic beetles. Their role and diversity in European woodland and tree habitats, pp. 161–176. Proceedings of the 5th Symposium and Workshop on the conservation of saproxylic beetles, Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
- Fremlin M., Davidson J. & Davidson G. 2012. Stag Beetle Predation by Magpies in a Colchester Garden. Nature in North-East Essex 5: 81–85.
- Groupement de bureaux Delarze & A. Maibach Sàrl. 2009. Fiche action n°12 Lucane cerf-volant. Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud, 6 pp.
- Harvey D. J., Gange A. C., Hawes C. J. & Rink M. 2011. Bionomics and distribution of the stag beetle, *Lucanus cervus* (L.) across Europe. Insect Conservation and Diversity 4: 23–28.
- Jolly G. M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration – Stochastic model. Biometrika 52: 225–247.
- Juillerat L. & Vögeli M. 2004. Gestion des vieux arbres et maintien des coléoptères saproxyliques en zone urbaine et périurbaine. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel, 20 pp.
- Klausnitzer B. & Sprecher-Uebersax E. 2008. Die Hirschkäfer. Militzke Verlag, 161 pp.
- Méndes M. & Thomaes A. 2021. Biology and conservation of the European stag beetle: recent advances and lessons learned. Insect Conservation and Diversity 14: 271–284.
- Monnerat C., Barbalat S., Lachat T. & Gonseth Y. 2016. Liste rouge des Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Cétoniidés et Lucanidés. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne; Info Fauna – CSCF, Neuchâtel; Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf. L'environnement pratique n° 1622: 118 p
- n+p biologie Sàrl. 2014. Arbres habitats et îlots de sénescence dans les forêts lausannoises. Ville de Lausanne, 16 pp.

- Pellet J., Bried J. T., Parietti D., Gander A., Heer P. O., Cherix D. & Arlettaz R. 2012. Monitoring butterfly abundance: Beyond Pollard walks. *PLOS One* 7: e41396.
- Rink M. & Sinsch U. 2007. Radio-telemetric monitoring of dispersing stag beetles: implications for conservation. *Journal of Zoology* 272: 235–243.
- Rose V. 2005. Creation and management of stag beetle habitats. *British Wildlife* 16: 249–250.
- Schwarz C.J. & Arnason A.N. 1996. A General Methodology for the Analysis of Capture-Recapture Experiments in Open Populations. *Biometrics* 52: 860-873.
- Seber G. A. F. 1965. A note on the multiple-recapture census. *Biometrika* 52: 249–259.
- Sprecher-Uebersax E. 2001. Studien zur Biologie und Phänologie des Hirschkäfers im Raum Basel, mit Empfehlungen von Schutzmassnahmen zur Erhaltung und Förderung des Bestandes in der Region (Coleoptera: Lucanidae, *Lucanus cervus* L.). Dissertation Universität Basel, 196 pp.
- Tini M., Bardiani M., Campanaro A., Mason F., Audisio P. & Carpaneto G. M. 2017. A stag beetle's life: sex-related differences in daily activity and behaviour of *Lucanus cervus* (Coleoptera: Lucanidae). *Journal of Insect Conservation* 21: 897–906.