

Les chênes centenaires, mégapoles de biodiversité en zone agricole

Autor(en): **Breitenmoser, Stève**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **101 (2022)**

PDF erstellt am: **22.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003694>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les chênes centenaires, mégapoles de biodiversité en zone agricole

Stève BREITENMOSER¹

BREITENMOSER S., 2022. Les chênes centenaires, mégapoles de biodiversité en zone agricole. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 101 : 39-72.

Résumé

Afin d'évaluer la richesse en coléoptères saproxyliques des allées de chênes centenaires de trois sites de la région de La Côte valdo-genevoise (Duillier VD, Céligny GE et Signy-Avenex VD), un inventaire a été réalisé sur une dizaine d'années. Les différentes variantes de chasse active ont été complétées par trois années de piégeage par site. Les trois sites hébergent le Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) avec environ 20 % de chênes colonisés. La richesse spécifique en coléoptères saproxyliques se monte à 239 espèces sur les trois sites, soit 58,9 % des espèces de coléoptères inventoriées. La richesse comme la diversité spécifique sont élevées par rapport à la taille de l'habitat. Parmi ces 239 espèces saproxyliques, 12 sont considérées comme reliques des forêts primaires en Europe centrale et 74 sont particulièrement exigeantes et sont considérées comme emblématiques des milieux boisés de Suisse. Ces 74 espèces représentent 17,9 % des 414 espèces emblématiques de Suisse. 28 espèces particulièrement remarquables et représentées que ponctuellement en Suisse sont discutées en détail. Malgré des périodes d'échantillonnage variables, le nombre d'espèces emblématiques (Duillier 41 espèces, Céligny 39, Signy-Avenex 44) et reliques (Duillier 8, Céligny 7, Signy-Avenex 6) est proche entre les trois sites étudiés. Les résultats détaillés permettent de dresser une liste de 17 espèces emblématiques trouvées simultanément sur les trois sites et donc caractéristiques de ce type d'habitat. Cinq espèces saproxyliques sont également inscrites sur la Liste rouge. Les préférences écologiques de la majorité des espèces inventoriées confirment l'habitat échantillonné, à savoir des chênes bien exposés présentant du bois carié à un stade de décomposition avancé et souvent de gros diamètre (> 40 cm). En conclusion, ces résultats permettent de montrer l'immense importance de ces allées de chênes séculaires comme réservoir de biodiversité pour les coléoptères saproxyliques, y compris les espèces rares et exigeantes, en tant que biotope-relais entre différentes zones forestières (chênaies), mais également en tant qu'habitat précieux en zone agricole ou périurbaine. Grâce à son statut d'espèce protégée et aux Plans d'action en faveur du Grand capricorne, la conservation de ces chênes est pérennisée à l'échelle locale ou cantonale. La présence de cette espèce parapluie permet de préserver également les autres espèces saproxyliques rares et exigeantes.

Mots-clés: coléoptères saproxyliques, espèces emblématiques et reliques, richesse et diversité spécifique, échantillonnage, conservation, Vaud, Genève, Suisse.

¹Chemin des Noisetiers 4, CH-1271 Givrins, steve.breitenmoser@bluewin.ch

BREITENMOSER S., 2022. Century-old oaks, megapolises of biodiversity in agricultural areas. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 101 : 39-72.

Abstract

In order to evaluate the richness of saproxylic beetles in the alleys of centenarian oaks of three sites in the region of La Côte between Vaud and Geneva (Duillier VD, Céligny GE and Signy-Avenex VD), an inventory was carried out over a period of ten years. Active samplings were completed by three years of trapping per site. The three sites host the Great Capricorn beetle (*Cerambyx cerdo*) with approximately 20 % of the oaks colonized. The species richness of saproxylic beetles amounts to 239 species on the three sites, 58.9 % of the beetle species inventoried. Both species richness and diversity are high in comparison to the size of the habitat. Of these 239 saproxylic species, 12 are considered relicts of primary forests in Central Europe and 74 are particularly demanding and are considered emblematic of Swiss woodlands. These 74 species represent 17.9 % of the 414 emblematic species of Switzerland. 28 particularly remarkable species that are only occasionally represented in Switzerland are discussed in detail. Despite variable sampling periods, the number of emblematic species (Duillier 41 species, Céligny 39, Signy-Avenex 44) and relict species (Duillier 8, Céligny 7, Signy-Avenex 6) was not really different between the three sites. Interestingly, 17 emblematic species were found simultaneously on the three sites and are therefore good indicators of this very specific type of habitat. Five saproxylic species are also included on the Red List. The ecological preferences of the majority of the species inventoried confirm the habitat sampled (i. e., well exposed oaks with decayed wood at an advanced stage of decomposition and often with a large diameter (> 40 cm). In conclusion, these results show the paramount importance of secular oak alleys as biodiversity reservoir for saproxylic beetles, including rare and demanding species, as bridge biotope between different forest areas (oak groves), but also as a valuable habitat in agricultural or suburban areas. Thanks to its status as a protected species and the Action Plans in favor of the Great Capricorn, the conservation of these oaks is perpetuated at the local or cantonal scale. The presence of this umbrella species also allows the preservation of the other rare and demanding saproxylic species.

Keywords: saproxylic beetles, emblematic and relict species, richness and specific diversity, sampling, conservation, Vaud, Geneva, Switzerland.

INTRODUCTION

Les chênes séculaires de l'ouest lémanique représentent des éléments structurels et paysagers importants dans le contexte agricole. Ils sont très nombreux sur le territoire genevois et sont également présents dans quelques communes de l'ouest vaudois, plus précisément dans la région nyonnaise. Éléments paysagers majeurs, ces arbres remarquables qui sont classés dans les règlements communaux représentent également de grands réservoirs de biodiversité (KENNEDY & SOUTHWOOD 1984, BRÄNDLE & BRANDL 2001, WEHRLI 2005, ALEXANDER *et al.* 2006, SANCHEZ *et al.* 2018, MITCHELL *et al.* 2019, PLATEK *et al.* 2019), notamment pour les coléoptères saproxyliques (GRAF 2012, SANCHEZ *et al.* 2016). Par définition, les espèces saproxyliques dépendent, au cours d'une partie de leur cycle de vie au moins, de bois mort ou dépourissant, de champignons lignicoles ou de la présence d'autres organismes saproxyliques (SPEIGHT 1989).

La présente étude a débuté avec l'échantillonnage des coléoptères saproxyliques des allées de chênes séculaires de Duillier VD entre 2010 et 2017 (BREITENMOSER 2017). Celle-ci s'est poursuivie à Duillier, tout en réalisant des prospections dans deux nouveaux sites comportant également de nombreux chênes centenaires, à Céligny GE et à Signy-Avenex VD. Ces chênes présentent, tout comme le site de Duillier, des galeries réalisées par les larves du Grand capri-

corne (*Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758). Cette espèce relique des forêts primaires (ECKELT *et al.* 2018), au bord de d'extinction (MONNERAT *et al.* 2016), est protégée en Suisse comme en Europe (CONVENTION DE BERNE, LUCE 1997, OPN, RS 451.1, WERMELLE *et al.* 2002). Il s'agit également d'une espèce prioritaire au niveau national comme cantonal (BEB SA 2012, DELARZE & MAIBACH 2015, BLANC & ROCHET 2014, OFEV 2019). Elle est oligophage sur chêne et châtaignier et se rencontre principalement dans les anciennes chênaies claires, mais également dans des habitats plus anthropiques, comme les allées, les parcs, les bocages et les arbres isolés (ALLENSPACH 1973, BRUSTEL 2004, JUILLERAT & VÖGELI 2004, BUSE *et al.* 2007, DAJOZ 2007, MÖLLER 2009, BLANC & ROCHET 2014, DELARZE & MAIBACH 2015, CHITTARO & SANCHEZ 2016a). Cet article a pour but d'évaluer et de documenter la richesse et la diversité spécifique en coléoptères saproxyliques des allées de chênes centenaires de ces trois sites de la région de La Côte valdo-genevoise, notamment en mettant en évidence des espèces plus discrètes que le Grand capricorne.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Périmètre d'étude

L'étude couvre une période allant de 2010 à 2021, sur trois sites situés à Calèves-Le Bochet sur la commune de Duillier VD, à Courtenaud et Le Ruisseau sur la commune de Céligny GE et enfin au Domaine d'Avenex sur la commune de Signy-Avenex VD (figure 1). Les trois sites sont distants de 2,3 à 6,7 km à vol d'oiseau.

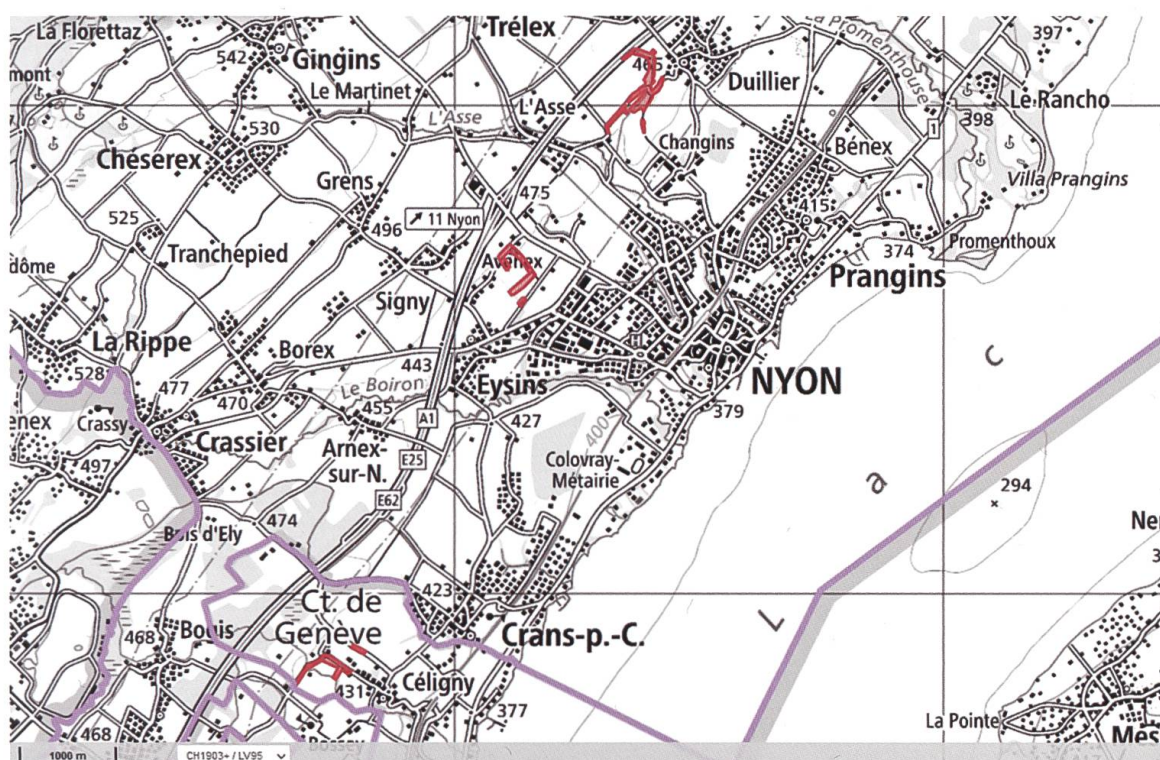


Figure 1. Les périmètres des trois sites étudiés à Duillier, Céligny et Signy-Avenex sont indiqués en rouge sur la carte (carré = 5 x 5 km). Les frontières nationales et cantonales sont signalées en violet. Fond de carte © Données : CNES, Spot Image, swisstopo, NPOC, public. <https://map.geo.admin.ch>



Figure 2. À gauche, une orthophoto indiquant le périmètre d'étude (en rouge) avec l'emplacement des pièges (jaune = piège à bière, bleu = piège d'interception). À droite, une photo des chênes centenaires situés à Calèves-Le Bochet à Duillier VD (photo: S. Breitenmoser, 2014). Fond de carte © Données: CNES, Spot Image, swisstopo, NPOC, public. <https://map.geo.admin.ch>

Duillier

Cette étude reprend et complète les données publiées par BREITENMOSER (2017) aux lieux-dits Calèves, Lotonay et Le Bochet sur la commune de Duillier VD (figure 2), dont les coordonnées centrales (CH-1903+) sont 2°506'960/1°140'140 (450 m). Ce site se compose principalement d'allées de chênes (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. et *Q. robur* L.) centenaires remarquables, situées le long de chemins agricoles reliant Calèves au village de Duillier en zones de grandes cultures, herbages (prairies et pâturages) et vignes. Ce site comprend également un petit bois (une chênaie à charme relativement jeune) entre Le Bochet et Lotonay, ainsi qu'un cordon boisé composé principalement de frênes (*Fraxinus excelsior* L.) et d'aulnes (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), avec un petit ru remis en eau en 2019 au milieu du site prospecté. Un second cordon boisé est présent dans la partie nord du périmètre d'étude, en direction de l'autoroute. Concernant les chênes séculaires, ils sont principalement alignés ou isolés le long des chemins agricoles. Un seul se trouve dans le cordon boisé central, tandis que d'autres plus nombreux se situent à l'intérieur du cordon boisé dans la partie nord. Dans cette zone, la forêt a repris ses droits englobant des chênes séculaires il y a plus d'une septantaine d'années.

Céligny

Ce site se situe au lieu-dit Courtenaud, le long de la route des Coudres ainsi que le long de la route de Crassier sur la Commune de Céligny (enclave genevoise) dont les coordonnées centrales (CH-1903+) sont 2°503'720/1°134'285 (442 m) (figure 3). Le site de Courtenaud se compose principalement d'une allée comprenant de nombreux chênes (*Quercus petraea* et *Q. robur*) séculaires remarquables, isolés en zones de grandes cultures et d'herbages (pâturages), ainsi que des chênes séculaires situés dans la première partie du cordon boisé. Une seconde allée de chênes plus jeunes se situe le long de la route des Coudres. Quant à la surface située le long de la route de Crassier, elle est composée d'une allée de neuf chênes, parmi lesquels cinq arbres centenaires (2°504'011/1°134'432).



Figure 3. À gauche, une orthophoto indiquant le périmètre d'étude (en rouge) avec l'emplacement des pièges (jaune = piège à bière, bleu = piège d'interception). À droite une photo des chênes centenaires situés à Courtenaud à Céligny GE (photo : S. Breitenmoser, 2018). Fond de carte © Données : CNES, Spot Image, swisstopo, NPOC, public. <https://map.geo.admin.ch>

Signy-Avenex

Ce site se situe sur le Domaine d'Avenex sur la Commune de Signy-Avenex VD, dont les coordonnées centrales (CH-1903+) sont 2°505'721/1°138'362 (440 m) (figure 4). Le site d'Avenex se compose principalement d'une allée de chênes séculaires (*Quercus petraea* et *Q. robur*) disposés en « L », avec une haie arbustive diversifiée (comprenant notamment *Crataegus* sp., *Corylus avellana* L., *Euonymus europaeus* L., *Ligustrum vulgare* L., *Prunus spinosa* L.) qui relie ces derniers. Ce site se situe en zones de grandes cultures et d'herbages (prairies et pâturages) ainsi que de vignes.



Figure 4. À gauche, une orthophoto indiquant le périmètre d'étude (en rouge) avec l'emplacement des pièges (jaune = piège à bière, bleu = piège d'interception). À droite une photo des chênes centenaires au Domaine d'Avenex à Signy-Avenex VD (photo : S. Breitenmoser, 2018). Fond de carte © Données : CNES, Spot Image, swisstopo, NPOC, public. <https://map.geo.admin.ch>

Inventaire des chênes et présence du Grand capricorne

Dans chaque site, les chênes ont été inventoriés en suivant la procédure établie dans le cadre de l'élaboration du Plan d'action pour la sauvegarde du Grand capricorne à Duillier (MAIBACH *et al.* 2014, MAIBACH *et al.* 2018). Ainsi, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), l'état sanitaire avec la présence ou non de galeries actives ou anciennes de *Cerambyx cerdo* ont été relevés. Les chênes ont été géolocalisés précisément à l'aide d'un GPS Garmin 60 (précision +/- 4 m). Les coordonnées ont ensuite été ajustées avec les orthophotos du serveur cartographique de la Confédération (map.geo.admin.ch). Les chênes de Duillier ont été inventoriés en 2014, avec une actualisation en 2019, ceux de Céligny et de Signy-Avenex entre 2016 et 2017.

Les dendro-microhabitats selon LARRIEU (2014), REBER *et al.* (2015), KRAUS *et al.* (2016) et BÜTLER *et al.* (2020) n'ont pas fait l'objet d'un relevé exhaustif pour chaque chêne et site. Cependant, une liste des dendro-microhabitats observés sur les trois sites, selon le référentiel utilisé par BÜTLER *et al.* (2020), a été dressée. Une fréquence relative est donnée de la manière suivante: (-) absent, (+) présent mais rare, (++) présent, (+++) très présent, (+++++) omniprésent, (+++++) présent sur tous les chênes.

Échantillonnage des coléoptères

Afin d'évaluer au mieux la communauté des coléoptères saproxyliques dans les sites étudiés, différentes méthodes d'échantillonnage complémentaires ont été utilisées au cours de plusieurs années. Les méthodes d'échantillonnages dites « actives » et « passives » appliquées pour ce projet sont décrites dans le tableau 1.



Figure 5. Exemples de pièges installés sur les chênes centenaires dans les sites étudiés. 1-2: Piège à bière sur branche et gros plan. 3: Piège d'interception aérien à verre Polytrap™. Photos: S. Breitenmoser.

Tableau 1. Détails des méthodes de prospection actives et passives appliquées pour cette étude.

Méthodes	Description	Site et années		Références
Méthodes de prospection actives				
Chasse à vue (diurne)	Observations-captures directes d'espèces diurnes, notamment des espèces floricoles. Cette technique a été réalisée lors de journées aux conditions météorologiques favorables (ensoleillement et/ou température favorable, vent faible).	Duillier : 2010-2021 Céligny : 2016, 2017, 2018 Signy-Avenex : 2016, 2017, 2018, 2019, 2020	mars-octobre	MÉRIGUET <i>et al.</i> (2002), BRUSTEL (2004), GONSETH (2008)
Chasse à vue à la lampe (nocturne)	Observations-captures directes d'espèces crépusculaires ou nocturnes se baladant sur les troncs, dans les cavités ou galeries présentes sur les chênes lors de soirées estivales entre 21h et 1h du matin.	Duillier : 2010-2020 Céligny : 2020 Signy-Avenex : 2018, 2019, 2020	juin-juillet	
Chasse à vue sous écorce	Observations-captures d'espèces sous-corticales difficilement visible autrement. Elle consiste à soulever délicatement l'écorce de troncs de chênes sénescents sur pieds ou de grosses branches coupées et laissées sur place aux pieds des chênes, puis de la replacer après observation.	Duillier : 2017, 2018, 2019, 2021 Céligny : 2017, 2018 Signy-Avenex : 2018, 2019, 2020	janvier-décembre	
Battage (parapluie japonais)	Observations-captures d'espèces se trouvant sur les feuilles et les branches d'arbres et arbustes. Elle consiste à frapper les branches avec un bâton et à récolter les individus au-dessous à l'aide d'un parapluie tenu à l'envers.	Duillier : 2010-2021 Céligny : 2016, 2017, 2018 Signy-Avenex : 2016, 2018, 2019, 2020	mars-octobre	
Fauchage (filet fauchoir)	Observations-captures d'espèces se trouvant dans la strate herbacée (bandes herbeuses, prairies, pâturages, ourlets), en frappant la végétation avec un filet fauchoir par de brefs mouvements d'aller-retour.	Duillier : 2010-2021 Céligny : 2016, 2017, 2018 Signy-Avenex : 2016, 2018, 2019, 2020	mars-octobre	
Méthodes de récoltes dites passives				
Piège attractif aérien à bière	Piège permettant de cibler certaines espèces rares de longicornes (Cerambycidae) ou de cétoines (Scarabaeidae: Cetoniinae) naturellement attirées par les suintements de sève fermentant le long du tronc, dont le piège imite l'odeur (PAULIAN & BARAUD 1982, FADDA & PONEL 2007). Il consiste en une bouteille de 1.5 L en PET contenant un mélange de bière et de vin rouge (50 : 50) avec du sucre pour amplifier la fermentation et un peu de sel et de vinaigre pour la conservation. Piège placé à une hauteur de 3 à 5 m (figure 5).	Duillier : 2014, 2015, 2016 Céligny : 2016, 2017 Signy-Avenex : 2018, 2019, 2020 2 pièges/an/site (sur chênes différents ou pas d'une année à l'autre)	mars-octobre	ALLEMAND & ABERLENC (1991), CHITTARO <i>et al.</i> (2013).
Piège d'interception aérien à vitre type Polytrap™	Piège non attractif permettant la capture de coléoptères au cours de leurs déplacements en vol de jour et de nuit, notamment des espèces cryptiques. Il consiste en deux plaques de plexiglas transparents d'environ 80 cm x 50 cm placés en croix au-dessus d'un récipient collecteur contenant de l'eau et du sel pour la conservation. Piège placé à une hauteur de 3-8 m (figure 5).	Duillier : 2015, 2016 Céligny : 2017, 2018 Signy-Avenex : 2018, 2019, 2020 1 piège/an/site (sur chênes différents ou pas d'une année à l'autre)	mars-octobre (Duillier, Céligny) janvier-décembre (Signy-Avenex)	BRUSTEL 2012, BARBALAT <i>et al.</i> (2015), CHITTARO & SANCHEZ (2016a)

Déterminations et nomenclature

À l'exception de certains Latridiidae, Nitidulidae, Mordellidae et Staphylinidae, dont seule une partie des individus ont pu être identifiés, l'ensemble des individus récoltés au cours du projet ont été identifiés au niveau spécifique. De nombreux spécialistes ont collaboré et ont permis la détermination ou la vérification d'une partie du matériel récolté (voir remerciements). La nomenclature utilisée est celle du Catalogue des Coléoptères paléarctiques (LÖBL & SMETANA 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2013).

Richesse, diversité spécifique, valeurs et préférences écologiques

La richesse spécifique ou diversité α a été calculée en comptant le nombre d'espèces différentes rencontrées dans chaque site, puis globalement pour ce même type d'habitat pour les trois sites (diversité γ). La diversité spécifique, prenant en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces, a été calculée selon l'indice de Shannon (H') (voir la formule ci-dessous). Dans la nature, cet indice se situe entre 0,5 (très faible diversité) et 5 (dans le cas de communautés complexes) même si en théorie il n'y a pas de maximum (CALMONT 2011, MARCON 2018). Quant à la valeur de l'Équitabilité (E) avec sa formule ci-dessous, elle varie de 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce et tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Un indice d'équitabilité inférieur à 0,6 caractérise un environnement perturbé (BLANDIN 1986, DUQUET 1993, BRUSTEL 2004, CALMONT 2011).

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \qquad E = \frac{H'}{\log S}$$

Les espèces saproxyliques, obligatoires ou facultatives, ont été définies selon BOUGET *et al.* (2019). Leur intérêt conservatoire a ensuite été évalué en suivant les publications de SANCHEZ *et al.* (2016), ECKELT *et al.* (2018) et MONNERAT *et al.* (2016).

SANCHEZ *et al.* (2016) donnent une liste de 414 espèces de coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse qui sont indicatrices d'une qualité élevée des forêts et des autres milieux boisés qui les abritent. Ces espèces ont un fort intérêt conservatoire au niveau national. Chaque espèce emblématique a été sélectionnée sur la base d'un indice de spécificité (I_s), correspondant à l'addition d'un indice représentant les exigences écologiques (I_f) et d'un indice de rareté (I_p). Ainsi, toute espèce suffisamment exigeante et rare ($4 \leq I_s \leq 7$) se trouve sur la liste des espèces saproxyliques emblématiques de Suisse. Pour *Tetratoma desmarestii* Latreille, 1807, la valeur $I_s = 6$ a été extrapolée en suivant les indications de SANCHEZ *et al.* (2016) et BOUGET *et al.* (2019).

ECKELT *et al.* (2018) donnent une liste de 168 espèces de coléoptères saproxyliques reliques des forêts primaires en Europe centrale (primeval forest relict species), classées en deux catégories. Il s'agit d'espèces relictuelles, en fort déclin (voire éteintes) dans les forêts exploitées d'Europe centrale, et qui présentent des besoins élevés en bois mort, que ce soit en qualité ou en quantité. Les espèces de la catégorie 1 exigent des conditions, des ressources et des structures encore supplémentaires et sont par conséquent extrêmement rares. En Suisse, la présence de 95 de ces 168 espèces est attestée.

MONNERAT *et al.* (2016) proposent une Liste rouge nationale pour quatre familles de coléoptères saproxyliques, à savoir les Buprestidae, les Cerambycidae, les Cetoniidae et les Lucanidae. Le degré de menace se base sur les critères et catégories de l'UICN (VU, EN, CR) (UICN 2012).

Les préférences écologiques, biotiques et abiotiques concernant les coléoptères saproxyliques ont été tirées de BOUGET *et al.* (2019). Les analyses concernent les guildes trophiques larvaires, les microhabitats, l'(les)essence(s) hôte(s) préférentielle(s) et secondaire(s), la taille et la saproxylation préférentielle du bois mort, les préférences abiotiques liées au besoin en lumière (héliophilie vs sciophilie) ou en humidité (hygrophilie vs xérophilie), les interactions biotiques avec les nids arboricoles (pholéophilie) et avec les fourmis (myrmécophilie) et enfin, pour les espèces xylomycétophages et/ou fongicoles, le(s) champignon(s) hôte(s).

RÉSULTATS

Chênes et présence du Grand capricorne

Les résultats concernant les chênes inventoriés à Duillier sont déjà disponibles dans le Plan d'action pour la sauvegarde du Grand capricorne (MAIBACH *et al.* 2014). Suite à l'actualisation effectuée en 2019, la situation a toutefois légèrement évolué si bien qu'ils sont à nouveau présentés dans le tableau 2, tout comme les résultats obtenus dans les deux sites nouvellement étudiés. Dans les trois sites inventoriés, le pourcentage de chênes montrant une présence du Grand capricorne (y compris sur des troncs sciés et couchés au sol) est très similaire et se situe aux alentours des 20 %, dont un peu plus de la moitié attestent d'une activité récente (présence de sciure).

Quasiment tous les chênes dont la présence de *C. cerdo* est attestée se situaient en allées (avec ou sans cordon buissonnant les reliant) ou en lisière de cordon boisé, dans des situations particulièrement bien ensoleillées, et avaient un diamètre (DHP) toujours égal ou supérieur à 60 cm. Une exception est à noter à Céligny dont un chêne (l'arbre n° 56) se trouvait en forêt. Quelques exemples de chênes colonisés, de galeries et d'individus de *C. cerdo* sont présentés dans la figure 6.

Tableau 2. Chênes inventoriés sur les sites de Duillier, de Céligny et de Signy-Avenex. La présence du Grand capricorne est mentionnée, ainsi que les numéros (n°) des chênes occupés. DHP: diamètre à hauteur de poitrine.

	Nombre de chênes inventoriés		Chênes avec galeries actives ou présence passée de <i>C. cerdo</i>				Chênes avec galeries actives (sciure) de <i>C. cerdo</i>		
	Nombre	Période	Nombre	%	DHP min. (cm)	DHP moyen (cm)	Nombre	%	N° des chênes
Duillier	166	2014 et 2019	36	21,7	≥ 60	114	20	12,0	4, 5, 6, 7, 8, 14, 19, 24, 25, 28, 35, 40, 41, 42, 44, 45, 62, 65, 66 et 161.
Céligny	83	2016 et 2017	16	19,3	≥ 80	136	12	14,5	1, 4, 8, 10, 11, 12, 25, 45, 56, 70, 71, 83
Signy-Avenex	59	2016 et 2017	13	22,0	≥ 60	101	7	11,9	14, 16, 21, 26, 28, 34 et 50

Dendro-microhabitats

Les dendro-microhabitats selon les référentiels de REBER *et al.* (2015) et BÜTLER *et al.* (2020) sont présentés dans le tableau 3. Quasi tous les dendro-microhabitats ont été recensés, avec la présence en majorité de bois mort dans le houppier, lierre, cavités à terreau, galeries de xylophages (principalement celles du Grand capricorne), décolllements et plages sans écorces, gourmands et champignons lignicoles (principalement les polypores annuels).

Richesse, diversité et espèces remarquables

Globalement

Ainsi, 3 448 coléoptères ont été identifiés, appartenant à 406 espèces de 57 familles (tableau 4, annexe I). Parmi ces espèces, 239 sont considérées comme saproxyliques facultatives ou obligatoires selon BOUGET *et al.* (2019), soit 58,9 %. Pour les coléoptères saproxyliques, l'indice de Shannon global est de 4,5 ce qui montre une diversité élevée par rapport à un maximum théorique de 5. Quant à l'Equitabilité, elle est de 0,57 soit supérieure à la moyenne, mais indiquant une certaine instabilité de l'habitat. Parmi les coléoptères saproxyliques, 74 espèces considérées comme emblématiques des milieux boisés de Suisse ont été répertoriées (tableau 4, annexe I), soit 31,0 % des espèces saproxyliques recensées. Elles sont indicatrices de la qualité des forêts et des autres milieux boisés, et expriment également un intérêt conservatoire au niveau national.

Tableau 3. Dendro-microhabitats selon REBER *et al.* (2015) et BÜTLER *et al.* (2020) répertoriés sur les chênes des trois sites (Duillier, Céligny, Signy-Avenex) entre 2010 et 2021. La fréquence relative est donnée de la manière suivante: (-) pas présent, (+) peu présent, (++) présent, (+++) très présent, (++++) omniprésent, (+++++) présent sur tous les chênes.

Groupe de Dendro-microhabitats	Dendro-microhabitats	Fréquence
Cavités	Cavités creusées par des pics	+
	Cavités évolutives à terreau	++
	Tronc creux	+
	Trous et galeries d'insectes xylophages	++
	Cavités remplies d'eau (dendrotelmes)	+
	Cavités racinaires (cavités de pied à fond dur)	+
Blessures et bois apparent	Plages sans écorce	++
	Fentes et décolllement de l'écorce	++
	Blessures/brisures exposant le coeur du bois	+
Bois mort dans le houppier	Branches, cimes mortes, bois mort dans le houppier	+++
Excroissances	Balais de sorcières, Gourmands, Chancre, loupe	++
Sporophores de champignons et myxomycètes	Champignons lignivores	++
Structures épiphytiques, épixyliques ou parasites	Mousses et lichens foliacés	++
	Lierre, lianes et gui	+++
	Nids de vertébrés et d'invertébrés	+
Exsudats	Coulées de sève active	+



Figure 6. 1-3: Grands capricornes (*Cerambyx cerdo*), 1: Duillier 4.06.2017, 2: Céligny 21.06.2020, 3: Signy-Avenex 8.07.2020. 4-6: Chênes centenaires morts sur pied ou au sol présentant des dizaines de galeries de Grand capricorne, 4: Duillier 14.07.2020, 5: Signy-Avenex 1.09.2018, 6: Céligny 17.08.2016. 6 et 7: chêne n° 1 à Céligny, tombé naturellement durant l'hiver et laissé sur place, avec gros plan sur les galeries et des individus de *C. cerdo* retrouvés morts noyés dans une gouille-ornière située au pied du même chêne et posés sur le tronc pour l'occasion. Photos: S. Breitenmoser.

Deux de ces espèces emblématiques ont un indice de spécificité Is maximal de « 7 » : *Lacon querceus* (Herbst, 1784) et *Ampedus cardinalis* (Schiödte, 1865), deux espèces d'Elateridae extrêmement rares et exigeantes. 20 espèces emblématiques se retrouvent dans la catégorie « 6 » ou dans la catégorie « 5 ». Enfin, 32 espèces appartiennent à la catégorie la plus basse, à savoir la catégorie « 4 ». Ces 74 espèces représentent 17,9 % des 414 espèces emblématiques de Suisse donnés par SANCHEZ *et al.* (2016). D'autre part, 12 espèces inventoriées figurent sur la liste des espèces reliques de forêts primaires d'Europe centrale selon ECKELT *et al.* (2018) : il s'agit d'*Ampedus brunnicornis* Germar, 1844, *A. cardinalis*, *Brachygonus ruficeps* (Mulsant & Guillebeau, 1855), *Cardiophorus gramineus* (Scopoli, 1763), *Cerambyx cerdo*, *L. querceus*, *Microrhagus pyrenaeus* Bonvouloir, 1872, *Prionychus melanarius* (Germar, 1813), *Pycnomerus terebrans* (A.G. Olivier, 1790), *Quedius truncicola* Fairmaire & Laboulbène, 1856, *Tenebrio opacus* Duftschmid, 1812 et *Teredus cylindricus* (A.G. Olivier, 1790). Cinq espèces figurent sur la Liste rouge, il s'agit de *C. cerdo* qui est au bord de l'extinction (CR), de *Meliboeus fulgidicollis* (P. H. Lucas, 1846), de *Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786), de *Plagionotus detritus* (Linnaeus, 1758) et de *Rhagium sycophanta* (Schrank, 1781) qui sont en danger (EN, figure 7). Ces espèces sont également considérées comme prioritaires au niveau national selon OFEV (2019). Six espèces sont considérées comme potentiellement menacées (NT) : *Agrilus graminis* Kiesenwetter, 1857, *A. obscuricollis* Kiesenwetter, 1857, *Leptura aurulenta* Fabricius, 1792, *Parmena balteus* (Linnaeus, 1767), *Xylotrechus antilope* (Schönherr, 1817) et *Oxythyrea funesta* (Poda von Neuhaus, 1761).

Pour chaque espèce recensée, la méthode active et/ou passive est mentionnée (annexe I). Les résultats présentés par la figure 8 montrent la complémentarité des méthodes d'échantillonnage des coléoptères saproxyliques, car les deux techniques dites actives et passives se complètent : 44 % des espèces ont été inventoriées uniquement par piégeage (principalement à l'aide du piège d'interception à vitre), 26 % uniquement par chasse active et enfin 30 % par les deux types.

Cette recherche a permis ainsi de recenser des espèces particulièrement rares et/ou exigeantes en terme de qualité du milieu en Suisse. 28 espèces remarquables sont présentées ci-dessous par

Tableau 4. Richesse, diversité spécifique, espèces menacées (Liste rouge), nombres d'espèces emblématiques de Suisse (EMB CH) et nombre d'espèces reliques de forêts primaires (PFR) des coléoptères saproxyliques dans les trois sites étudiés. Liste rouge : catégories CR, EN, VU selon l'UICN.

	Duillier	Signy-Avenex	Céligny	TROIS SITES
Coléoptères				
Richesse spécifique (ou diversité α)	232	256	165	406
Coléoptères saproxylique				
Richesse spécifique (ou diversité α)	132	161	117	239
Diversité spécifique par indice de Shannon (H')	3,92	4,37	3,98	4,50
Équitabilité	0,56	0,60	0,58	0,57
Emblématiques (EMB CH)	41	44	39	74
Reliques forêts primaires (PFR)	8	6	7	12
Liste rouge	3	4	5	5

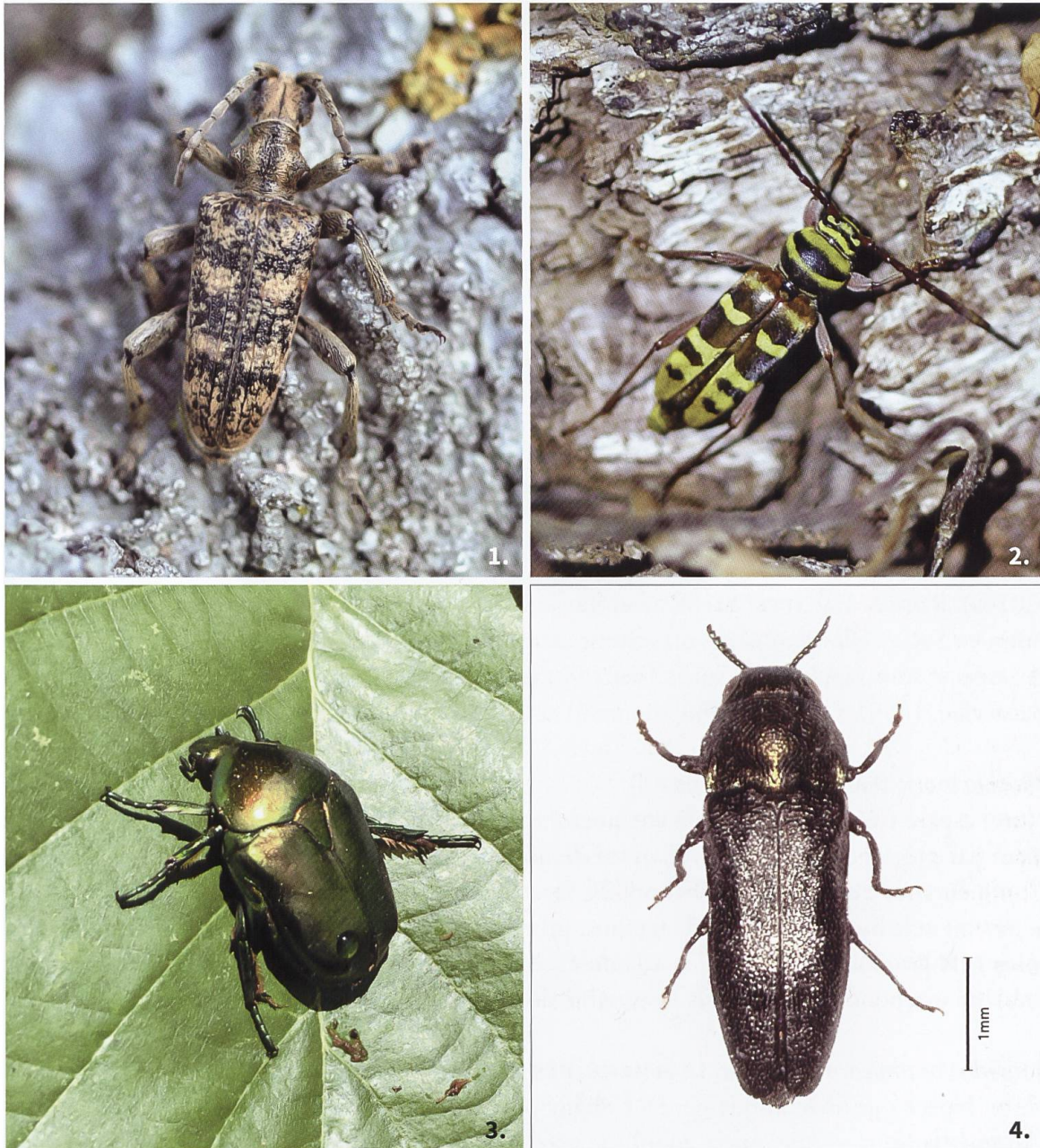


Figure 7. Espèces de coléoptères saproxyliques en danger (EN) selon la Liste rouge de Monnerat *et al.* (2016), inventoriées dans les sites étudiés. 1. *Rhagium sycophanta* Céligny 26.05.2017, 2. *Plagionotus detritus* Duillier 5.07.2017, 3. *Protaetia speciosissima* Duillier 22.08.2016, 4. *Meliboeus fulgidicollis* Signy-Avenex 19.06.2019. Photos: S. Breitenmoser.

ordre alphabétique. Il s'agit soit d'espèces emblématiques avec une valeur Is particulièrement élevée ($Is \geq 6$) et/ou reliques de forêts primaires, soit d'espèces également rares et/ou exigeantes mais dont les familles n'ont pas été traitées par SANCHEZ *et al.* (2016). Les données concernant leur biologie et leurs traits écologiques sont tirées principalement du catalogue écologique illustré des coléoptères saproxyliques de France (BOUGET *et al.* 2019), ainsi que d'éléments donnés par LESEIGNEUR (1972), ALLENSPACH (1973), DAJOZ (1977), LOHSE (1979), RABIL (1991), BRUSTEL (2004), BRUSTEL & VAN MEER (2008), MÖLLER (2009), CALMONT (2011, 2015), REIBNITZ *et al.* (2013), NOVAK (2014), BARBALAT *et al.* (2015), CHITTARO & SANCHEZ

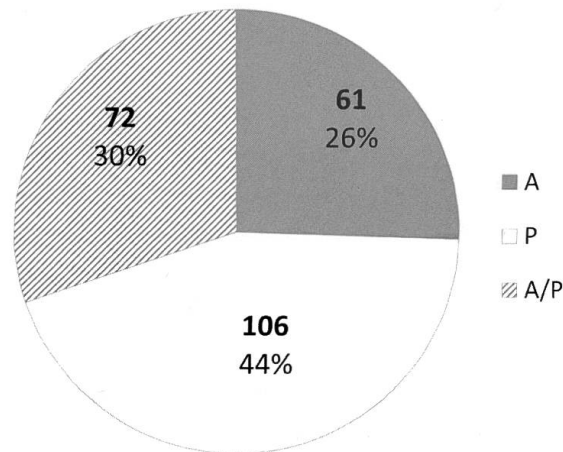


Figure 8. Résultats du nombre et pourcentage d'espèces de coléoptères saproxyliques inventoriés selon les méthodes d'échantillonnage dans les trois sites inventoriés à Duillier, Céligny et Signy-Avenex entre 2010 et 2021. A = méthode active, P = piégeage, A/P = les deux.

(2016a), ROSE & ZAGATTI (2016), SANCHEZ *et al.* (2018). Quant aux informations sur la répartition en Suisse, elles sont issues du serveur cartographie de INFO FAUNA - CSCF (2022). Toutes ces espèces sont représentées sur la figure 9, sauf *Globicornis fasciatus* (Fairmaire & Brisout de Barneville, 1859), *Cerambyx cerdo* (figure 6) et *Tenebrio opacus* Duftschmid, 1812 (figure 10).

***Allecula morio* (Fabricius, 1787) (Is = 6)**

Note: espèce trouvée par chasse à vue nocturne (lampe) à Duillier et à Signy-Avenex et également par piégeage (interception) dans ce dernier lieu.

Commentaire: c'est une espèce héliophile, saproxylophage, lignicole-cavicole, se trouvant dans le terreau et le bois décomposé de feuillus, principalement de chênes ou de hêtres cariés (carie rouge) de gros diamètres. Quant à l'adulte, il est crépusculaire, nocturne. C'est une espèce présente très ponctuellement sur l'ensemble du territoire suisse.

***Ampedus brunnicornis* Germar, 1844 (Is = 6, PFR = 1)**

Note: espèce capturée uniquement à Céligny par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce zoophage prédatrice de larves de Scarabaeidae ou saprophage, lignicole-cavicole, se trouvant dans le terreau de chênes ou de châtaigniers cariés (carie rouge) de gros diamètres. C'est une espèce présente très ponctuellement sur l'ensemble de la Suisse mais surtout en Valais, dans le bassin genevois et le long du pied du Jura.

***Ampedus cardinalis* (Schiödte, 1865) (Is = 7, PFR = 1)**

Note: espèce capturée à vue sous les écorces de troncs de chênes couchés à Duillier et à Céligny.

Commentaire: c'est une espèce xérophile, zoophage ou saprophage, lignicole-cavicole, présente dans les cavités basses ou hautes, principalement de chênes ou de châtaigniers cariés (caries rouges pulvérulentes) de gros diamètres. Quant à l'adulte, il se cache le jour sous les écorces ou dans les fissures des cavités des vieux chênes ou sous les blocs de caries tombés au sol. C'est une des espèces les plus rares de Suisse avec seulement quatre autres données situées à Genève et au Tessin.

***Aspidiphorus lareyiniei* Duval, 1859 (Is = 6)**

Note: un seul individu capturé à Signy-Avenex par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce hygrophile, xylomycétophage, lignicole-fongicole sur le genre *Fuligo* Haller, se trouvant principalement sur les chênes et les peupliers cariés. Espèce présente principalement dans la moitié sud du pays (Genève, Grisons, Tessin, Valais et Vaud).

***Brachygonus ruficeps* (Mulsant & Guillebeau, 1855) (Is = 6, PFR = 1)**

Note: espèce recensée dans les trois sites échantillonnés (Duillier, Céligny et Signy-Avenex) par chasse à vue nocturne (lampe) ou par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, zoophage, lignicole-cavicole, se trouvant dans les cavités basses ou hautes, principalement sur le chêne, châtaignier ou le hêtre carié (caries sèches ou pulvérulentes). Quant à l'adulte, il est crépusculaire. C'est une espèce des zones thermophiles, présente en Valais, au Tessin, dans le bassin genevois et le long du pied du Jura ainsi qu'à Bâle-Campagne.

***Cardiophorus gramineus* (Scopoli, 1763) (Is = 5, PFR = 2)**

Note: espèce trouvée uniquement à Duillier par chasse active, battage des gourmands de chênes.

Commentaire: c'est une espèce zoophage, lignicole-cavicole, se trouvant principalement sur le chêne et le hêtre, dans le bois mort carié (carie rouge sèche ou légèrement humide) de gros diamètre. Quant à l'adulte, il est diurne, se trouvant dans les cavités ou sur le feuillage. C'est une espèce qui est présente ponctuellement sur l'ensemble du territoire suisse.

***Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758 (Is = 6, PFR = 2)**

Note: adultes vivants trouvés par chasse à vue nocturne (lampe) sur les troncs des chênes, ou cadavres (élytres) trouvés au sol dans les trois sites étudiés (Duillier, Céligny, Signy-Avenex).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, xylophage, lignicole-cavicole, se trouvant sur vieux chênes ou châtaigniers sénescents et cariés, de gros diamètres, avec une prédilection pour les allées, les parcs, les bocages et les arbres isolés. Quant à l'adulte, il a une activité crépusculaire et nocturne et reste en général proche de son lieu d'émergence, mais peut se disperser jusqu'à 600 m. L'espèce se rencontre surtout en plaine et principalement dans les zones thermophiles du Tessin, du Valais, du bassin genevois et de manière diffuse sur le Plateau.

***Globicornis fasciata* (Fairmaire & Brisout de Barneville, 1859)**

Note: espèce capturée uniquement à Signy-Avenex par piégeage (à bière).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, saprophage, cavicole-lignicole, se trouvant dans le bois mort carié de feuillus de gros diamètre. Elle est également une espèce pholéophile arboricole. Bien que non retenue pour la Suisse dans la Liste commentée des Bostrichoidea et Derodontoidea de CHITTARO & SANCHEZ (2019), cette espèce rare est mentionnée depuis avec trois données dans les cantons du Tessin et de Vaud.

***Lacon querceus* (Herbst, 1784) (Is = 7, PFR = 1)**

Note: un seul individu capturé à Duillier par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce saprophage et zoophage qui est prédatrice de coléoptères saproxyliques, parmi lesquels *Mycetophagus piceus* (Fabricius, 1792), celui-ci étant associé au

champignon lignicole *Laetiporus sulphureus* (Bull. ex Fr.) Murrill, principal acteur de la carie rouge du chêne. Elle serait encore associée aux fourmis du genre *Lasius* Fabricius, 1804. Espèce lignicole-cavicole, se trouvant dans les cavités, troncs ou branches hautes, principalement sur les chênes, châtaigniers ou hêtres cariés (carie rouge assez sèche) de gros diamètres. Quant à l'adulte, il est nocturne et le jour il se cache sous les écorces ou dans des anfractuosités des vieux chênes. Il s'agit d'une des espèces les plus rares de Suisse avec seulement quatre autres données (à Bubendorf (BL) et à Genève).

***Laemophloeus kraussi* Ganglbauer, 1897 (Is = 6)**

Note : un seul individu trouvé sous l'écorce d'un chêne à Duillier.

Commentaire : c'est une espèce héliophile, zoophage, saprophage, lignicole, se trouvant sur feuillus (principalement le chêne ou le hêtre), dans le bois de faible diamètre, notamment les branches cariées. Espèce présente très ponctuellement sur l'ensemble du territoire suisse.

***Microrhagus pyrenaeus* Bonvouloir, 1872 (Is = 6, PFR = 2)**

Note : un seul individu capturé à Signy-Avenex par piégeage (interception).

Commentaire : c'est une espèce héliophile et hygrophile, saproxylophage, lignicole, se trouvant sur vieux feuillus, principalement sur les chênes cariés (carie blanche et molle). Une des espèces les plus rares de Suisse (et d'Europe centrale), avec une seule autre mention en Suisse à Vandoeuvres (GE) en 1990 par C. Besuchet.

***Mycetophagus multipunctatus* Hellwig, 1792 (Is = 6)**

Note : espèce trouvée uniquement par chasse à vue sur champignon lignicole à Duillier.

Commentaire : c'est une espèce héliophile, hygrophile, xylomycétophage, fongicole sur champignons lignicoles des genres *Climacocystis* Kotl. & Pouzar, *Fomes* (Fr.) Fr., *Inonotus* P. Karst., *Laetiporus* Murrill, *Pholiota* (Fr.) P. Kumm., *Piptoporus* P. Karst, *Polyporus* Adans., se trouvant principalement sur les chênes, hêtres et peupliers cariés de gros diamètres. Cette espèce est signalée isolément dans tout le pays, mais principalement dans les régions thermophiles (bassin genevois, Grisons, Tessin, Valais et région bâloise).

***Mycetophagus piceus* (Fabricius, 1792) (Is = 6)**

Note : espèce rencontrée dans les trois sites, observée par chasse à vue sur champignon lignicole ou lors de chasse nocturne (lampe) ou encore capturée par piégeage (principalement interception, mais également à bière).

Commentaire : c'est une espèce héliophile, hygrophile, xylomycétophage, cavicole (terreau) ou fongicole sur champignons lignicoles des genres *Bjerkandera* P. Karst., *Daedaleopsis* (Bolton) J. Schröt., *Fistulina* Bull., *Fomes*, *Ganoderma* P. Karst., *Inonotus*, *Laetiporus*, *Piptoporus*, *Polyporus*, se trouvant sur les chênes parfois d'autres feuillus cariés (carie rouge) de gros diamètres. Cette espèce est signalée isolément dans tout le pays, principalement en plaine et dans les zones thermophiles.

***Ochina latreillii* (Bonelli, 1812)**

Note : espèce trouvée uniquement à Signy-Avenex par chasse active (battage) de branches de chêne.

Commentaire: c'est une espèce xérophile, saproxylophage, lignicole, se trouvant sur le chêne ou parfois le châtaignier, dans les branches de petits diamètres. L'espèce est rare, très localisée dans le bassin genevois, aux Grisons, au Tessin et en Valais.

***Orthocis coluber* Abeille de Perrin, 1874**

Note: espèce capturée uniquement à Céligny par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce xylomycétophage, fongicole sur champignons lignicoles des genres *Cerocorticium* Henn., *Daedalea* Pers., *Exidia* Fr., *Peniophora* Mordecai Cubitt Cooke, se trouvant sur les chênes ou parfois sur d'autres feuillus (saules, aulnes, châtaigniers), notamment sur les branches mortes. Espèce très rare en Suisse, trouvée uniquement à Bellerive en 1991 et à Avully en 1993 dans le canton de Genève par C. Besuchet.

***Oxylaemus cylindricus* (Creutzer, 1796) (Is = 6)**

Note: espèce trouvée à Duillier, par chasse nocturne ou par piégeage (bière).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, zoophage, prédatrice notamment de Curculionidae Scolytinae (*Xyleborus monographus* (Fabricius, 1792)). *O. cylindricus* est fongicole-lignicole dans le bois déperissant (encore vivant) ou fraîchement mort de chêne de gros diamètre. L'espèce est présente surtout dans le bassin lémanique, le Tessin, le Valais et la partie nord de Zurich.

***Notolaemus castaneus* (Erichson, 1845) (Is = 6)**

Note: un seul individu capturé à Signy-Avenex par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce zoophage, saprophage, lignicole, se trouvant principalement sur feuillus dont le chêne, le châtaignier et le hêtre, dans le bois déperissant (encore vivant) ou fraîchement mort. L'espèce est présente uniquement dans le bassin genevois et le sud du Tessin.

***Pentaphyllus testaceus* (Hellwig, 1792) (Is = 6)**

Note: espèce capturée uniquement à Signy-Avenex par piégeage (principalement interception, mais également à bière).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, xérophile, saproxylophage, cavicole-fongicole, sur les champignons lignicoles des genres *Laetiporus*, *Polyporus* se trouvant surtout sur les chênes cariés de gros diamètres. Quant à l'adulte, il est crépusculaire, nocturne. L'espèce est présente principalement dans le bassin genevois, dans la région bâloise et zuricho-schaffhouseoise, ainsi qu'en Valais.

***Platydema violacea* (Fabricius, 1790) (Is = 6)**

Note: espèce capturée uniquement à Céligny par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce sciaphile, hygrophile, saproxylophage et xylomycétophage, fongicole, principalement sur les champignons lignicoles du genre *Auricularia* Bull. ex Juss. se trouvant sur feuillus parmi lesquels les chênes cariés de gros diamètres. L'espèce est présente ponctuellement sur tout le Plateau suisse, dans la région bâloise, aux Grisons, au Tessin et en Valais.

***Prionychus melanarius* (Germar, 1813) (Is = 4, PFR = 2)**

Note: espèce trouvée dans les trois sites échantillonnés (Duillier, Céligny et Signy-Avenex) autant par chasse à vue nocturne (à la lampe) que par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, saproxylophage, lignicole-cavicole, se trouvant sur feuillus ou résineux, principalement le charme, le chêne, le hêtre et le saule, dans le terreau ou le bois mort carié (carie rouge) de gros diamètre. L'espèce se rencontre sur l'ensemble du territoire suisse mais principalement dans les zones thermophiles.

***Procræus tibialis* (Lacordaire, 1835) (Is = 6)**

Note: espèce trouvée dans les trois sites échantillonnés (Duillier, Céligny et Signy-Avenex) par chasse active (battage) ou par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, zoophage, notamment de diverses espèces de Cerambycidae, Curculionidae du genre *Rhyncolus* Germar, 1817 et de Ptinidae (Anobiinae), lignicole-cavicole, se trouvant principalement sur les chênes et les hêtres cariés (carie blanche) de gros diamètres. Quant à l'adulte, il peut se rencontrer l'après-midi sur les troncs, dans les cavités ou dans le feuillage. L'espèce est présente très ponctuellement sur l'ensemble du territoire suisse.

***Pycnomerus terebrans* (A. G. Olivier, 1790) (Is = 6, PFR = 2)**

Note: espèce trouvée à Signy-Avenex par chasse à vue sous les écorces ou par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, zoophage, xylomycétophage, lignicole-cavicole, se trouvant principalement sur les chênes cariés de gros diamètres. Espèce localisée dans les parties thermophiles du pays (bassin genevois, région bâloise, Tessin, Valais).

***Quedius truncicola* Fairmaire & Laboulbène, 1856 (PFR = 2)**

Note: espèce trouvée à Céligny par chasse à vue sous écorce.

Commentaire: c'est une espèce héliophile, hygrophile et pholéophile, zoophage, lignicole-cavicole (éventuellement fongicole ou succicole), se trouvant principalement sur les chênes et les hêtres cariés de gros diamètres. Espèce présente en Suisse mais sans précision sur sa distribution (LUKA *et al.* 2009a).

***Synchita undata* (Guérin-Ménéville, 1844) (Is = 6)**

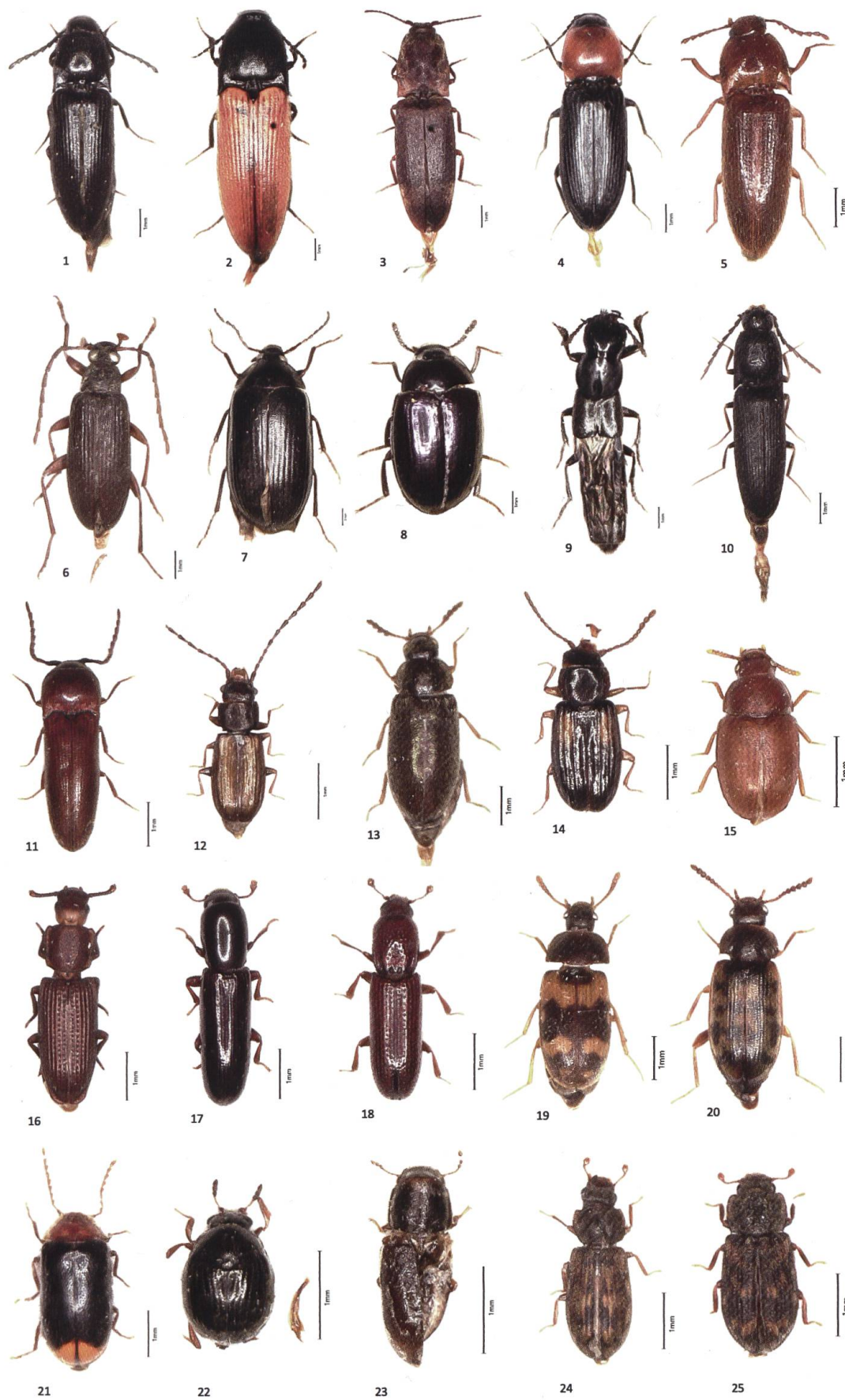
Note: espèce capturée à Duillier et à Signy-Avenex uniquement par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, xylomycétophage, fongicole sur champignons lignicoles du genre *Fomes*, se trouvant sur les feuillus cariés, principalement le charme, le chêne, le hêtre et l'orme. L'espèce est présente localement et uniquement dans l'ouest du pays.

***Synchita variegata* Hellwig, 1792 (Is = 6)**

Note: espèce capturée seulement à Duillier par piégeage (interception).

Figure 9. (Ci-contre). Espèces remarquables provenant des allées de chênes de Duillier, Céligny et Signy-Avenex, inventoriées entre 2010 et 2021 (échelle = 1 mm). **1.** *Ampedus brunnicornis*, **2.** *A. cardinalis*, **3.** *Lacon querceus*, **4.** *Cardiophorus gramineus*, **5.** *Brachygonus ruficeps*, **6.** *Allecula morio*, **7.** *Prionychus melanarius*, **8.** *Platydemia violacea*, **9.** *Quedius truncicola*, **10.** *Procræus tibialis*, **11.** *Microrhagus pyrenaeus*, **12.** *Notolaemus castaneus*, **13.** *Tetratoma desmarestii*, **14.** *Laemophloeus kraussi*, **15.** *Pentaphyllus testaceus*, **16.** *Pycnomerus terebrans*, **17.** *Teredus cylindricus*, **18.** *Oxylaemus cylindricus*, **19.** *Mycetophagus piceus*, **20.** *M. multipunctatus*, **21.** *Ochina latreillii*, **22.** *Aspidiphorus lareyini*, **23.** *Orthocis coluber*, **24.** *Synchita undata*, **25.** *S. variegata*. Photos réalisées à l'aide de l'appareillage Keyence, S. Breitenmoser.



Commentaire: c'est une espèce héliophile, xérophile, xylomycétophage, fongicole sur champignons lignicoles des genres *Fomitopsis* P. Karst., *Hypoxylon* Bull., *Trametes* Fr., se trouvant principalement sur les charmes, chênes et hêtres cariés de gros diamètres. L'espèce est présente isolément sur l'ensemble du territoire suisse.

***Tenebrio opacus* Duftschmid, 1812 (Is = 6, PFR = 1)**

Note: espèce trouvée à Duillier par chasse à vue nocturne (à la lampe). Les individus ont été trouvés toujours sur le même chêne (n° 14).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, xérophile, saproxylophage, lignicole-cavicole, dont le cycle passe obligatoirement par de grosses cavités sèches d'arbres feuillus surmatures, surtout de chênes et de hêtres cariés de gros diamètre. L'adulte est nocturne. Espèce très rare qui n'est connue que de quelques données dans des localités présentant de très vieux arbres à cavités, à Bâle-Campagne, Genève, Tessin et Valais (CHITTARO & SANCHEZ 2016b).

***Teredus cylindricus* (A. G. Olivier, 1790) (Is = 6, PFR = 2)**

Note: espèce trouvée dans les trois sites échantillonnés (Duillier, Céligny et Signy-Avenex) principalement par chasse à vue sous les écorces ou par piégeage (interception).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, zoophage chassant dans les galeries de Curculionidae (Scolytinae), de Ptinidae (Anobiinae) ainsi que d'autres insectes xylophages comme *Phymatodes testaceus* (Linnaeus, 1758). L'espèce est lignicole (sous corticale) se trouvant sur les chênes et châtaigniers de gros diamètres. L'espèce est présente au sud des Alpes (Grisons et Tessin), dans le bassin lémanique et la région bâloise.

***Tetratoma desmarestii* Latreille, 1807 (Is = 6 par extrapolation)**

Note: espèce capturée à Signy-Avenex par piégeage (interception) en fin de saison (30.9. – 14.11.).

Commentaire: c'est une espèce héliophile, xylomycétophage, fongicole sur champignons lignicoles des genres *Coniophora* DC., *Peniophora*, *Stereum* Hill ex Pers., se trouvant sur les chênes ou les saules cariés. L'espèce est rare et fut découverte pour la première fois en Suisse en automne 2019 à l'aide d'un piège d'interception placé à proximité de chênes et de hêtres morts sur pieds dans la région de Fully en Valais (CHITTARO & SANCHEZ 2020).

Par site

Les résultats de la richesse spécifique en coléoptères saproxyliques (tableau 4) sont par ordre décroissant: Signy-Avenex (161) > Duillier (132) > Céligny (117). Quant aux résultats de la diversité spécifique selon l'indice de Shannon (H'), ils sont dans un ordre décroissant différents: Signy-Avenex (4,37) > Céligny (3,98) > Duillier (3,92). L'équitabilité est relativement similaire entre les différents sites: Signy-Avenex (0,60) > Céligny (0,58) > Duillier (0,56).

Le nombre d'espèces emblématiques (allant de 39 à 44) ou reliques de forêts primaires (6 à 8) est relativement proche entre les trois sites, comme le montre la figure 11. L'interaction des espèces emblématiques inventoriées entre les trois sites est donnée par la figure 12. Le nombre d'espèces rencontrées dans un seul site se situe entre 12 et 15, celui rencontré dans deux sites est relativement proche (19-25). Enfin, 17 espèces ont été recensées dans les trois sites, permettant de dresser une liste d'espèces emblématiques caractéristiques des allées de chênes de l'ouest valdo-genevois (figure 12).



Figure 10. *Tenebrio opacus*, espèce emblématique et relique de forêts primaires, trouvée sur un seul chêne centenaire (n° 14) mort sur pied à Duillier porteur de dizaines de galeries de *Cerambyx cerdo*. Deux individus observés de nuit à la lampe le 27.06.2019. Photo : S. Breitenmoser.

Préférences écologiques

Guildes trophiques larvaires

Le cortège d'espèces de coléoptères saproxyliques des trois sites est dominé par la guildes trophique des saproxylophages (24,7 %), suivies par les zoophages (prédateurs) (19,7 %), les xylophages (16,3 %), les xylomycétophages (14,2 %) et les saprophages (5,0 %). Il y a également 9,2 % d'espèces zoo-saprophages.

Microhabitat

Les résultats par microhabitat sont donnés par la figure 13. Les espèces lignicoles dominant largement, suivies par les espèces lignico-cavicoles et lignico-fongicoles.

Autres paramètres écologiques

Les résultats des différents paramètres écologiques (selon BOUGET *et al.* 2019) du cortège d'espèces de coléoptères saproxyliques des trois sites sont présentés dans l'annexe II. Par rapport à la taille préférentielle du bois mort, un peu plus d'un tiers des espèces ont un besoin en bois de gros diamètre (> 40 cm). Concernant la saproxylation préférentielle du bois mort, un peu plus de la moitié des espèces se développent dans le bois carié à un stade de décomposition avancé. Les résultats sur les préférences abiotiques sont très clairs concernant le besoin en ensoleillement, car plus de deux tiers des espèces sont héliophiles. Concernant les besoins en humidité ou sécheresse, les résultats sont comparables. Quant aux résultats liés aux interactions

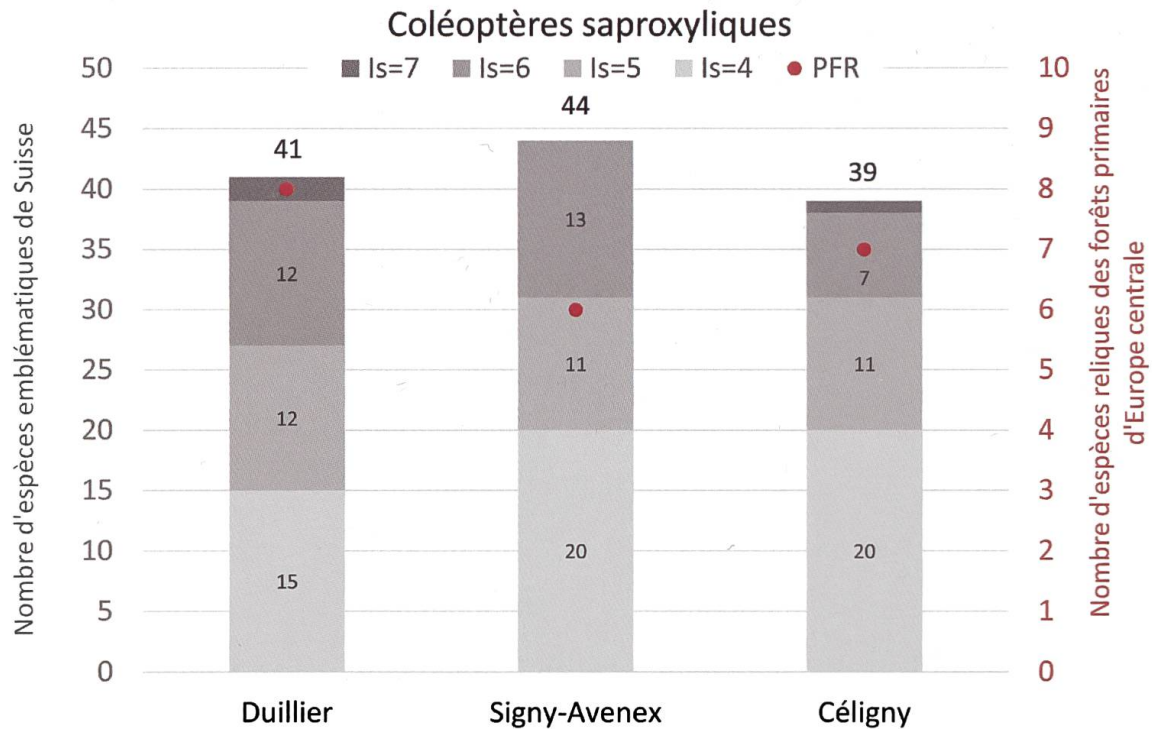


Figure 11. Répartition par site du nombre d'espèces de coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse, avec différenciation des Indices Is, selon *SANCHEZ et al.* (2016) et reliques de forêts primaires d'Europe centrale (PFR) selon *ECKELT et al.* (2018).

biotiques, ils ne montrent que peu de lien avec les nids ou les fourmis. Sans surprise, le chêne est l'hôte préférentiel pour un peu plus de deux tiers des espèces ou encore secondaire pour un peu moins d'un cinquième des espèces. Enfin, pour les espèces xylomycétophages et/ou fongicoles, les genres principaux préférentiels sont *Fomes*, *Trametes*, *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm., *Polyporus* et *Laetiporus* ($\geq 4\%$).

DISCUSSION

Chênes et Grand capricorne

À Duillier, le Grand capricorne était connu dans le carré 5 x 5 km (INFO FAUNA – CSCF 2022) mais sans localisation précise avant la redécouverte en 2010 et le Plan d'action (*MAIBACH et al.* 2014) qui s'en suivit. À Signy-Avenex, le Grand capricorne a été découvert en 2016 lors de la phase suivant le Plan d'action de Duillier (*MAIBACH et al.* 2018). Sur cette commune, un autre chêne isolé situé hors de la zone d'étude, au lieu-dit « Grands Champs, Le Glassey », est également colonisé par le Grand capricorne et fut découvert en 2021. À Céligny, la présence de cette espèce était déjà connue - et particulièrement à « Courtenaud » - qui constitue une zone prioritaire, avec des mesures de protection selon le Plan d'action cantonal en faveur du Grand capricorne (*BLANC & ROCHET* 2014). Toujours sur cette commune, mais hors de la zone d'étude, deux autres chênes situés au lieu-dit « Belle Ferme » présentent également des galeries du Grand capricorne. Dans tous ces sites, les habitats comprenant le Grand capricorne sont connus par les cantons respectifs et protégés (OPN et Plans d'action). Par rapport à la

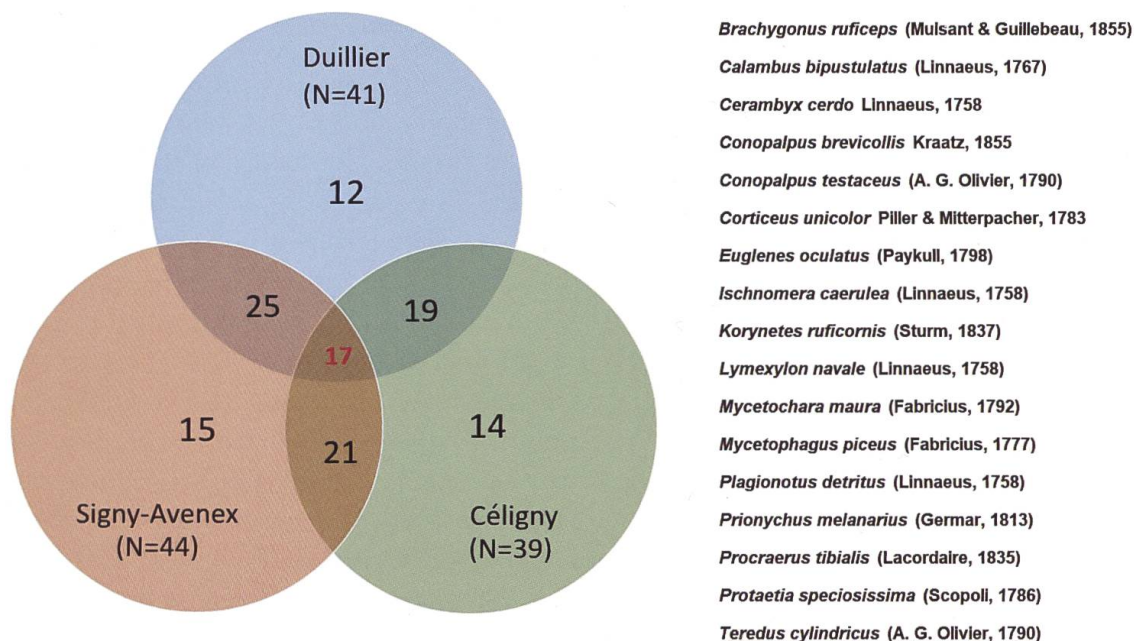


Figure 12. Diagramme de Venn montrant l'interaction du nombre d'espèces de coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse par site et à droite, la liste des 17 espèces communes aux trois sites et considérées comme caractéristiques de cet habitat (par ordre alphabétique). (N = ...) indique le nombre total d'espèces emblématiques rencontrées dans un site sur un total de 74 espèces sur l'ensemble des trois sites.

relation entre les chênes des trois sites et la présence de galeries du Grand capricorne, les résultats montrent que leur présence est associée à un diamètre élevé des chênes, supérieur ou égal à 60 cm. Ce résultat était déjà donné par MAIBACH *et al.* (2014), qui mentionnaient encore que leur présence était aussi corrélée à la sénescence des arbres. Ces deux relations sont également rapportées par PLATEK *et al.* (2019) qui précise encore qu'elles peuvent différer selon les conditions climatiques et édaphiques locales.

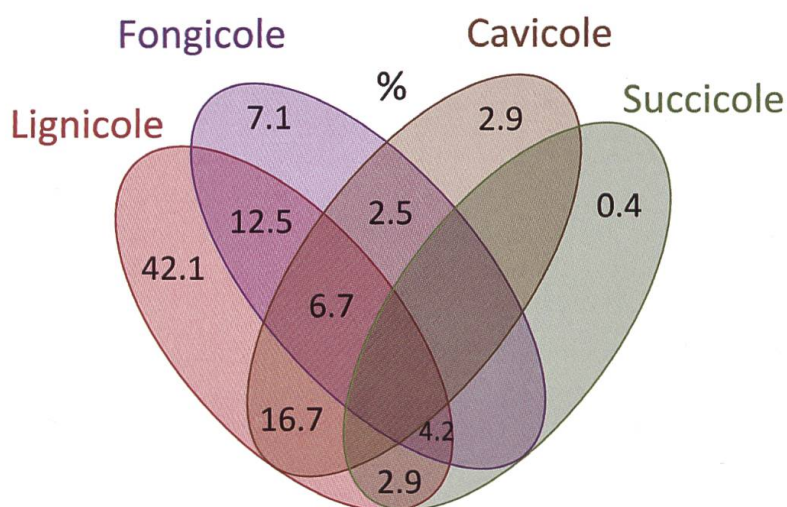


Figure 13. Diagramme de Venn représentant le pourcentage d'espèces de coléoptères saproxyliques recensés dans les trois sites par type de microhabitat préférentiel, selon BOUGET *et al.* (2019).

Richesse, diversité spécifique et espèces remarquables

La richesse spécifique en coléoptères saproxyliques dans son ensemble, comme pour chaque site pris individuellement, est élevée. Ceci grâce notamment aux divers microhabitats liés à l'âge et l'état de sénescence des différentes parties ou de l'arbre en lui-même. D'ailleurs, comme le mentionne BLANDIN (1989), « la richesse spécifique ne peut guère exprimer autre chose que le degré d'hétérogénéité d'un écosystème ». L'indice de Shannon (4,5) est élevé, ce qui démontre une grande diversité avec une équitabilité (0,57) qui est supérieure à la moyenne, mais indiquant une certaine perturbation ou évolution du milieu et des cortèges de coléoptères saproxyliques associés, comme l'explique CALMONT (2011). Les trois sites étudiés comportent au total 17,9 % des espèces de coléoptères emblématiques de Suisse (SANCHEZ *et al.* 2016), ce qui représente un taux élevé pour une surface minime. BRUSTEL (2004) mentionne qu'aucune relation logique ne peut être visualisée entre la taille des sites et le nombre de bioindicateurs ou entre la taille des sites et la biodiversité. Il s'agit surtout de la qualité de l'habitat-type, représenté ici par les allées de chênes, qui est le plus important pour la distribution des espèces. C'est ce que relatent BERGLUND & JONSSON (1999) notamment concernant les champignons lignicoles. La présence de 74 espèces emblématiques et/ou de 12 espèces reliques de forêts primaires se révèle être remarquable et, même pris individuellement (Duillier 41, Signy-Avenex 44, Céligny 39, figure 11), ces trois sites se retrouvent donc parmi les sites inventoriés les plus riches de Suisse. En comparant nos résultats avec d'autres inventaires du même type menés dans des milieux relativement similaires (WALTER 2003, GRAF 2012, CHITTARO & SANCHEZ 2016a, SANCHEZ *et al.* 2016, BRAULIN *et al.* 2018, JUILLERAT *et al.* 2019, VALLAT & JUILLERAT 2021), les espèces de coléoptères saproxyliques emblématiques sont au nombre de 30 dans les chênes du pâturage boisé de Tamins (GR), de 54 dans les chênes isolés de Wildenstein (Bubendorf BL) et 95 dans les milieux boisés et chênes des pâturages boisés du Parc naturel régional du Chasseral (Orvin BE). Concernant les espèces reliques de forêts primaires (Duillier 8, Signy-Avenex 6, Céligny 7, figure 11), CHITTARO & SANCHEZ (2016a) avaient relevé à titre comparatif, qu'elles étaient au nombre de 6 dans les chênes isolés de Wildenstein (BL), Vandœuvres (GE), Cologny (GE), Frontenex (GE), 6 dans les chênes du pâturage boisé de Tamins (GR) et 11 dans les chênes isolés de Bel-Air (GE). Ainsi, avec ce nombre d'espèces reliques, ces trois sites figurent parmi les sites les plus riches de Suisse ayant été inventoriés. Concernant les espèces de coléoptères saproxyliques menacées, l'importance des allées de chênes pour leur préservation se recoupe avec les résultats de SEIBOLD *et al.* (2015), MONNERAT *et al.* (2016), ECKELT *et al.* (2018) et SANCHEZ *et al.* (2018), c'est-à-dire que la plupart des espèces de coléoptères saproxyliques menacées partagent les traits écologiques des espèces de plaine, liées aux feuillus, dépendantes de bois mort de gros diamètre et/ou dépendantes de forêts naturellement claires.

Échantillonnage, site et liste indicatrice

Les résultats de la diversité spécifique des différents sites se situent entre 3,92 et 4,37, dans une fourchette relativement similaire. Même si la comparaison est très relative étant donné la différence d'habitat et de zone géographique, CALMONT (2011) obtenait des valeurs proches, comprises entre 3,93 et 4,14, dans son étude des coléoptères saproxyliques des châtaigneraies ardéchoises. Quant à la richesse en coléoptères saproxyliques comprenant 39 à 44 espèces emblématiques et 6 à 8 espèces reliques selon les sites (figure 11), elle montre une certaine similarité et stabilité malgré la grande différence dans l'effort d'échantillonnage. Les courbes

d'accumulation montrent une forte augmentation des espèces emblématiques durant une période couvrant trois années consécutives pour les trois sites étudiés (figure 14). À noter que pour Duillier les années 2010 à 2012 étaient consacrées à la recherche du Grand capricorne. Quant à Céligny en 2020, elle n'a fait l'objet que d'une prospection nocturne. L'effort d'échantillonnage par piégeage (passif) fut quant à lui relativement similaire (un piège d'interception et deux pièges à bière par site et par an) sur ces trois années consécutives (figure 14). C'est également une des approches de piégeage proposée par NAGELEISEN & BOUGET (2009). Ces résultats corroborent ceux de MARTIKAINEN & KAILA (2004) qui ont montré que plus de 75 % des espèces indigènes capturées sur un ensemble de 10 années de piégeage étaient déjà détectées au bout de 3 ans. Les résultats obtenus par type de méthode « active » (chasse à vue diurne, nocturne, sous écorce, filet fauchoir, battage) et/ou « passive » (piège à bière avec la nécessité du piège d'interception) sont clairement complémentaires comme le montre la figure 8. D'ailleurs, BRUSTEL (2004), NAGELEISEN & BOUGET (2009), BARBALAT *et al.* (2015) ainsi que CHITTARO & SANCHEZ (2016a), mentionnent que la complémentarité des techniques utilisées, combinée à une évaluation pluriannuelle, sont des paramètres importants pour la réussite des inventaires. Quant à la période d'échantillonnage de mars à octobre, elle a permis de couvrir la majeure partie de la période d'activité des Coléoptères saproxyliques, comme le mentionnent d'ailleurs WERMELINGER *et al.* (2002), BRUSTEL (2004) et NAGELEISEN & BOUGET (2009). Ainsi, en fonction de nos résultats et de la littérature, il est possible de recommander trois années d'inventaire, entre mars et octobre, en utilisant deux méthodes complémentaires « actives » et « passives » pour assurer un inventaire représentatif et efficient. À noter toutefois qu'une période de piégeage en dehors de la période classique de recherche, a permis de capturer quasiment toutes les espèces du genre *Ptinus* (entre octobre 2019 et mars 2020) et *Tetratoma desmarestii* (entre le 30 septembre et le 14 novembre 2020) dans le piège d'interception à Signy-Avenex. Ce fut également le cas en Valais où CHITTARO & SANCHEZ (2020) ont capturé *T. desmarestii* avec le même type de piège pour la première fois en Suisse en automne (27 septembre - 22 novembre) 2019. SANCHEZ & CHITTARO (2022) mentionnent d'ailleurs que ces recherches décalées dans l'année pourraient permettre de découvrir encore de nouvelles espèces de coléoptères saproxyliques à mœurs tardifs ou précoces pour la Suisse. Concernant les 17 espèces emblématiques trouvées simultanément dans les trois sites, elles pourraient servir d'espèces emblématiques caractéristiques pour ce type d'habitat : « allées de chênes en zone agricole ou périurbaine ». Sur ces 17 espèces, sept figurent également sur la liste d'indicateurs établie par JANSSON *et al.* (2009) concernant des sites de haute valeur de conservation pour les coléoptères saproxyliques liés au chêne en Suède.

Préférences écologiques et valeur de l'habitat

Les résultats obtenus, en lien avec les préférences écologiques du cortège des coléoptères saproxyliques recensés, ne sont pas étonnants étant donné qu'ils reflètent clairement le contexte de l'habitat échantillonné : des chênes présentant une situation avec un bon ensoleillement, tout particulièrement avec du bois carié à un stade de décomposition avancé et en partie de gros diamètre (> 40 cm). SANCHEZ *et al.* (2018) avaient montré que ce sont dans les milieux boisés de feuillus de basse altitude comprenant un bon ensoleillement, et plus particulièrement dans le chêne, que le nombre d'espèces de coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse est le plus important. BOUGET (2017) rapporte encore que le chêne comprend la plus grande

richesse spécifique en coléoptères saproxyliques, mais également pour chaque guildes trophique larvaire (saproxylophage, zoophage, xylophage et xylomycétophage). Ce haut potentiel mentionné dans la littérature s'est donc confirmé avec les résultats obtenus. Cependant, les chênes ne représentent que 2 % de l'ensemble du volume sur pied de la forêt suisse (BRÄNDLI 2005) et les forêts thermophiles de basse et moyenne altitude, comme les chênaies, sont très minoritaires en Suisse comme le mentionnent CAMIN *et al.* (2015) et SANCHEZ *et al.* (2018). Par rapport à la structure d'âge dans les massifs forestiers, il est mentionné dans le rapport forestier national que presque aucun arbre (toute essence confondue) n'atteint son espérance de vie naturelle: seuls 11 % des peuplements dépassent 120 ans, à peine 0,5 % sont âgés de plus de 180 ans et sur l'ensemble du territoire à peine 0,4 % des forêts sont âgées de plus de 250 ans (BRÄNDLI & CIOLDI 2015, BRÄNDLI *et al.* 2015). Quant aux feuillus de gros diamètre (> 40 cm ou > 60 cm), ils ne représentent respectivement qu'environ 20 % et moins de 5 % des peuplements, selon BRÄNDLI & CIOLDI (2015)). BRUSTEL (2004) mentionne encore que les vieux et les gros volumes de bois font souvent défaut en forêts anthropisées. C'est pourquoi, ces allées de chênes séculaires, de gros diamètres et bien exposés jouent un rôle capital pour la conservation des organismes saproxyliques et sont à considérer comme des éléments paysagers apportant une sérieuse plus-value pour la biodiversité, notamment pour les coléoptères saproxyliques. Leur intérêt se situe à deux niveaux: i) comme biotopes-relais aux milieux forestiers (types chênaies ou hêtraies avec chênes) et en complément de structures de promotion de la biodiversité dans les forêts telles que les réserves forestières, îlots de sénescences et arbres-habitats (LACHAT & BÜTLER 2008, IMESCH *et al.* 2015, LACHAT *et al.* 2019). D'ailleurs HAHN *et al.* (2005) mentionnent l'importance de ces allées comme relais

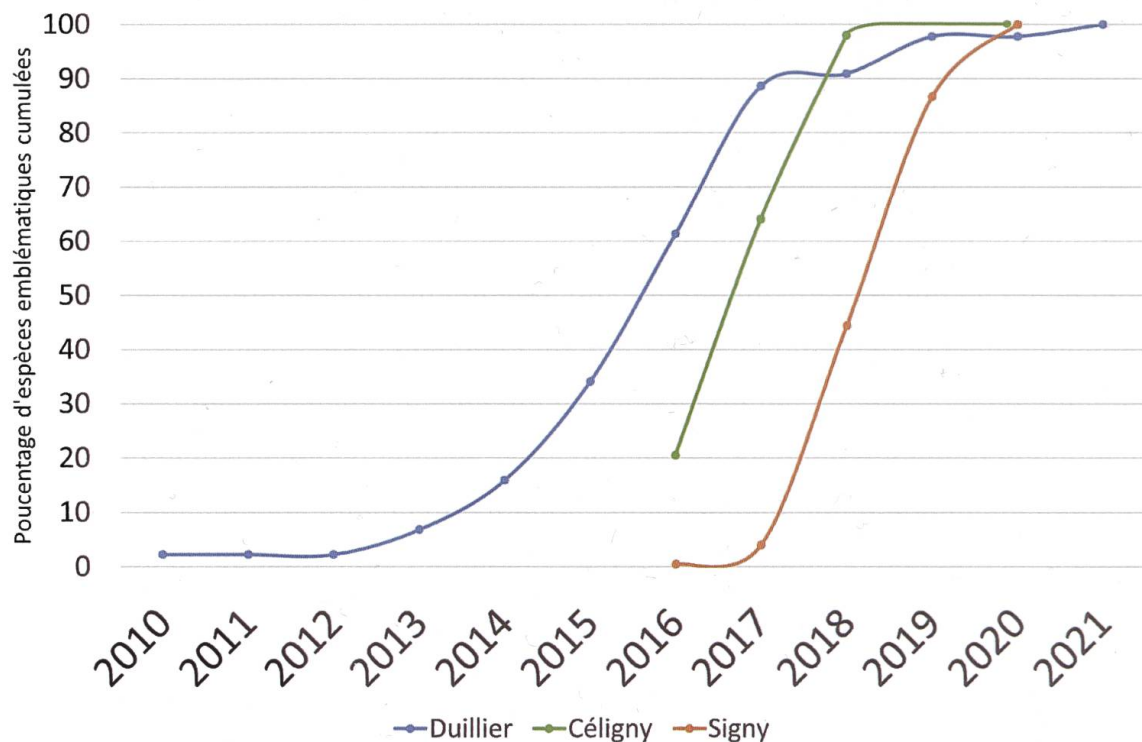


Figure 14. Courbe d'accumulation, en %, des espèces de coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse (selon SANCHEZ *et al.* 2016) à Duillier, Signy-Avenex et Céligny.

pour les chênaies qui sont des associations rares et souvent isolées; et ii) comme habitat-type précieux en zone agricole ou périurbaine, unique en termes de situation, de structures et de conditions biotiques ou abiotiques. D'ailleurs, l'importance de ces arbres isolés ou en allées pour la sauvegarde des coléoptères saproxyliques, y compris menacés, est également relevée par MONNERAT *et al.* (2016) et DODELIN & CALMONT (2021) dans leurs listes rouges respectives. Comme le mentionne BRUSTEL (2004), ils représentent à eux seuls tous les déterminants de la biodiversité saproxylique, c'est-à-dire la continuité, la quantité et la diversité d'habitats durant leur longue vie, puis leur sénescence. Sur les trois sites, presque l'ensemble des dendro-microhabitats étaient présents et, comme le mentionne LARRIEU (2014), plus un arbre est gros, plus il porte fréquemment des dendro-microhabitats. Le terme de « mégapole arboricole » utilisé par SPEIGHT (1989), BALL & KEY (1997) ou BRUSTEL (2004) est tout à fait indiqué dans notre situation. Ainsi, ces résultats démontrent l'intérêt faunistique exceptionnel de ces arbres qui doivent absolument être préservés. Étant donné la dynamique des chênes, de nouvelles plantations devraient être remises régulièrement à l'ordre du jour dans les projets de planifications agricoles ou urbanistiques afin de pouvoir maintenir les cortèges de coléoptères saproxyliques en zone agricole dans le temps. C'est notamment le cas dans la région étudiée, où des centaines de chênes ont été plantés ces dix dernières années via les Réseaux écologiques de Nyon Région, La Frontière ainsi que de Céligny (BISCHOFBERGER & VIOLLIER 2012, BFF-SPB 2018, AGRICULTURE DURABLE GENÈVE 2020, VIOLLIER 2020, RÉGION DE NYON 2021) ou par la propre initiative des propriétaires. Quant à la mise en réseau des milieux naturels forestiers, il s'agit d'un des objectifs nationaux en matière de biodiversité en forêt (IMESCH *et al.* 2015). Elle est également un objectif de la Stratégie Biodiversité Suisse, par le développement d'une infrastructure écologique composée d'aires forestières protégées en réseau, par la création de réserves forestières, d'îlots de sénescences et d'arbres-habitats (LACHAT & BÜTLER 2008, OFEV 2012, LACHAT *et al.* 2019), y compris dans le canton de Vaud où l'objectif est la mise en réserve de 10 % de la surface forestière à l'horizon 2030 (DGE-FORET 2019).

Recommandations et mesures de conservation

Dans tous les cas, la présence du Grand capricorne dans les allées de chênes de Duillier, Céligny et Signy-Avenex a permis de préserver ces chênes, grâce notamment à son statut d'espèce protégée (selon la Convention de Berne et l'OPN, RS 451.1, LUCE 1997, WERMEILLE *et al.* 2002) et grâce aux plans d'actions cantonaux en sa faveur (BLANC & ROCHET 2014, MAIBACH *et al.* 2014, 2018). De plus, en tant qu'« espèce parapluie » (BRUSTEL 2004, ROBERGE & ANGELSTAM 2004), les mesures prises en sa faveur bénéficient également à tout un cortège de coléoptères saproxyliques rares et exigeants inféodés à ce type d'habitat, comme le confirment les résultats. Une des mesures préconisées par ces plans d'actions en cas de sécurisation consiste à réaliser une taille sélective où les parties ligneuses taillées sont laissées sur place, permettant ainsi d'augmenter et de compléter l'offre quantitative et qualitative en bois mort, c'est-à-dire l'offre en microhabitats pour de nombreuses espèces. BRUSTEL (2004) relève le lien entre l'augmentation du volume de bois mort et celle de la richesse spécifique. MÜLLER & BÜTLER (2010) rappellent que la valeur seuil en volume de bois mort dont ont besoin les espèces saproxyliques dans les forêts collinéennes de chênes et de hêtres se situe entre 30 et 50 m³/ha. Quant à la politique forestière 2020, elle cible la valeur de 20 m³ de volume de bois mort par ha pour le Plateau (OFEV 2013, IMESCH *et al.* 2015).

Nos recommandations pour la conservation des coléoptères saproxyliques dans les sites étudiés suivent celles mentionnées par JUILLERAT & VÖGELI (2004) sur la gestion des vieux arbres en zone urbaine et périurbaine, par MAIBACH *et al.* (2014) dans le Plan d'action vaudois, par MONNERAT *et al.* (2016) dans la liste rouge des coléoptères du bois et par BREITENMOSER (2017) dans l'inventaire précédent réalisé à Duillier, à savoir : maintenir sur pied et aussi longtemps que possible les chênes centenaires, et en cas de sénescence avancée avec un besoin de sécurisation, effectuer une taille sélective et seulement en dernier recours réaliser une taille en quille (chandelle). Cette mesure permet aux larves de Grand capricorne de pouvoir terminer leur cycle, tout en maintenant une offre en microhabitats dynamiques pour le reste du cortège des saproxyliques. D'ailleurs, BOUGET *et al.* (2019) mentionnent également l'importance de ces chandelles de gros diamètres pour la conservation des espèces rares. Quant aux parties sciées, elles sont à aménager au pied des troncs ou en lisière de bois bien exposée, permettant ainsi de maintenir l'offre en bois mort de différents diamètres sur place. Les ourlets et bandes herbeuses situés le long de ces allées ne doivent être fauchés qu'en fin de saison (après août). Il est important de rappeler que les bases des chênes ne doivent pas être abîmées lors des passages d'épareuses, comme c'est malheureusement parfois le cas. En parallèle, la plantation de nouveaux chênes a déjà commencé, mais devra se poursuivre périodiquement. Malgré cela, il y aura certainement un manque de chênes séculaires relais au cours du temps, puisqu'il y a une grande différence d'âge entre les vétérans actuels et les nouvelles plantations. Ceci pourrait être partiellement pallié à Duillier et éventuellement à Céligny, en ré-ouvrant les cordons boisés où se trouvent également des chênes séculaires (MAIBACH *et al.* 2018).

En conclusion, ces résultats permettent de mettre à jour et de compléter les données existantes sur ce groupe faunistique en Suisse et en particulier pour ce type d'habitat que sont les allées de vieux chênes séculaires. Ils permettent de relever leur importance comme réservoir et comme biotope-relais de biodiversité entre les zones forestières, mais également en tant qu'habitat-type particulier et spécifique en zone agricole ou périurbaine. Ces excellents résultats montrent une fois encore l'immense intérêt de maintenir et de conserver ces chênes séculaires, dans le bassin lémanique, tout comme dans l'entier de la Suisse.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier sincèrement la Direction générale de l'Environnement du Canton de Vaud et particulièrement les Divisions Biodiversité et Paysage ainsi que Forêt, en particulier Bernadette Droz, Najla Naceur, Christophe Portier-Fleury, Anne-Mickaëlle Golay et Rita Bütler pour l'intérêt porté à mon étude et pour m'avoir délivré les autorisations de captures. De même pour la Direction générale de l'Environnement du Canton de Genève, Division Biodiversité et Paysage et notamment Gottlieb Dandliker. Mes remerciements vont également à Francis Cordillot à l'OFEV pour tout l'intérêt et les efforts entrepris pour la conservation de ces espèces dans le paysage agricole. Je remercie vivement Alain Maibach et Anne Litsios-Dubuis du bureau A. Maibach Sàrl pour m'avoir associé au Plan d'action pour la sauvegarde du Grand capricorne à Duillier et sur La Côte, et dans le même registre Mickaël Blanc et Céline Rochet pour les informations du Plan d'action cantonal du Grand capricorne à Genève. Pour leur précieuse collaboration et intérêt, je remercie beaucoup les inspecteurs et gardes forestiers : Jean Rosset, Adrien Vallotton, Eric Treboux, François Mathey, Daniel Kolly, Sébastien Carini, ainsi que les proprié-

taires des chênes et/ou exploitants des parcelles: Olivier, Ludivine et Noémie Freymond, Eric Sinner, Georges-André Glauser, Jacques Mugnier, Claudine Ducommun dit Verron, Hector et Olivier Chambaz, Didier Frei, Christian Rebetez, Fritz, Pierre et Nicolas Heuberger, Yann Berney, Sébastien Maillard, ainsi que les autorités communales de Céligny, de Signy-Avenex et de Duillier, notamment Claude Bosson et Jacques Mugnier. Pour leurs nombreuses informations, je remercie encore les Associations des Réseaux écologiques de Céligny, Nyon Région et La Frontière, leurs présidents resp. Florian Baudet, Jacques Olivier, Ferdinand Baumgartner et les biologistes resp. Céline Rochet, Yves Bischofberger et Sylvie Viollier.

Pour leur précieuse collaboration dans la vérification ou la détermination de certains groupes ou familles de coléoptères, je remercie chaleureusement Matthias Borer, Yannick Chittaro, Armin Coray, Vivien Cosandey, Christoph Germann, Werner Marggi, Christian Monnerat, Andreas Sanchez et Alexander Szallies. Je remercie encore l'Office fédéral de la topographie swisstopo pour l'autorisation d'utiliser les fonds de carte. Enfin, je remercie Yannick Chittaro, Andreas Sanchez, Robin Séchaud, Mathias Vust et Ivan Hiltbold pour l'amélioration apportée au manuscrit et ce dernier pour la traduction du résumé en anglais.

BIBLIOGRAPHIE

- AGRICULTURE DURABLE GENÈVE, 2020. Agriculture & Biodiversité – Céligny. <https://agriculture-durable-geneve.ch/fr/agriculture-et-biodiversite/rae/celigny> [Consultation le 18.08.2022].
- ALEXANDER K., BUTLER J. & GREEN T., 2006. The value of different tree and shrub species to wildlife. *British Wildlife* 18(1): 18-28.
- ALLEMAND R. & ABERLENC H. P., 1991. Une méthode efficace d'échantillonnage de l'entomofaune des frondaisons: le piège attractif aérien. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse* 64: 293-305.
- ALLENSPACH V., 1973. Coleoptera Cerambycidae. *Insecta Helvetica Catalogus* 3, 216 pp.
- BALL S.G. & KEY R.S., 1997. The management of ancient trees for the benefit of their saproxylic invertebrate fauna: the British experience. Colloquy on conservation, management and restoration of habitats for invertebrates: enhancing biological diversity. *Environmental encounters* 33: 84-93.
- BARBALAT S., CHITTARO Y. & GERMANN C., 2015. Coléoptères du bois capturés à Neuchâtel durant l'année de la biodiversité (2010). *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences naturelles* 135: 79-85.
- BEB SA, 2012. Réseau écologique – Analyse au niveau cantonal (REC-VD). Canton de Vaud, Service des forêts, de la Faune et de la Nature, Centre de conservation de la nature. BEB SA – Bureau d'études biologiques, 67 pp.
- BERGLUND H. & JONSSON B. G., 1999. Distribution of plants, lichens and wood-inhabiting fungi on small isolated forest patches. (Nordic Symposium on the Ecology of Coarse Woody Debris in Boreal Forests. 31 May – 3 June 1999, Umeå, Sweden) Submitted abstract, 1 p.
- BFF-SPB, 2018. Promotion de la biodiversité dans l'agriculture suisse – Réseau. <http://www.bff-spb.ch/reseau/> [Consulté le 18.08.2022].
- BISCHOFBERGER Y. & VIOLLIER S., 2012. RE OQE NYON REGION - Projet définitif. Projet de mise en réseau écologique selon l'OQE de l'Association RE OQE NYON REGION. Dossier établi sur mandat de l'Association du RE OQE NYON REGION à l'intention du SFFN et du SAgr du canton de Vaud en application de la procédure cantonale vaudoise. In Situ Vivo Sàrl, 32 pp. Non publié.
- BLANC M. & ROCHET C., 2014. Plan d'actions cantonal Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*, Linnaeus, 1758). République et Canton de Genève. Département de l'Environnement, des Transports et de l'Agriculture, Direction Générale de la Nature et du Paysage. 34 pp.
- BLANDIN P., 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Association « Atelier vert de la forêt de Fontainebleau », Contrat du Ministère de l'Environnement n° 82160: « Synthèse et évaluation des recherches sur la mise au point d'indicateurs biologiques permettant de caractériser l'état et les transformations des écosystèmes. ». *Bulletin d'écologie* 17(4): 215-306.
- BLANDIN P., 1989. Sur la richesse spécifique et la rareté comme critères d'évaluation des systèmes écologiques, pp. 71-80. In: DE BEAUFORT F., MAURIN H. Eds. – Utilisation des inventaires d'Invertébrés pour l'identification

- et la surveillance d'espaces de grand intérêt faunistique. Inventaires de Faune et de Flore, 53. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 276 pp.
- BOUGET C., 2017. Portrait-robot du coléoptère saproxylique français - analyse écologique de la base de traits FRISBEE. 11e rencontres annuelles du Groupe des Entomologistes Forestiers Francophones (GEFF), Oct 2017, Yennes, France, pp.29. (hal-02606751).
- BOUGET C., BRUSTEL H., NOBLECOURT T. & ZAGATTI P., 2019. Les Coléoptères saproxyliques de France: Catalogue écologique illustré. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 744 p. (Patrimoines naturels 79).
- BRÄNDLE M. & BRANDL R., 2001. Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood. *Journal of Animal Ecology* 70: 491–504.
- BRÄNDLI U.B., 2005. 1.2 La répartition du chêne en Suisse, pp. 14-17. In: BONFILS P., HORISBERGER D., ULBER M. (Réd.) Promotion du chêne. Stratégie de conservation d'un patrimoine naturel et culturel en Suisse. Éd.: proQuercus; Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEPF), Berne, 102 pp.
- BRÄNDLI U.B. & CIOLDI F., 2015. Structure d'âge et structure du peuplement, pp. 34-37. In: RIGLING A., SCHAFFER H.P., editors. Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne, 143 pp.
- BRÄNDLI U.-B., CIOLDI F., FISCHER C. & HUBER M., 2015. Inventaire forestier national – Analyses ciblées à l'occasion du Rapport forestier 2015, disponibles en ligne. WSL, Birmensdorf. En ligne: <https://www.lfi.ch/publikationen/publ/waldbericht/2015-fr.php?lang=fr> [Consultation 15.08.2022]
- BRAULIN G., CHITTARO Y., SANCHEZ A. & BÜTLER R., 2018. Inventaire des coléoptères saproxyliques de treize forêts du canton de Vaud. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 97: 13-32.
- BREITENMOSER S., 2017. Les chênes séculaires de Duillier (VD): un sanctuaire pour des Coléoptères saproxyliques exceptionnels. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 96: 49-76.
- BRUSTEL H., 2004. Coléoptère saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. ONF, Collections dossiers forestiers 13, 297 pp.
- BRUSTEL H., 2012. PolytrapTM 2010: new « soft design » window flight trap for saproxylic beetles, pp. 91-102. In: JURC M. (ed.), Saproxylic beetles in Europe: monitoring, biology and conservation. Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica. *Studia Forestalia Slovenica / Professional and Scientific Works* 137.
- BRUSTEL H. & VAN MEER C., 2008. Nouvelles observations de *Microrhagus pyrenaicus* (Bonvouloir, 1872) (Coleoptera Eucnemidae). *L'Entomologiste* 64(2): 75-79.
- BUSE J., SCHRÖDER B. & ASSMANN T., 2007. Modelling habitat and spatial distribution of an endangered longhorn beetle – A case study for saproxylic insect conservation. *Biological Conservation* 137(3): 372-381.
- BÜTLER R., LACHAT T., KRUMM F., KRAUS D. & LARRIEU L., 2020. Guide de poche des dendromicrohabitats. Description et seuils de grandeur pour leur inventaire. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 59 pp.
- CALMONT B., 2011. Étude des « Coléoptères saproxyliques » bioindicateurs de qualité des forêts françaises dans les châtaigneraies ardéchoises. Rapport final. Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 129 pp.
- CALMONT B., 2015. Inventaire des coléoptères sur le site Crussol-Soyons (07). Rapport final septembre 2015. Communauté de communes Rhône Crussol, Conseil général de l'Ardèche, NATURA 2000, DREAL Rhône-Alpes., 230 pp.
- CAMIN P., CIOLDI F. & RÖÖSLI B., 2015. Volume de bois, pp. 32-33. In: RIGLING A., SCHAFFER H.P., editors. Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne 143 pp.
- CHITTARO Y. & SANCHEZ A., 2016a. Inventaire des Coléoptères saproxyliques d'un site exceptionnel: la Châtaigneraie de Fully (VS). *Bulletin de la Murithienne* 133/2015: 13-27.
- CHITTARO Y. & SANCHEZ A., 2016b. Liste commentée des Tenebrionoidea (Coleoptera) de Suisse. Partie 1: Aderidae, Anthicidae, (Boridae), Melandryidae, Meloidae, Mycetophagidae, Mycteridae, Prostomidae, Pyrochroidae, Pythidae, Ripiphoridae, Salpingidae, Tenebrionidae, Tetratomidae, Zopheridae. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse* 89: 183-235.
- CHITTARO Y. & SANCHEZ A., 2019. Liste commentée des Bostrichoidea et Derodontoidea de Suisse (Coleoptera: Bostrichiformia, Derodontiformia). *Alpine Entomology* 3: 175-205.
- CHITTARO Y. & SANCHEZ A., 2020. *Tetratoma desmarestii* Latreille, 1807, un Tetratomidae nouveau pour la faune de Suisse (Coleoptera). *Entomo Helvetica* 13: 175-178.
- CHITTARO Y., SANCHEZ A., BLANC M. & MONNERAT C., 2013. Coléoptères capturés en Suisse par pièges attractifs aériens: bilan après trois années et discussion de la méthode. *Entomo Helvetica* 6: 101-113.
- DAJOZ R., 1977. Coléoptères Colydiidae et Anommataidae paléarctiques. Éditions Manson, 281 pp.
- DAJOZ R., 2007. Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2^e édition. Éditions TEC & DOC, Lavoisier, Paris. 648 pp.

- DELARZE R. & MAIBACH A., 2015. Grand capricorne (*Cerambyx cerdo* L.). Fiche d'action n° 15 (Version 2). Canton de Vaud, Direction générale de l'environnement, Division Biodiversité et Paysage, St-Sulpice, Division Forêt, Le Chalet-à-Gobet. 7 pp.
- DGE-FORET, 2019. Directive cantonale relative à la « Biodiversité en forêt » CP 2020-2024. Canton de Vaud, Direction générale de l'environnement, Inspection cantonale des forêts – Biodiversité, Lausanne, 36 pp.
- DODELIN B. & CALMONT B., 2021. Liste Rouge des coléoptères saproxyliques de la région Auvergne-Rhône-Alpes. DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, Lyon, 79 pp. + Tableur.
- DUQUET M., 1993. Glossaire d'écologie fondamentale. 128 – Sciences. Nathan Université, Paris, 132 pp.
- ECKELT A., MÜLLER J., BENSE U. *et al.*, 2018. “Primeval forest relict beetles” of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. *Journal of Insect Conservation* 22: 15–28. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0028-6>.
- FADDA S. & PONEL P., 2007. Quelques Coléoptères remarquables du massif des Calanques (Bouches-du-Rhône, France). *Mésogée* 63: 19-26.
- GONSETH Y., 2008. Les Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Lucanidés et Cétonidés (Coleoptera) des Roches de Châtollion (Jura neuchâtelois), un outil supplémentaire pour assurer une exploitation et une gestion raisonnées de ce site exceptionnel. *Entomo Helvetica* 1: 61-73.
- GRAF R., 2012. Die Allmend in Luzern: Urbaner Lebensraum einer artenreichen Fauna xylobionter Käfer (Coleoptera). *Entomo Helvetica* 5: 59-70.
- HAHN P., HEYNE D., INDERMÜHLE M., MOLLET P. & BIRRER S., 2005. Exploitation des bois et protection de la nature. Guide pratique avec fiches sylvicoles. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage et Station ornithologique suisse, Berne et Sempach, 115 pp.
- HUBER C. & MARGGI W., 2005. Raumbedeutsamkeit und Schutzverantwortung am Beispiel der Laufkäfer der Schweiz (Coleoptera, Carabidae) mit Ergänzungen zur Roten Liste. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 78: 375–397.
- IMESCH N., STADLER B., BOLLIGER M., SCHNEIDER O., 2015. Biodiversité en forêt: objectifs et mesures. Aide à l'exécution pour la conservation de la diversité biologique dans la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique n° 1503, 190 pp.
- INFO FAUNA – CSCF, 2022. Serveur cartographique. <https://lepus.unine.ch/carto> [Consultation 15.08.2022]
- JANSSON N., BERGMAN K.-O., JONSELL M. & MILBERG P., 2009. An indicator system for identification of sites of high conservation value for saproxylic oak (*Quercus* spp.) beetles in southern Sweden. *Journal of Insect Conservation* 13: 399–412.
- 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 (CSCF), Neuchâtel, 20 pp.
- JUILLERAT L., CHITTARO Y. & VALLAT A., 2019. Contribution à l'inventaire des coléoptères saproxyliques du Parc régional Chasseral. *ACTES 2019 | SCIENCES*: 71-91.
- KENNEDY C. E. J. & SOUTHWOOD T. R. E., 1984. The number of species of insects associated with British trees: a re-analysis. *Journal of Animal Ecology* 53: 455-478.
- KRAUS D., BÜTLER R., KRUMM F., LACHAT T. LARRIEU L., MERGNER U. PAILLET Y., RYDKVIST T., SCHUCK A., & WINTER S., 2016. Catalogue des dendromicrohabitats — Liste de référence pour les inventaires de terrain. Integrate+ Document technique 13, 16 pp.
- LACHAT T. & BÜTLER SAUVAIN R., 2008. Îlots de sénescence et arbres-habitat pour augmenter la biodiversité en forêt. *La Forêt* 6: 20–21.
- LACHAT T., BRANG P., BOLLIGER M., BOLLMANN K., BRÄNDLI U.-B., BÜTLER R., HERRMANN S., SCHNEIDER O. & WERMELINGER B., 2019. Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Notice pour le praticien 52, Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf, 12 pp.
- KLAIBER J., ALTERMATT F., BIRRER S., CHITTARO Y., DZIOCK F., GONSETH Y., HOESS R., KELLER D., KUCHLER H., LUKA H., MANZKE U., MULLER A., PFEIFER M. A., ROESTI C., SCHNEIDER K., SCHLEGEL J., SONDEREGGER P., WALTER T., HOLDEREGGER R. & BERGAMINI A., 2017. Fauna Indicativa. WSL Berichte 54: 198 pp.
- LARRIEU L., 2014. Les dendro-microhabitats: facteurs clés de leur occurrence dans les peuplements forestiers, impact de la gestion et relations avec la biodiversité taxonomique. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 333 pp.
- LESEIGNEUR L., 1972. Coléoptères Elateridae de la faune de France continentale et de Corse. Supplément au bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 381 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (Eds), 2003. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Archostemata - Myxophaga - Adepaga. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 819 pp.

- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2004. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 2. Hydrophiloidea - Histeroidea - Staphylinoidea. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 942 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2006. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 3. Scarabaeoidea - Scirtoidea - Dascilloidea - Buprestoidea - Byrrhoidea. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 690 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2007. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 4. Elateroidea - Derodontoidea - Bostrichoidea - Lymexyloidea - Cleroidea - Cucujoidea. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 935 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2008. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 5. Tenebrionoidea. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 670 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2010. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 6. Chrysomeloidea. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 924 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2011. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 7. Curculionoidea 1. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 373 pp.
- LÖBL I. & SMETANA A. (EDS), 2013. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 8. Curculionoidea 2. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 700 pp.
- LOHSE G. A., 1979. Elateridae, Cerophytidae, Eucnemidae, Throscidae, pp. 103-203. *In*: FREUDE H., HARDE K. W. & LOHSE G. A. (EDS). Die Käfer Mitteleuropas. 6. — Goecke & Evers, Krefeld, 367 pp.
- LUCE J.-M., 1997. *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758, pp. 22-26. *In*: VAN HIELSDINGEN P.J., WILLEMSE L. & SPEIGHT M. C. D. (EDS), Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. Part I – Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera. Coll. Nature et Environnement n°79, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 217 pp.
- LUKA H., NAGEL P., FELDMANN B., LUKA A. & GONSETH Y., 2009a. Checkliste der Kurzflügelkäfer der Schweiz (Coleoptera: Staphylinidae ohne Pselaphinae). *Bulletin de la Société Entomologique Suisse* 82: 61–100.
- LUKA H., MARGGI W., HUBER C., GONSETH Y., NAGEL P., 2009b. Carabidae, Ecology - Atlas. *Fauna Helvetica* 24, 677 pp.
- MAIBACH A., SONNAY V. & BREITENMOSER S., 2014. Plan d'action pour la sauvegarde des populations de Grands capricornes sur la commune de Duillier - Étape 1 - Inventaire et priorisation. Direction générale de l'environnement, (DGE-BIODIV), Canton de Vaud, St-Sulpice. 52 pp.
- MAIBACH A., LITSIOS-DUBUIS A. & BREITENMOSER S., 2018. Plan d'action pour la sauvegarde des populations de Grands capricornes (*Cerambyx cerdo*) sur la commune de Duillier - Étape 2.1 – Identification et mise en valeur de secteurs et d'arbres relais potentiels. Direction générale de l'environnement, Division Biodiversité et paysage, Division Forêt, Biodiversité en forêt, Canton de Vaud, St-Sulpice. 12 pp.
- MARCON E., 2018. Mesures de la biodiversité. UMR Écologie des forêts de Guyane, 284 pp.
- MARTIKAINEN P. & KAILA L., 2004. Sampling saproxylic beetles: lessons from a 10-year monitoring study. *Biological Conservation* 120: 175-185.
- MÉRIGUET B., ZAGATTI P., TURLURE C. & BOILLY O., 2002. Forêt Régionale de Ferrières (Seine et Marne). Inventaire Entomologique 2002 réalisé pour l'Agence des Espaces Verts de la Région Ile-de-France. Office Pour les Insectes et leur Environnement OPIE, 44 pp.
- MITCHELL R. J., BELLAMY P.E., ELLIS C.J., HEWISON R.L., HODGETTS N.G., IASON G.R., LITTLEWOOD N.A., NEWAY S., STOCKAN & TAYLOR A.F.S., 2019. OakEcol: A database of Oak-associated biodiversity within the UK, Data in Brief 25, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.040>.
- MÖLLER G., 2009. Struktur- und Substratbindung holzbewohnender Insekten, Schwerpunkt Coleoptera – Käfer. Berlin: Freie Universität Berlin, PhD Thesis, 284 pp.
- 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 pp.
- MÜLLER J. & BÜTLER R., 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129: 981–992.
- NAGELEISEN L.M. & BOUGET C., coord., 2009. L'étude des insectes en forêt: méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.). Les Dossiers Forestiers n° 19, Office National des Forêts, 144 pp.
- NOVAK V., 2014. Beetles of the family Tenebrionidae of Central Europe. Vydalo Nakladatelstvi Academia, Praha. 418 pp.

- OFEV, 2012. Stratégie Biodiversité Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne, 89 pp. www.bafu.admin.ch/ud-1060-f.
- OFEV, 2013. Politique forestière 2020. Visions, objectifs et mesures pour une gestion durable des forêts suisses. Office fédéral de l'environnement, Berne, 66 pp. www.bafu.admin.ch/ud-1067-f.
- OFEV, 2019. Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national. Espèces et milieux prioritaires pour la conservation en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1709, 98 pp.
- PAULIAN R. & BARAUD J., 1982. Faune des Coléoptères de France II – Lucanoidea et Scarabeoidea. Lechevalier, Paris, 478 pp.
- PLATEK M., SEBEK P., HAUCK D. & CIZEK L., 2019. When is a tree suitable for a veteran tree specialist? Variability in the habitat requirements of the great capricorn beetle (*Cerambyx cerdo*) (Coleoptera: Cerambycidae). *European Journal of Entomology* 116: 64-74.
- RABIL J., 1991. Ah, cette Grésigne! Catalogue des coléoptères de la forêt de la Grésigne (Tarn). Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon, tome 29-30, 174 pp.
- REBER A., LARRIEU L., SCHUBERT M. & BÜTLER R., 2015. Guide de poche des dendro-microhabitats. Description des différents types de microhabitats liés aux arbres et des principales espèces qui y sont associées. DGE-Forêt – CNPF – Dynafor, 23 pp.
- RÉGION DE NYON, 2021. La Région de Nyon reconduit pour huit ans deux soutiens à la biodiversité sur terres agricoles. <https://regiondenyon.ch/2021/06/18/la-region-de-nyon-reconduit-pour-huit-ans-deux-soutiens-a-la-biodiversite-sur-terres-agricoles/> [Consultation le 18.08.2022].
- REIBNITZ J., GRAF R. & CORAY A., 2013. Verzeichnis der Ciidae (Coleoptera) der Schweiz mit Angaben zur Nomenklatur und Ökologie. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 86: 63–88.
- ROBERGE J.-M. & ANGELSTAM P., 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* 18: 76-85.
- ROSE O. & ZAGATTI P., 2016. Les Ciidae de la faune de France continentale et de Corse: clé d'identification illustrée des espèces (Coleoptera Tenebrionoidea). *L'Entomologiste* 72(5): 287-306.
- SANCHEZ A. & CHITTARO Y., 2022. *Omalisus victoris* Mulsant, 1852, *Pseudanostirus globicollis* (Germar, 1843) (Elateridae) et *Phytobaenus amabilis* R. F. Sahlberg, 1834 (Aderidae), trois Coléoptères nouveaux ou confirmés pour la Suisse. *Entomo Helvetica* 15: 99-107.
- SANCHEZ A., CHITTARO Y. & GONSETH Y., 2018. Préférences écologiques des coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse. *Schweiz Z Forstwes* 169(3): 158–165.
- SANCHEZ A., CHITTARO Y., MONNERAT C. & GONSETH Y., 2016. Les Coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse, indicateurs de la qualité de nos forêts et milieux boisés. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse* 89 (3-4): 261-280.
- SEIBOLD S., BRANDL R., BUSE J., HOTHORN T. & SCHMIDL J., 2015. Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. *Conservation Biology* 29: 382–390.
- SPEIGHT M. C. D., 1989. Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection Sauvegarde de la nature, N° 42, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 77 p.
- UICN, 2012. Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN: Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni: UICN. vi + 32pp. Originellement publié en tant que IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- VALLAT A. & JUILLERAT L., 2021. Compléments à l'inventaire des coléoptères saproxyliques du Parc régional Chasseral. Vergers d'Orvin, Prêles et Chézard-St-Martin. Rapport pour le Parc Régional Chasseral, Janvier 2021, 19 pp.
- VIOLLIER S., 2020. Réseau Ecologique La Frontière, un projet porté par 80 agriculteurs. Bilan intermédiaire 2016-2019, 23 pp. Non publié.
- WALTER T., WOLF M. & PLATTNER M., 2003. Holzbewohnende Käfer im Naturschutzgebiet Wildenstein. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft beider Basel* 7: 263–286.
- WEHRLI S., 2005. 1.9 La valeur naturelle des forêts riches en chênes, pp. 35-36. In: BONFILS P., HORISBERGER D., ULBER M. (Réd.) Promotion du chêne. Stratégie de conservation d'un patrimoine naturel et culturel en Suisse. Éd.: proQuercus; Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne, 102 pp.
- WERMEILLE E., GEIGER W., TESTER U., 2002. Les animaux protégés de Suisse, des invertébrés aux mammifères. Les compagnons du naturaliste. Édition Delachaux et Niestlé S.A., Lonay (Suisse), Paris (France), 238 pp.
- WERMELINGER B., DUELLI P. & OBRIST M., 2002. Dynamics of saproxylic beetles (Coleoptera) in windthrow areas in alpine spruce forests. *Forest Snow and Landscape Research* 77: 133-148.

ANNEXES

Annexe I. Liste et abondance des Coléoptères inventoriés par l'auteur entre 2010 et 2021 sur les sites d'étude de Duillier VD, de Céligny GE et de Signy-Avenex VD.

Annexe II. Préférences écologiques des espèces de coléoptères saproxyliques recensées sur les trois sites, d'après les informations spécifiques de BOUGET *et al.* (2019).

À consulter sur <https://wp.unil.ch/svsn/publications/bulletins/>