



HAL
open science

Chasse aux oiseaux d'eau et “paysage de la peur” dans un site Ramsar et Natura 2000, le bassin du Drugeon (Doubs, France)

Dominique Michelat, Patrick Giraudoux

► To cite this version:

Dominique Michelat, Patrick Giraudoux. Chasse aux oiseaux d'eau et “paysage de la peur” dans un site Ramsar et Natura 2000, le bassin du Drugeon (Doubs, France). *Nos Oiseaux*, 2022, 69 (2), pp.111-136. hal-03705035

HAL Id: hal-03705035

<https://hal.science/hal-03705035v1>

Submitted on 12 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Chasse aux oiseaux d'eau et « paysage de la peur » dans un site Ramsar et Natura 2000, le bassin du Drugeon (Doubs, France)

Dominique Michelat & Patrick Giraudoux



D. Michelat

Comme six autres espèces d'oiseaux d'eau, la répartition du Canard colvert *Anas platyrhynchos* le long du Drugeon est fortement influencée par l'activité cynégétique. Sainte-Colombe (25), juin 2015.

Quatre approches complémentaires ont permis d'évaluer l'impact de la chasse sur les effectifs et la répartition des oiseaux d'eau le long de la rivière Drugeon (Doubs, France), dans un site Ramsar et Natura 2000. Les résultats montrent que la chasse met en place un « paysage de la peur » au sens écologique de ce concept.

Les espèces ne se distribuent pas de manière uniforme à la surface d'une zone géographique. Leur présence dépend bien évidemment de leur aire de répartition, mais elle varie également selon leur valence écologique. Certaines, des spécialistes, fréquentent un type d'habitat très précis, alors que d'autres, des généralistes, peuvent vivre dans des habitats variés. Dans les deux cas, les milieux fréquentés doivent fournir toutes les

ressources permettant aux individus d'assurer leur survie. Pour autant, ce cadre général ne suffit pas à expliquer la distribution spatiale des individus : en effet, certaines espèces peuvent être absentes de milieux qui devraient répondre à leurs besoins, comme l'ont mis en évidence plusieurs études de populations d'espèces proies pouvant désertier des sites qui leur conviennent en raison d'un risque de prédation élevé

(EDWARDS 1983; STEPHENS & PETERSON 1984; LIMA & DILL 1990; LAUNDRÉ *et al.* 2010). Ces observations ont donné lieu à l'élaboration du concept de « paysage de la peur » (BROWN *et al.* 1999; ALTENDORF *et al.* 2001; LAUNDRÉ *et al.* 2001; LAUNDRÉ & HERNANDEZ 2003), qui représente le niveau de peur qu'un animal éprouve dans les différentes parties de son domaine vital (LAUNDRÉ *et al.* 2010). Ce concept a été mis en évidence chez des groupes aussi variés que les insectes folivores, les pucerons, les mollusques, les poissons, les oiseaux (passereaux), les petits rongeurs, les lagomorphes, les ongulés et les primates (EDWARDS 1983; STEPHENS & PETERSON 1984; CHAPMAN *et al.* 1996; NOVOTNY *et al.* 1999; NORRDAHL & KORPIMÄKI 2000; LAUNDRÉ *et al.* 2001; LEWIS & EBY 2002; NELSON *et al.* 2004; MASSARO *et al.* 2008; WILLEMS & HILL 2009; ZANETTE *et al.* 2011; BOONSTRA 2013). Les individus réagissent au risque de mourir, soit en modifiant leur comportement (augmentation de la vigilance, modification de la stratégie de recherche de nourriture, réduction des déplacements, diminution de la reproduction), soit en évitant les zones les plus risquées (EDWARDS 1983; STEPHENS & PETERSON 1984; NORRDAHL & KORPIMÄKI 2000; LAUNDRÉ *et al.* 2001; GUDE *et al.* 2006; ZANETTE *et al.* 2011).

Dans un article visant à préciser la notion de paysage de la peur et à proposer un cadre pour l'utilisation de ce concept, BLEICHER (2017) demande que soient menées des études évaluant les risques, dans le temps et dans l'espace. Un paysage de la peur peut, en effet, être quantifié par le biais des changements de la distribution spatiale et des variations des effectifs des espèces en fonction de la présence ou l'absence du danger (LAUNDRÉ *et al.* 2010). Si ce concept a été établi sur la base des risques de prédation que subissent les espèces proies, GAYNOR *et al.* (2019) attirent l'attention sur le fait que certaines activités humaines créent également des paysages de la peur. En France, la chasse tue environ 2,8 millions de canards chaque année (ONCFS 2000) et il a été montré que les dérangements causés par cette activité peuvent avoir un impact important sur les effectifs et la distribution spatiale des oiseaux d'eau (MADSEN & FOX 1997; TAMISIER *et al.* 2003). Le présent article vise à mesurer et quantifier cet effet dans le bassin du Dugeon (Doubs, France), en étudiant l'abondance et la distribution des oiseaux d'eau le long de la rivière,

avant et après l'ouverture de la chasse pendant plusieurs années consécutives.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

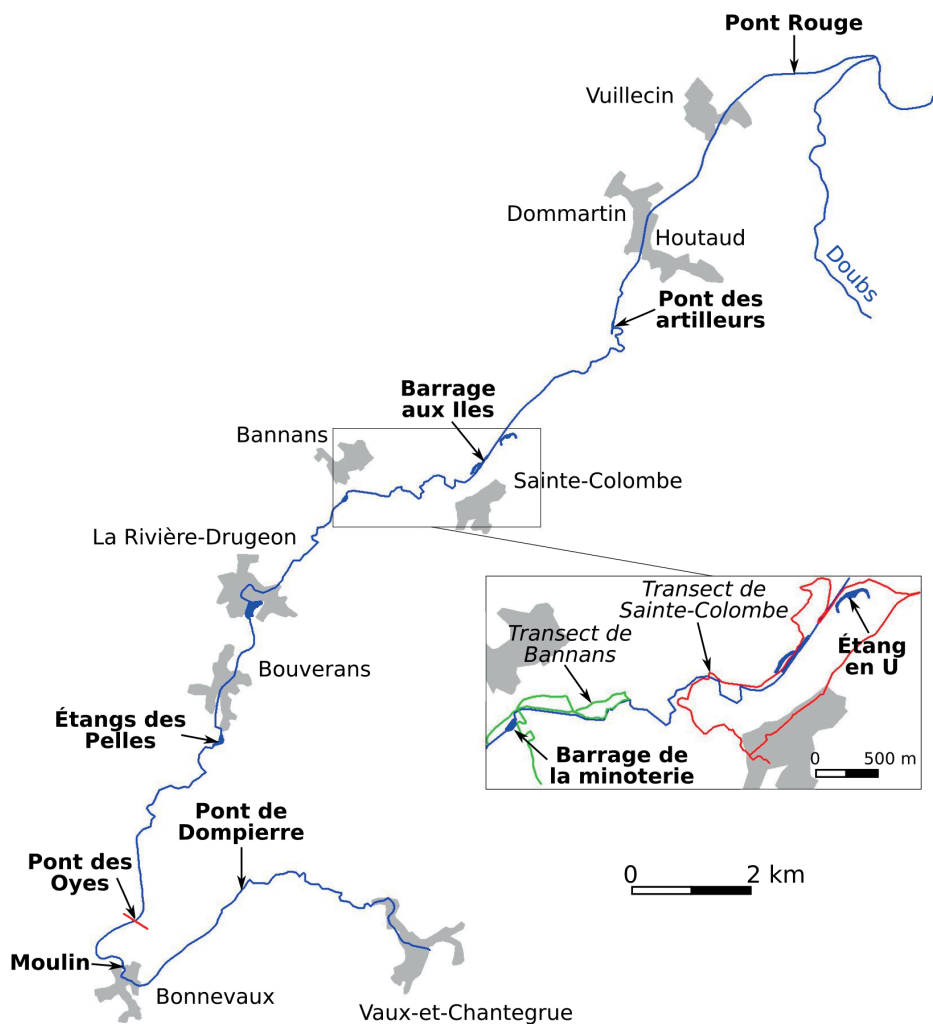
La vallée du Dugeon (46,88°N/6,24°E) se situe sur le second plateau de l'arc jurassien. Le Dugeon, principal cours d'eau, prend sa source en amont du village de Vaux-et-Chantegrue, à une altitude de 865 m, et se jette dans le Doubs, sur la commune de Doubs, à 800 m d'altitude. De sa source à Bonnevaux, il s'écoule vers le nord-ouest, puis le sud-ouest, dans une cluse relativement étroite entourée de forêts de résineux. Après quelques larges méandres de part et d'autre du village de Bonnevaux, la rivière s'oriente vers le nord-est et coule à travers une vaste pénélaine située à environ 820 m d'altitude, qui s'étend sur 20 km entre Frasne et Pontarlier (*fig. 1*). Les parties basses du bassin du Dugeon sont occupées par des formations humides variées. Quelques plans d'eau, des ruisseaux, des bas-marais et des tourbières reposent sur des dépôts glaciaires plus ou moins imperméables. L'agriculture est tournée vers l'élevage bovin, essentiellement pour la production de lait et, dans une moindre mesure, de viande. Pratiquement toute la surface agricole est en prairies de fauche et pâtures, ponctuées de quelques bosquets et très peu de haies. L'habitat humain est formé de villages de quelques centaines d'habitants, distants de 4 à 5 km les uns des autres.

Le Dugeon est une petite rivière de 2 à 10 m de large principalement. Sa pente moyenne est de 3 % dans sa partie amont, jusqu'au Pont des Oyes, puis de 1 à 2 % dans sa partie aval, sauf localement comme dans le village de La Rivière-Dugeon où la pente dépasse de nouveau 3%. La pente de la rivière détermine en partie le peuplement d'oiseaux nicheurs, avec la zone dite à Cincle plongeur *Cinclus cinclus* dans sa partie amont (de sa source jusqu'au Pont des Oyes), à laquelle succède la zone dite à Foulque macroule *Fulica atra* jusqu'au Pont Rouge, au-delà du village de Vuillecin (MICHELAT *et al.* 2012). Dans cette dernière zone, des seuils, témoins le plus souvent de l'emplacement d'anciens moulins, ponctuent le cours d'eau et créent des retenues (*fig. 1*), comme les étangs des

Pelles à Bouverans (2510 et 7700 m²), l'étang de La Rivière-Drugeon (au centre du village, 49 660 m²), le barrage de la minoterie à Bannans (3660 m²) ou, plus modestement, les

barrages en amont du moulin de Bonnevaux (1200 m²), aux Iles à Sainte-Colombe (920 m²) et au pont des artilleurs à Houtaud (1500 m²).

Le bassin du Drugeon est reconnu pour sa



Fond de carte : Institut Géographique National, modifié

Fig. 1 Carte du Drugeon. Le cours d'eau a été prospecté à pied durant la deuxième quinzaine d'octobre, de 2014 à 2019, du Pont de Dompierre au Pont Rouge (29,2 km). L'encadré montre les tracés des transects de Bannans et de Sainte-Colombe, parcourus à quatre reprises par quinzaine, de 2006 à 2019. La barre rouge sépare la zone dite à Cinle, du Pont de Dompierre au Pont des Oyes, de celle dite à Foulque, du Pont des Oyes au Pont Rouge.

biodiversité. À ce titre, il bénéficie de plusieurs classements aux échelles départementale (un site en Espaces Naturels Sensibles depuis 2007), nationale (arrêté préfectoral de protection de biotope depuis 2004, ZNIEFF de type I et II validées par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel en 2016), européenne

(zone d'importance communautaire pour les oiseaux depuis 1992, zone de protection spéciale (ZPS) au titre de la directive « oiseaux » depuis 2003, zone spéciale de conservation (ZSC) au titre de la directive « habitats » depuis 2009) et même mondiale (site Ramsar depuis 2003). Par ailleurs, les tourbières de Frasne

et La Seigne des Barbouillons à Mignovillard, sont classées en réserves naturelles volontaires, respectivement depuis 1986 et 1987. Elles sont devenues des réserves naturelles régionales en 1994. À cette occasion, celle des tourbières de Frasne a été étendue pour intégrer les tourbières de Bouverans.

Depuis 1993, le bassin du Drugeon bénéficie d'importants travaux de renaturation des cours d'eau et de restauration des marais et des tourbières portés par les collectivités locales, avec notamment deux programmes européens LIFE et des contrats Natura 2000 de gestion des zones humides portés par l'Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux Haut-Doubs Haute-Loue. Ces travaux ont conduit à reméandrer plus de 30 km de cours d'eau et à neutraliser plus de 7 km de fossés de drainage ces 25 dernières années.

Enfin, le bassin du Drugeon est l'une des zones géographiques qui accueille le plus d'espèces d'oiseaux à l'échelle régionale, que ce soit pour la richesse globale, pour l'avifaune nicheuse (plus particulièrement pour les oiseaux d'eau et les espèces en liste rouge), mais aussi pour l'avifaune hivernante (LPO FC 2018).

Mode de recensements

La distribution et l'abondance des oiseaux d'eau le long du Drugeon ont été mesurées de deux manières :

- recensements le long du cours du Drugeon : de 2014 à 2019, les oiseaux d'eau ont été recensés par DM lors d'un parcours effectué à pied en longeant la rivière sur une berge, du Pont de Dompierre au Pont Rouge, soit 29,2 km couvrant pratiquement tout le cours du Drugeon (fig. 1). Chaque année, les recensements étaient effectués par tronçons au cours de la deuxième quinzaine d'octobre, soit en moyenne un mois à un mois et demi après l'ouverture de la chasse. Chaque observation d'oiseau d'eau était localisée précisément sur une carte, puis reportée sur Google Earth. À l'aide de Géoportail (<https://www.geoportail.gouv.fr>) et de relevés sur le terrain, une description précise du cours d'eau et de ses rives a été réalisée sur l'ensemble de la partie prospectée : milieu limitrophe (forêt, marais boisé, marais herbacé, prairie, village), végétation (saulaie continue, mégaphorbiaie avec saules épars, mégaphorbiaie pure, phragmitaie, végétation herbacée rase), largeur et pente de la rivière, statut vis-à-vis de la chasse (zone chassable, non chassable



D. Michelat

Le Drugeon dans la zone dite à Cincle plongeur *Cinclus cinclus*. Bonnevaux (25), octobre 2021.

car située à moins de 150 m d'habitations, réserve de chasse). Les observations ont ensuite été replacées dans un tableau en fonction de leur localisation. Seules les espèces ayant totalisé plus de 10 individus ont été retenues pour l'analyse de leur distribution spatiale.

- transects locaux: de septembre 2006 à décembre 2019, DM a effectué un suivi local de l'avifaune sous la forme de deux transects, à Bannans et à Sainte-Colombe (fig. 1), parcourus quatre fois par quinzaine, à pied en début de matinée. Tous les oiseaux identifiés, à vue ou à l'oreille, ont été notés avec une attention particulière pour éviter les doubles comptages. Le transect de Bannans part de la dérivation du Drugeon en amont de la minoterie et longe la rivière vers l'aval jusqu'au lieu-dit Mitray, avec une extension latérale jusqu'au marais d'En Vau-Les-Aigues situé pour partie sur la commune de La Rivière-Drugeon. Ce transect mesure environ 5,4 km, dont 1,4 km en longeant la rivière. Il échantillonne le peuplement aviaire de la rivière, des marais plus ou moins boisés de saules, de bouleaux et de quelques épicéas, les prairies et pâtures limitrophes. La retenue de la minoterie est la seule zone humide de ces deux transects soustraite à la chasse, car

elle est accolée à une maison d'habitation. Le transect de Sainte-Colombe part du village, traverse les prairies mésophiles puis humides pour rejoindre pratiquement l'extrémité aval du transect de Bannans. Il longe ensuite la rivière dans sa partie non reméandree jusqu'au moulin de Chaffois. Le retour au village s'effectue par un chemin agricole qui traverse des prairies mésophiles et humides, un marais et un petit bois de peupliers et d'épicéas. Ce transect mesure 8,6 km, dont 2 km le long de la rivière. Un étang, en forme de U, creusé dans un marais, offre une surface d'eau libre d'environ 3400 m² et fait partie intégrante du recensement. Toutes les observations ont été relevées, mais seules les espèces caractéristiques des milieux humides et aquatiques ont été utilisées. Pour mesurer l'influence de la chasse sur leurs stationnements, nous avons comparé leurs effectifs avant et après l'ouverture de cette dernière en ne retenant que les plus fréquentes, soit celles observées dans au moins 10% des transects. Leurs effectifs comptés avant l'ouverture de la chasse ont été comparés à ceux dénombrés jusqu'à leur pic de migration automnale ou jusqu'à la fin décembre pour ceux qui s'avèrent stables ou en augmentation jusqu'à la fin de l'année.



D. Michelat

Le Drugeon dans la zone dite à Foulque macroule *Fulica atra*. Bannans (25), octobre 2021.

Les phénologies de la migration post-nuptiale données en matériel supplémentaire sont basées sur celles de Franche-Comté (LPO FC 2018) et de Suisse (MAUMARY *et al.* 2007). Nous avons renoncé à comparer les comptages effectués entre début août et l'ouverture de la chasse aux oiseaux d'eau avec ceux qui lui sont postérieurs, car certaines espèces migrent tôt et la majorité de leurs effectifs passe avant début septembre ; il est dès lors impossible de savoir si le déclin qui suit la date d'ouverture est dû à la fin du passage ou à un éventuel dérangement causé par l'activité cynégétique. À pression d'observation équivalente, la comparaison n'était pas pertinente non plus pour la Bécassine des marais *Gallinago gallinago*, dont la phénologie de migration montre deux pics, un fin août, systématiquement avant la date d'ouverture de la chasse, et un deuxième plus important, mi-octobre, mais dont les comptages n'étaient pas forcément utilisés en raison de la variabilité de la date d'ouverture, qui pouvait limiter le nombre de transects parcourus avant la chasse. On notera que le choix retenu est très conservateur et favorise l'absence de réponse numérique des oiseaux d'eau à la chasse, puisqu'on compare chaque année les effectifs en fin de période de reproduction et en début de migration à ceux, en principe nettement plus importants, atteints jusqu'au pic de migration post-nuptiale de chaque espèce (MAUMARY *et al.* 2007 ; LPO FC 2018). Depuis septembre 2010, la localisation des oiseaux aquatiques a également été précisée, selon qu'ils se situaient en zone chassable ou pas, ce qui nous a permis de comparer la distribution des individus des espèces chassables et de certaines espèces protégées avant et après l'ouverture de la chasse. Cette analyse ne porte que sur les espèces dont des effectifs d'oiseaux posés sont égaux ou supérieurs à 30 individus et tient compte de la phénologie de migration de chaque espèce. Enfin, de 2006 à 2019, la date d'ouverture de la chasse a varié du 1^{er} au 14 septembre. Les variations d'effectifs pendant cette période ont été analysées, en comparant les comptages effectués en période chassable (13 comptages à Bannans

et 13 à Sainte-Colombe) à ceux effectués en période non chassable (17 comptages à Bannans et 18 à Sainte-Colombe).

La pression de dérangement par la chasse a été évaluée depuis 2013 par dénombrement des coups de fusil entendus le jour de l'ouverture, généralement depuis Sainte-Colombe mais également sur d'autres communes en 2014, et durant les parcours des transects de Bannans et de Sainte-Colombe, de septembre 2012 à fin décembre 2019.

Statistiques

L'étude de l'effet de certaines variables (espèce, période, statut chasse/non-chasse, etc.) sur les effectifs dénombrés nécessite de prendre en compte l'emboîtement des catégories. Nous avons donc utilisé des modèles linéaires généralisés multiniveaux (GLMM) avec une fonction de lien de Poisson (la variable réponse est un compte). Les effectifs moyens de chaque espèce pouvant varier d'une année à l'autre, l'année a donc été considérée comme une variable aléatoire. Les comptages, de plus, ne sont pas indépendants à l'intérieur d'une année. Ils sont réalisés à intervalles moyens de 5,8 jours sur le même transect. La date de comptage a donc elle aussi été considérée comme une variable aléatoire, emboîtée dans l'année. L'espèce et la période (« chasse », « non-chasse »), constituent des variables indépendantes. Par exemple, pour un transect, on a le modèle suivant $n_{ijk} = a + bx_{1ijk} + cx_{2ijk} + u_{jk} + \sum_{ijk}$ avec n l'effectif i de l'année j et du comptage k , a, b, c les coefficients, x_{1ijk} l'espèce, x_{2ijk} la période (« chasse », « non-chasse »), u_{jk} l'effet aléatoire année/date, \sum_{ijk} les résidus. Les comparaisons d'effectifs ont été réalisées en utilisant le test du χ^2 . Les calculs statistiques et les graphes ont été effectués dans l'environnement R 4.0.3, avec les bibliothèques `readxl`, `lme4`, `rgdal`, `rgeos`, et `pgirmess`. Les figures ont été assemblées grâce au logiciel open-source `Inkscape` 0.92.4.

Accès aux données

Les données de cette étude, un certain nombre de graphes supplémentaires et la géolocalisation des transects de Bannans et Sainte-Colombe (fichier `kml`) sont accessibles dans le matériel supplémentaire (dépôt Zenodo, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4540002>).

Catégorie	A	p(Ho)	B	p(Ho)
Longueur non chassable	37,7%		31,1%	
Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i> (pr)	54,7 % (N=53)	0,0135	47,8% (N=46)	0,0175
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> (ch)	91,7 % (N=12)	0,0010	66,7% (N=3)	0,2224
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> (ch)	64,3% (N=14)	0,0585	61,5 (N=13)	0,0290
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> (ch)	87,6% (N=1351)	0,0005	82,8% (N=872)	0,0005
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> (ch)	90,2% (N=123)	0,0005	70,0% (N=40)	0,0005
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> (pr)	67,2% (N=61)	0,0005	63,6% (N=55)	0,0005
Râle d'eau <i>Rallus aquaticus</i> (ch)	23,3% (N=30)	0,1354	20,7% (N=29)	0,2309
Gallinule poule-d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (ch)	77,3% (N=22)	0,0005	76,5% (N=17)	0,0005
Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (ch)	77,6% (N=170)	0,0005	70,9% (N=127)	0,0005
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i> (pr)	23,6% (N=72)	0,0085	14,3% (N=63)	0,0040
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i> (pr)	16,7% (N=24)	0,0385	9,1% (N=22)	0,0350
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i> (ch)	41,5% (N=159)	0,3233	37,9% (N=145)	0,0865
Martin-pêcheur d'Europe <i>Alcedo atthis</i> (pr)	31,8% (N=44)	0,4353	32,4% (N=37)	0,8726
CinCLE plongeur <i>Cinclus cinclus</i> (pr)	77,8% (N=18)	0,0005	66,7% (N=3)	0,2269
Bergeronnette des ruisseaux <i>Motacilla cinerea</i> (pr)	100% (N=11)	0,0005	100, % (N=11)	0,0005
Total espèces chassables	81,7% (N=1905)	0,0005	74,2% (N=1265)	0,0005
Total espèces protégées	48,4% (N=306)	0,0005	41,6% (N=255)	0,0005
Total espèces	77,1% (N=2211)	0,0005	68,7% (N=1520)	0,0005

Tabl. 1 Proportion, dans les zones non chassables, des effectifs des 15 espèces d'oiseaux d'eau les plus abondantes par rapport à leur effectif total sur le parcours complet (A) et sur le parcours amputé de la zone à Cincle et de l'étang de La Rivière-Druegeon (B) (ch : espèce chassable ; pr : espèce protégée). $p \leq 0,05$ indique que la distribution du nombre d'individus entre les zones chassable et non chassable n'est pas aléatoire. Les caractères gras mettent en évidence les valeurs montrant un effet de la chasse sur la distribution des espèces.

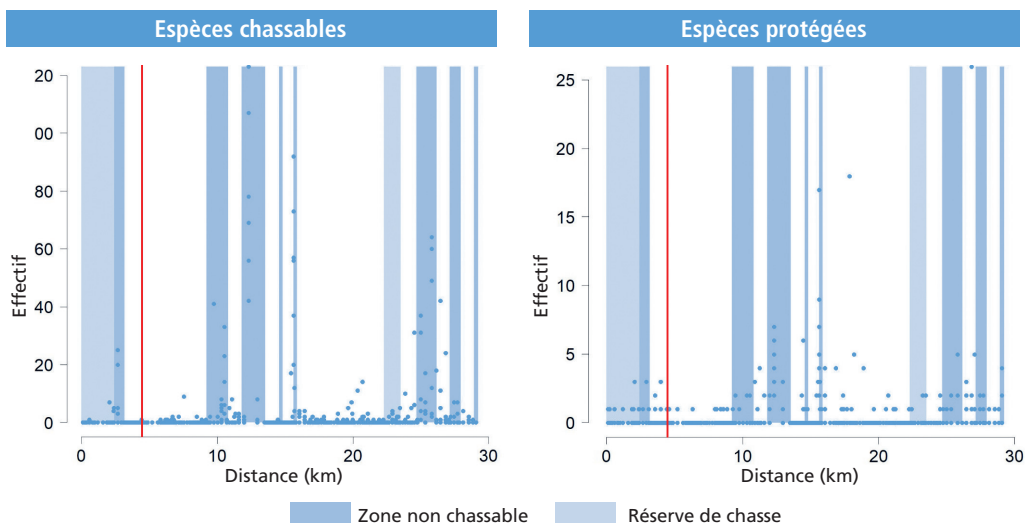


Fig. 2 Distribution et abondance 2014-2019 des espèces d'oiseaux d'eau, chassables ou protégées, le long du Druegeon. L'axe des abscisses indique la distance (en kilomètres) du point de départ (Pont de Dompierre) jusqu'à la fin du parcours (Pont Rouge). Le trait vertical rouge symbolise la limite entre la zone à Cincle plongeur *Cinclus cinclus* (en amont) et la zone à Foulque macroule *Fulica atra* (en aval). Les bandes bleu clair indiquent les portions de rivière qui sont en réserve de chasse, les bleu foncé les portions non chassables du Druegeon.

Résultats

Distribution spatiale des oiseaux le long du Drugeon

Vingt-huit espèces ont été répertoriées de 2014 à 2019. La diversité et les effectifs ont fluctué selon les années, avec des maxima les années très humides en raison de zones inondées dans le lit majeur de la rivière, et un minimum en 2017, année de grande sécheresse. Quinze espèces ont finalement pu être retenues : Cygne tuberculé *Cygnus olor*, Sarcelle d'hiver *Anas crecca*, Canard colvert *A. platyrhynchos*, Fuligule milouin *Aythya ferina* et morillon *A. fuligula*, Grande Aigrette *Ardea alba*, Héron cendré *A. cinerea*, Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, Râle d'eau *Rallus aquaticus*, Gallinule poule-d'eau *Gallinula chloropus*, Foulque macroule, Bécassine des marais, Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*, Cincle plongeur et Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea*. La figure 2 montre la distribution spatiale de l'ensemble des espèces chassables et des protégées le long du cours d'eau. Les distributions par espèces sont disponibles dans le matériel supplémentaire. Les réserves de chasse représentent 3,65 km, soit 12,5 % du cours d'eau prospecté, mais 1,22 km (soit 5 %) de la zone à Foulque. Les portions non chassables du Drugeon totalisent 7,36 km (25,2 %), mais 6,61 km (27%) de la zone à Foulque. La plus grande des retenues, l'étang de La Rivière-Drugeon, attire la plus importante diversité d'espèces et les effectifs principaux. Son double statut particulier, d'une part de grand plan d'eau, d'autre part de zone non chassable, nous a conduits à le sortir d'une partie des résultats présentés ci-après pour ne pas les biaiser en défaveur de la chasse (cf. tabl. 1, colonne B). Parmi les autres plans d'eau, seul le barrage de la minoterie de Bannans n'est pas chassable et c'est le seul à accueillir plusieurs dizaines d'oiseaux d'eau de manière régulière.

Le tableau 1 présente les proportions d'effectifs dans les zones non chassables pour les 15 espèces d'oiseaux à effectifs supérieurs à 10 individus le long du cours d'eau et pour l'ensemble des espèces chassables et protégées.

Nous n'avons pas détecté d'effet de la chasse sur la distribution spatiale de huit espèces. Il s'agit du Héron cendré, de la Grande Aigrette, du Martin-pêcheur d'Europe, du Cincle plongeur, de la Bergeronnette des ruisseaux, espèces protégées, et du Fuligule milouin, du Râle d'eau et de la Bécassine des marais espèces chassables. Le Cincle plongeur et la Bergeronnette des ruisseaux sont présents très majoritairement en zone non chassable en raison de leurs exigences écologiques. Ils recherchent en effet les secteurs avec de l'eau courante peu profonde qu'ils trouvent dans la zone à Cincle et dans les villages de Bonnevaux et de La Rivière-Drugeon. Le Fuligule milouin a surtout été observé sur l'étang de La Rivière-Drugeon et les très faibles effectifs répartis sur le reste du cours d'eau (3 individus) ne permettent pas de mesurer l'impact de la chasse sur sa distribution spatiale. La Bécassine des marais n'est pas inféodée à la rivière, préférant les milieux humides avec de l'eau affleurante. Cette exigence explique en grande partie ses effectifs plus élevés les années d'inondations. L'espèce est présente tout le long de la zone à Foulque, mais des individus fréquentent aussi les abords du Drugeon dans les villages, non seulement à l'étang de La Rivière-Drugeon, mais également à Bouverans, Houtaud et Dommartin. Les différences de fréquentation entre zones chassables et non chassables n'apparaissent pas significatives. Les quatre autres espèces sont largement réparties dans la zone à Foulque; le Héron cendré et la Grande Aigrette étant même significativement plus abondants dans les zones chassées.

	Toutes espèces		Espèces chassables		Espèces protégées	
	A	B	A	B	A	B
Zones chassables	4,6	4,8	3,2	3,3	1,4	1,5
Réserves de chasse	2,7	4,4	2,0	3,7	0,7	0,7
À proximité des habitations	37,2	26,8	34,2	24,1	3,0	2,7

Tabl. 2 Moyennes annuelles 2014-2019 du nombre d'oiseaux d'eau, par kilomètre de rivière, en fonction du statut de chasse des espèces et de l'activité de chasse : A : sur l'ensemble du cours d'eau ; B : sur le cours d'eau, sans la zone à Cincle et l'étang de La Rivière.

À l'opposé, sept espèces ont une distribution spatiale fortement influencée par la chasse avec des effectifs qui se concentrent dans les zones non chassables. Ce sont la Sarcelle d'hiver, le Canard colvert, le Fuligule morillon, la Gallinule poule-d'eau et la Foulque macroule (chassables), le Cygne tuberculé et le Grèbe castagneux (protégés).

Sur la période 2014-2019, on obtient une moyenne annuelle de 12,6 oiseaux d'eau/km de rivière sur l'ensemble du cours d'eau; elle

est de 10,5 individus/km si on écarte la zone à Cincle et l'étang de La Rivière-Drugeon. Cette moyenne annuelle cache une grande disparité vis-à-vis de la chasse (*tabl. 2*). Les différences d'abondance d'oiseaux d'eau entre les zones chassables ou non sont très significatives (χ^2 , $p=0,0005$).

Les différences sont également importantes selon le statut d'espèces chassables ou protégées (*tabl. 1*). Ainsi, 81,7% des individus des espèces chassables stationnent dans

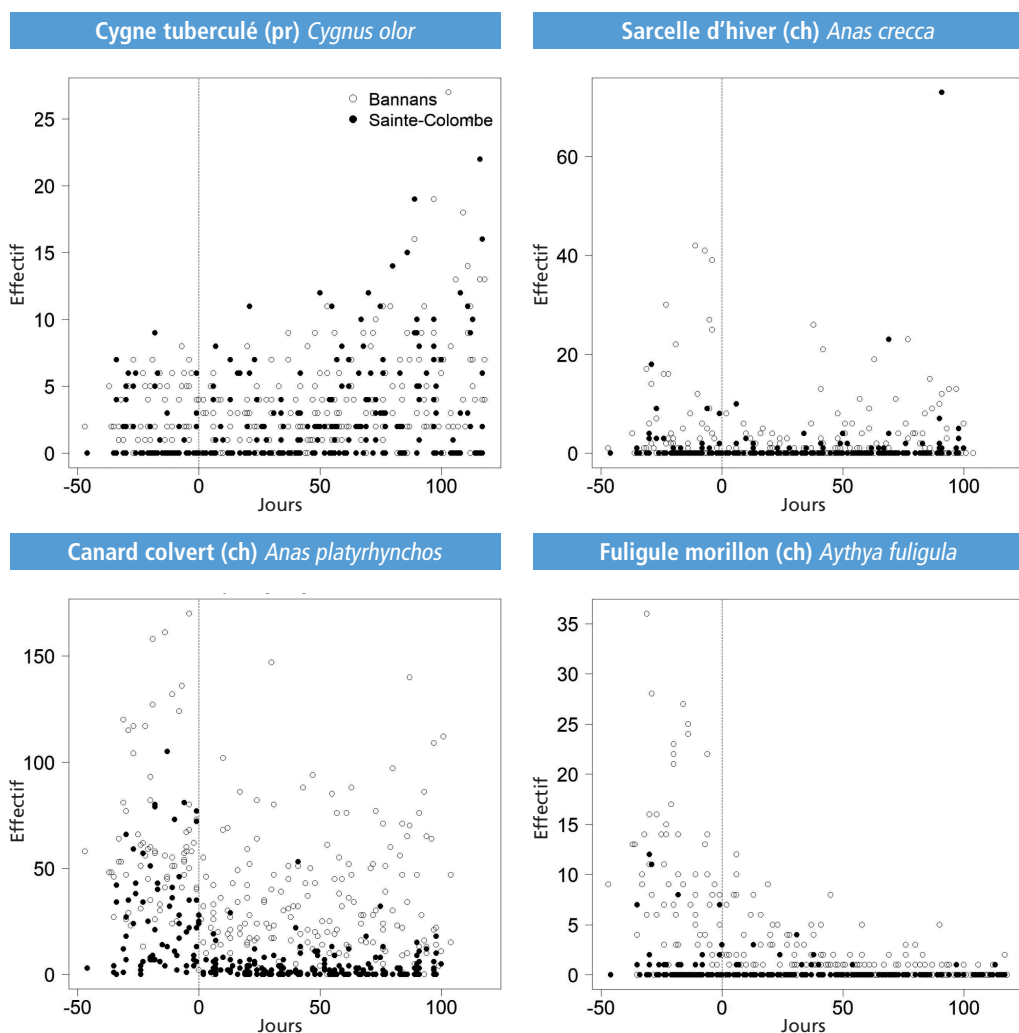
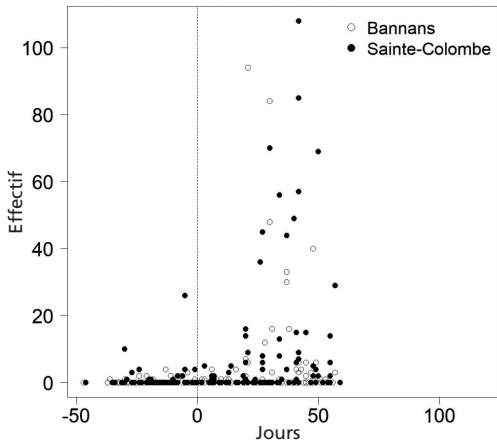
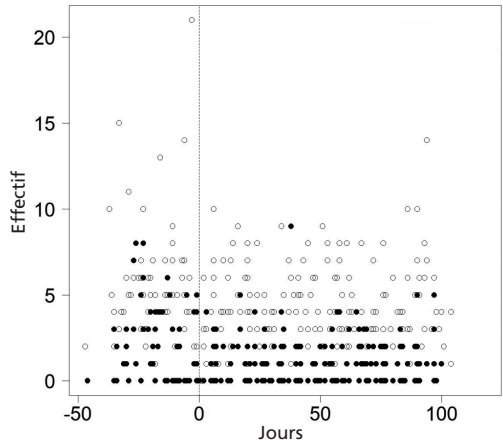


Fig. 3 Abondance des quatre principales espèces d'Anatidés sur les transects de Bannans et de Sainte-Colombe en fonction de la date d'ouverture de la chasse aux oiseaux d'eau (valeur 0). Chaque point correspond à un comptage effectué entre le 1^{er} septembre 2006 et le 31 décembre 2019, les blancs pour le transect de Bannans, les noirs pour le transect de Sainte-Colombe; ch: espèce chassable; pr: espèce protégée.

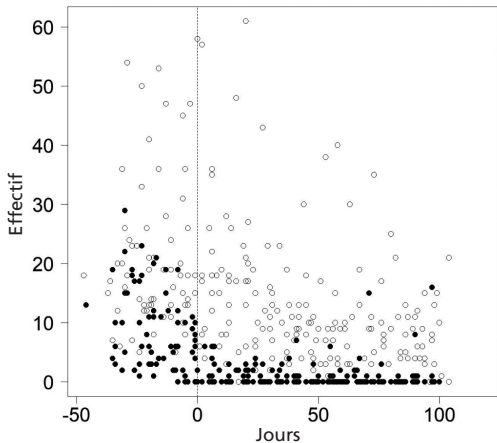
Grand Cormoran (pr) *Phalacrocorax carbo*



Grèbe castagneux (pr) *Tachybaptus ruficollis*



Foulque macroule (ch) *Fulica atra*



Bécassine des marais (ch) *Gallinago gallinago*

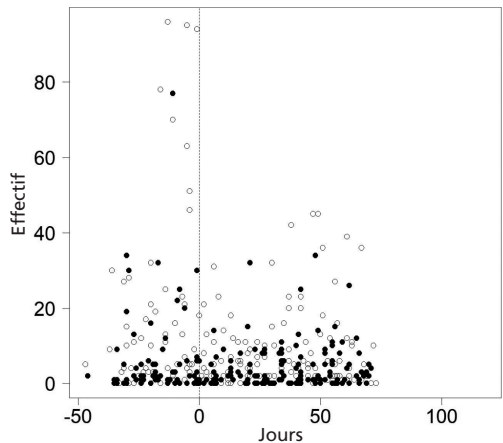


Fig. 4 Abondance de quatre autres espèces d’oiseaux d’eau sur les transects de Bannans et de Sainte-Colombe en fonction de la date d’ouverture de la chasse. Symboles, cf. fig. 3.

les villages ou à proximité des habitations, alors que ces secteurs représentent 37,7 % du linéaire du cours d’eau prospecté. Ce pourcentage est encore de 72,1 % si on écarte l’étang de La Rivière-Drugeon et la zone à Cingle (soit sur 31,3 % du linéaire), ce qui revient pratiquement à avoir les trois quarts des oiseaux chassables sur un tiers du linéaire de la rivière. Le détail de leur répartition par secteurs est donné dans le *tableau 2*. Les différences d’abondance sont très significatives entre les zones chassables et les zones non chassables (χ^2 , $p=0,0005$).

Pour les espèces protégées, la sélection de l’habitat en fonction du statut de chasse est moins marquée puisque 48,4 % des individus ont été observés dans les villages ou à proximité des bâtiments sur l’ensemble du cours d’eau prospecté. Ce pourcentage est encore de 41,6 % si on ne tient pas compte de l’étang de La Rivière-Drugeon ni de la zone à Cingle. Le détail de leur répartition par secteurs est donnée dans le *tableau 2*. Les différences d’abondance entre les zones qui sont chassables et celles qui ne le sont pas sont également très significatives (χ^2 , $p=0,0005$).

Évolution des effectifs à Bannans et à Sainte-Colombe

De 2006 à 2019, 275 (Bannans) et 286 (Sainte-Colombe) parcours de transects ont été réalisés entre le 1^{er} août et le 31 décembre. Au cours de ces 561 recensements, 85 espèces caractéristiques des milieux humides ont été observées ; 27 ont été rencontrées durant au moins 10 % des comptages et ont été retenues comme candidates pour permettre une comparaison des effectifs avant et après l'ouverture de la chasse. Toutefois, neuf ont ensuite été écartées en raison de leur phénologie trop précoce (Chevalier culblanc *Tringa ochropus*, Hirondelle de rivage *Riparia riparia*, Phragmite des joncs *Acrocephalus schoenobaenus*, Rousserolle verderolle *A. palustris* et effarvate *A. scirpaceus*), ou trop tardive (Goéland leucophaée *Larus michahellis*, Rémiz penduline *Remiz pendulinus*, Pipit spioncelle *Anthus spinoletta* et Sizerin cabaret *Acanthis flammea cabaret*) par rapport à l'ouverture de la chasse.

Les analyses portent donc sur 18 espèces, dont les variations temporelles d'abondance sont disponibles en matériel supplémentaire : Cygne tuberculé, Sarcelle d'hiver, Canard colvert, Fuligule milouin et morillon, Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo*, Grande Aigrette, Héron cendré, Grèbe castagneux, Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, Râle d'eau, Gallinule poule-d'eau, Foulque

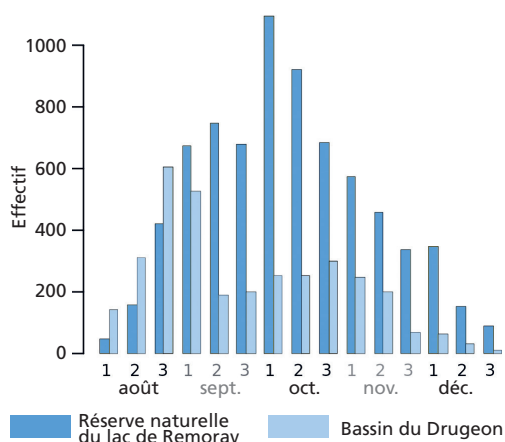
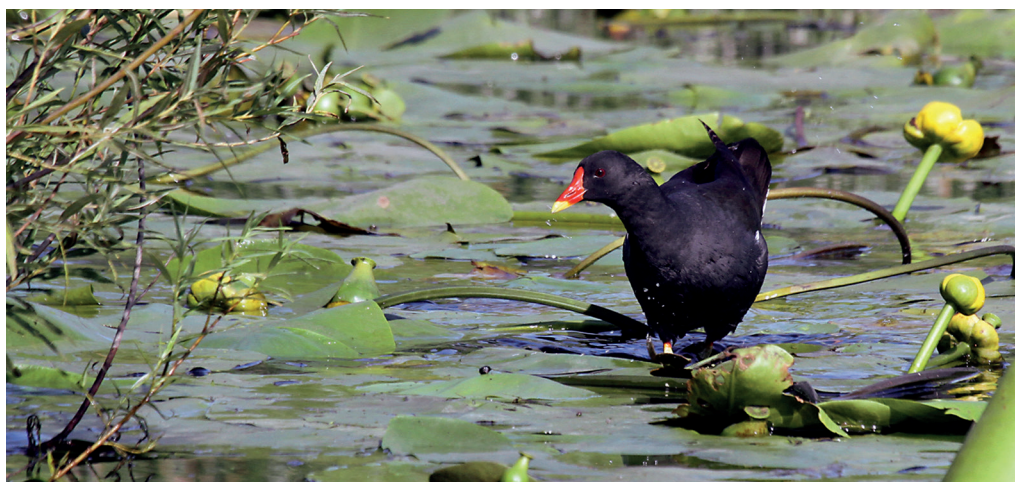


Fig. 5 Phénologie de la migration post-nuptiale de la Bécassine des marais *Gallinago gallinago* dans la réserve nationale naturelle (RNN) du lac de Remoray (données fournies par la RNN) et dans le bassin du Drugeon (données des transects).

macroule, Bécassine des marais, Martin-pêcheur d'Europe, Bergeronnette des ruisseaux, Pipit farlouse *Anthus pratensis* et Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus*.

Les figures 3 et 4 montrent respectivement les variations d'abondance des quatre principales espèces d'Anatidés et de quatre autres d'oiseaux d'eau sur les transects de Bannans et de Sainte-Colombe, en fonction de la date d'ouverture de la chasse.



D. Michelat

Les effectifs de Gallinule poule-d'eau *Gallinula chloropus* diminuent significativement après l'ouverture de la chasse le long des transects de Bannans (25) et de Sainte-Colombe (25), alors qu'ils devraient augmenter compte-tenu de la phénologie de migration de l'espèce. Bannans, août 2019.

Les espèces non présentées dans le corps du texte le sont en matériel supplémentaire (fichier Mat sup 4 Hunting season onset). Pour chaque graphique, la logique voudrait que l'on voie les effectifs augmenter, puisqu'on compare ceux en fin de période de reproduction et en début de migration à gauche de l'origine, à ceux en principe nettement plus importants à droite, puisque mesurés jusqu'aux pics de migration post-nuptiale de chaque espèce.

Cinq des 18 espèces montrent des phénomologies correspondant à l'hypothèse de départ,

soit une nette croissance des effectifs sur les deux transects au cours de l'automne: le Cygne tuberculé, le Grand Cormoran, la Grande Aigrette, la Bergeronnette des ruisseaux et le Pipit farlouse. Un test de comparaison des moyennes des effectifs avant et après l'ouverture de la chasse révèle que toutes ces augmentations sont significatives.

Le Martin-pêcheur d'Europe voit ses effectifs croître de manière significative à Bannans, mais pas à Sainte-Colombe, tandis que le nombre de Bruants des roseaux diminue de manière significative après l'ouverture de la

Espèce	Période	Effectifs	% en zone non chassée	% en zone chassée
Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i> (pr)	avant ouverture	55	89,1	10,9
	après ouverture	366	43,7	56,3
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> (ch)	avant ouverture	71	88,7	11,3
	après ouverture	41	90,2	9,8
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> (ch)	avant ouverture	380	63,4	36,6
	après ouverture	235	80,9	19,1
Canard souchet <i>Spatula clypeata</i> (ch)	avant ouverture	7	0	100
	après ouverture	29	62,1	37,9
Canard chipeau <i>Mareca strepera</i> (ch)	avant ouverture	0	-	-
	après ouverture	93	94,6	5,4
Canard siffleur <i>Mareca penelope</i> (ch)	avant ouverture	0	-	-
	après ouverture	39	66,7	33,3
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> (ch)	avant ouverture	115	5,2	94,8
	après ouverture	332	31,9	68,1
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> (ch)	avant ouverture	1116	35,7	64,3
	après ouverture	6790	86,6	13,4
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> (pr)	avant ouverture	83	38,6	61,4
	après ouverture	394	54,3	45,7
Râle d'eau <i>Rallus aquaticus</i> (ch)	avant ouverture	16	6,3	93,7
	après ouverture	68	17,6	82,4
Gallinule poule-d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (ch)	avant ouverture	42	47,6	52,4
	après ouverture	109	65,1	34,9
Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (ch)	avant ouverture	209	51,2	48,8
	après ouverture	1796	83,6	16,4
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i> (ch)	avant ouverture	0	-	-
	après ouverture	30	0	100
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i> (ch)	avant ouverture	259	0	100
	après ouverture	374	30,2	69,8

Tabl. 3 Évolution de la répartition des principales espèces d'oiseaux d'eau (ch : espèce chassable ; pr : espèce protégée) sur le transect de Bannans, avant et après l'ouverture de la chasse. Celles connaissant des augmentations significatives (au risque 0,05 ; χ^2) de fréquentation de la zone non chassable après l'ouverture de la chasse sont en gras. La zone non chassable ne représente que 21,5 % du linéaire du transect le long du cours d'eau.

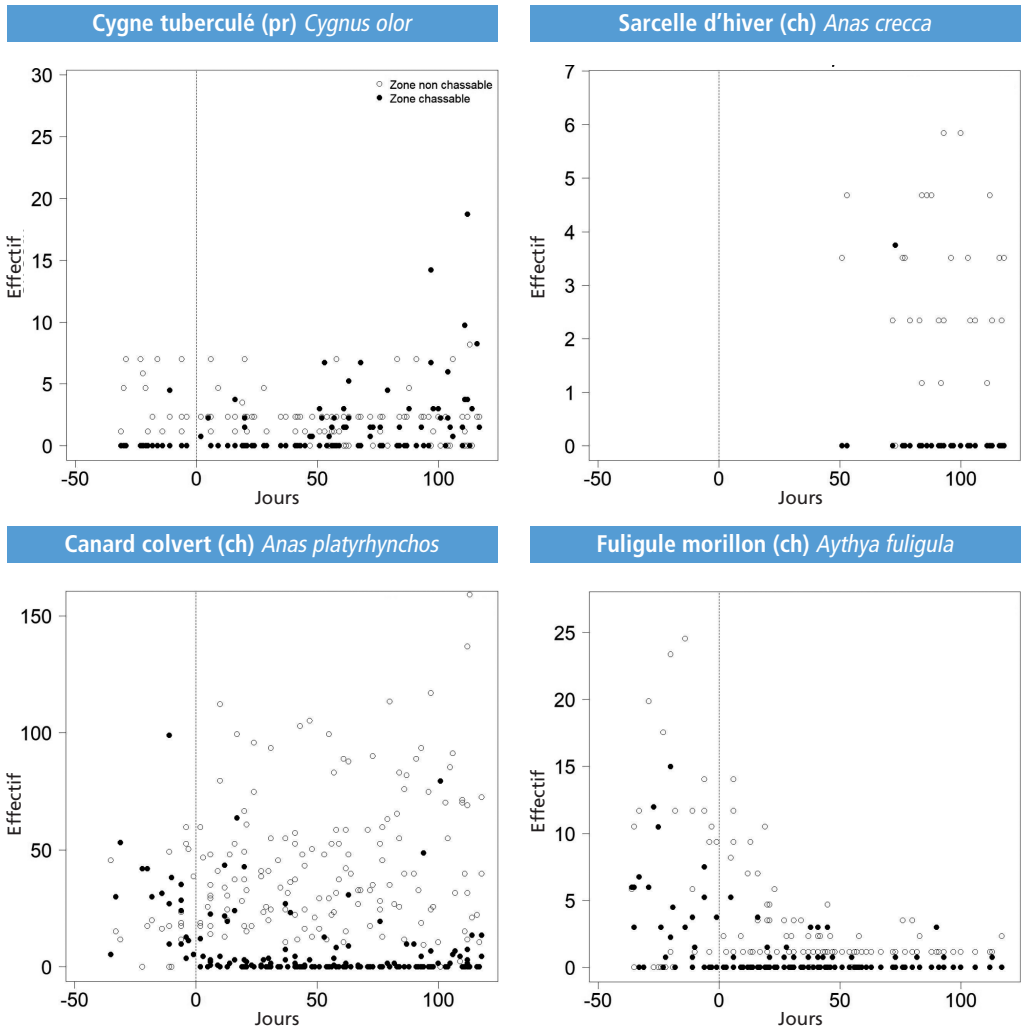


Fig. 6 Abondance des quatre principales espèces d'Anatidés (ch: espèce chassable; pr: espèce protégée) dans la zone chassable (ronds noirs) et dans la zone non chassable (cercles blancs) sur le transect de Bannans, en fonction de la date d'ouverture de la chasse (valeur 0). Chaque point correspond à un comptage effectué entre 2006 et 2019. La zone non chassable ne représente que 21,5 % du linéaire du transect le long du cours d'eau.

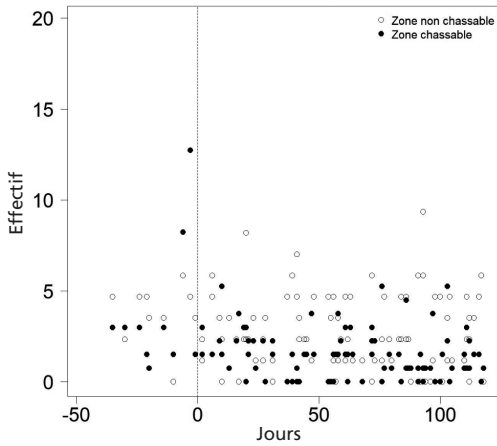
chasse à Bannans mais augmente significativement à Sainte-Colombe.

Les neuf autres espèces montrent des évolutions qui ne correspondent pas au schéma attendu par leur phénologie de migration, puisque leurs effectifs connaissent un déclin plus ou moins important après l'ouverture de la chasse: sept sont chassables (Sarcelle d'hiver, Canard colvert, Fuligules milouin et morillon, Gallinule poule-d'eau, Foulque macroule, Bécassine des marais) et deux protégées (Héron

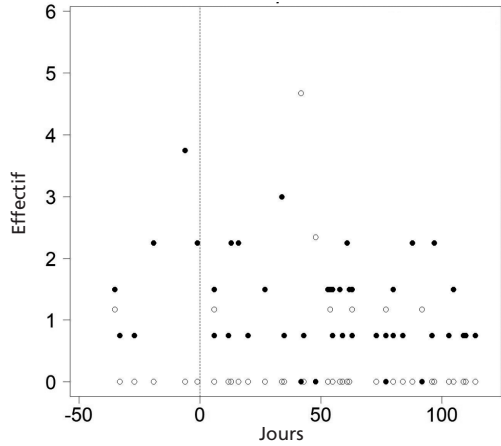
cehré, Grèbe castagneux). Un test de comparaison des moyennes des effectifs avant et après l'ouverture de la chasse révèle que les déclinés sont significatifs pour le Canard colvert, le Fuligule morillon, le Grèbe castagneux, la Gallinule poule-d'eau, la Foulque macroule sur les deux transects et pour le Héron cehré et la Bécassine des marais sur celui de Bannans.

Pour la Bécassine des marais, l'hypothèse d'une absence de pic de migration mi-octobre, sous prétexte de conditions climatiques plus

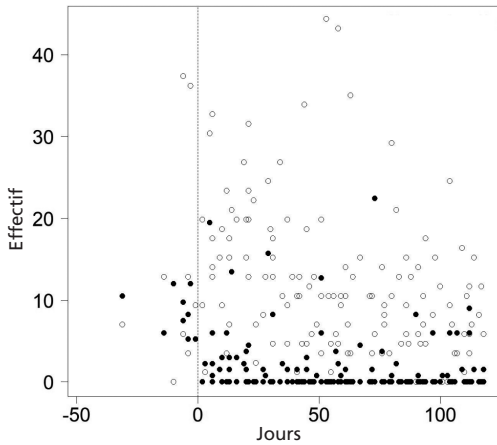
Grèbe castagneux (pr) *Tachybaptus ruficollis*



Râle d'eau (ch) *Rallus aquaticus*



Foulque macroule (ch) *Fulica atra*



Bécassine des marais (ch) *Gallinago gallinago*

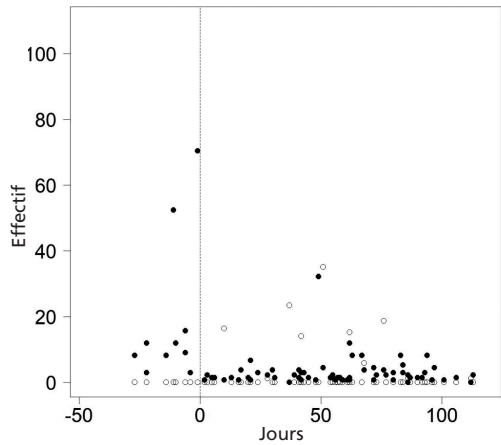


Fig. 7 Abondance de quatre autres espèces d’oiseaux d’eau dans la zone chassable (ronds noirs) et dans la zone non chassable (ronds blancs) sur le transect de Bannans, en fonction de la date d’ouverture de la chasse. Symboles, cf. fig. 6.

rudes en altitude, est réfutée par la phénologie de migration post-nuptiale dans la réserve naturelle nationale du lac de Remoray, qui confirme le deuxième pic de migration automnale à une altitude pourtant légèrement supérieure au bassin du Drugeon (fig. 5).

Pour la plupart de ces espèces, des individus se maintiennent néanmoins après l’ouverture de la chasse, notamment sur le transect de Bannans (Sarcelle d’hiver, Canard colvert, Fuligule morillon, Grèbe castagneux, Gallinule poule d’eau, Foulque macroule), mais nous verrons ci-dessous

que ces oiseaux stationnent majoritairement sur une zone non chassable, en amont du barrage de la minoterie.

Évolution de la distribution spatiale à Bannans

La répartition des principales espèces d’oiseaux d’eau, avant et après l’ouverture de la chasse, est présentée dans le *tableau 3* et les *figures 6* et *7*. La répartition des autres espèces est disponible en matériel supplémentaire (fichier Mat sup 5 Bannans transect).

A : transect de Bannans	Moyenne sans chasse N=13	Moyenne avec chasse N=17	Coefficient	p-value
Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i> (pr)	2,8	1,8	-0,2	0,582
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> (ch)	2,3	0,4	-1,6	0,001
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> (ch)	3,9	3,7	-0,3	0,21
Sarcelle d'été <i>Spatula querquedula</i> (ch)	0,5	0,1	-1,4	0,14
Canard souchet <i>Spatula clypeata</i> (ch)	0,5	0,1	-1,8	0,104
Canard chipeau <i>Mareca strepera</i> (ch)	0,1	0,0	-34,6	1
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> (ch)	70,5	30,9	-0,9	<0,001
Canard pilet <i>Anas acuta</i> (ch)	0,0	0,1	36,1	0,981
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> (ch)	10,6	1,0	-3,5	<0,001
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> (pr)	5,2	4,0	-0,5	0,025
Râle d'eau <i>Rallus aquaticus</i> (ch)	1,8	2,6	0,3	0,259
Marouette ponctuée <i>Porzana porzana</i> (pr)	0,2	0,1	-1,0	0,432
Gallinule poule-d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (ch)	1,2	0,9	-0,2	0,554
Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (ch)	16,9	21,2	0,1	0,454
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i> (pr)	6,8	5,9	0,0	0,94
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i> (pr)	0,5	0,1	-2,4	0,033
Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i> (pr)	0,5	0,4	-0,3	0,72
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i> (ch)	0,0	0,1	33,3	0,978
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i> (ch)	26,4	6,8	-2,1	<0,001
Chevalier guignette <i>Actitis hypoleucos</i> (pr)	0,3	0,0	-26,2	1
Chevalier culblanc <i>Tringa ochropus</i> (pr)	0,5	0,2	-0,8	0,328
Chevalier aboyeur <i>Tringa nebularia</i> (ch)	0,2	0,0	-35,7	1
Chevalier sylvain <i>Tringa glareola</i> (pr)	1,1	0,1	-3,1	0,007

B : transect de Sainte-Colombe	Moyenne sans chasse N=13	Moyenne avec chasse N=18	Coefficient	p-value
Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i> (pr)	0,6	1,2	0,9	0,083
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> (ch)	0,1	0,0	-162,3	1
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> (ch)	1,0	0,3	-1,7	0,016
Sarcelle d'été <i>Spatula querquedula</i> (ch)	0,1	0,0	-162,3	0,968
Canard souchet <i>Spatula clypeata</i> (ch)	0,2	0,1	-2,3	0,343
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> (ch)	29,2	7,6	-2,3	<0,001
Canard pilet <i>Anas acuta</i> (ch)	0,0	0,2	199,9	1
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> (ch)	1,5	0,7	-0,1	0,859
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> (pr)	1,2	1,1	-0,5	0,276
Râle d'eau <i>Rallus aquaticus</i> (ch)	1,8	2,2	0,1	0,642
Gallinule poule-d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (ch)	0,2	0,1	-1,0	0,406
Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (ch)	4,4	1,4	-1,5	<0,001
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i> (pr)	6,8	7,9	0,1	0,495
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i> (pr)	0,2	0,0	-265,0	0,927
Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i> (pr)	2,5	0,5	-1,1	0,058
Courlis cendré <i>Numenius arquata</i> (ch)	0,0	0,1	34,9	0,993
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i> (ch)	7,1	2,7	-0,5	0,058
Chevalier culblanc <i>Tringa ochropus</i> (pr)	0,2	0,4	0,1	0,952
Chevalier aboyeur <i>Tringa nebularia</i> (ch)	0,0	0,1	35,6	0,975
Chevalier sylvain <i>Tringa glareola</i> (pr)	0,2	0,0	-35,3	1

Tabl. 4 Comparaison des effectifs d'oiseaux d'eau (ch: espèce chassable; pr: espèce protégée) du 1^{er} au 14 septembre sur les transects de Bannans et Sainte-Colombe, selon que la chasse est ouverte ou non. Le coefficient est celui du GLMM correspondant au facteur chasse/non-chasse. Un coefficient négatif signifie qu'il y a moins d'individus pendant la période de chasse (l'exponentielle de ce coefficient donne la proportion d'oiseaux en période de non-chasse, observés pendant la période de chasse). Inversement, un coefficient positif indique qu'il y a plus d'oiseaux en période de chasse. Les probabilités significatives sont en gras.



D. Michelat

Les Sarcelles d'hiver *Anas crecca* modifient leur utilisation de l'espace le long du Drugeon après l'ouverture de la chasse. La Rivière-Drugeon (25), février 2019.

La Sarcelle d'hiver, les Canards colvert et souchet *Spatula clypeata* et le Fuligule morillon montrent une fréquentation significativement accrue des zones soustraites à la chasse après l'ouverture (tabl. 3) ainsi que le Grèbe castagneux, bien qu'il soit protégé.

La Gallinule poule-d'eau et la Foulque macroule fréquentent significativement davantage la zone non chassable après l'ouverture de la chasse. On notera que plus l'espèce vit en milieu ouvert, plus la répartition est modifiée par l'activité cynégétique.

Enfin, la Bécassine des marais modifie aussi significativement son utilisation de l'espace en fonction de la chasse.

Évolution des effectifs d'oiseaux d'eau sur la période du 1^{er} au 14 septembre

Entre 2006 et 2019, la date d'ouverture de la chasse a varié entre le 1^{er} et le 14 septembre. Durant ces deux semaines, nous avons comparé les effectifs d'oiseaux d'eau suivant que les comptages étaient effectués en période chassable ou non chassable pour les transects de Bannans et de Sainte-Colombe. La synthèse des résultats est présentée dans le *tableau 4*.

La comparaison révèle que la diminution des effectifs en période de chasse est significative pour sept espèces à Bannans et pour trois à Sainte-Colombe (tabl. 4); elle est proche de ce seuil pour la Bécassine des marais à Sainte-Colombe. À l'opposé aucune des 20 espèces analysées n'est significativement plus abondante pendant cette période de 14 jours quand la chasse est ouverte.

À Bannans, le nombre d'individus des espèces chassables pendant la période de chasse correspond à 48 % de celui en période sans chasse. Si on écarte le Canard colvert parce qu'il fait l'objet de lâchers de dizaines d'individus dans le bassin du Drugeon avant l'ouverture de la chasse, le nombre d'individus en période de chasse correspond à 62 % de celui en période de non-chasse. Les espèces protégées, par contre, ne montrent aucune tendance.

À Sainte-Colombe, on trouve que le nombre d'individus en période de chasse est en moyenne 31 % de celui observé en période de non-chasse. Sans le Canard colvert, le nombre d'individus observés pendant la période de chasse est en moyenne 52 % de celui observé

en période de non-chasse. Comme à Bannans, le nombre d'oiseaux protégés n'est pas significativement différent en période de chasse de celui observé en période de non-chasse.

Estimation de la pression de dérangement

DM a compté le nombre de coups de fusil entendus depuis son domicile le matin de l'ouverture de la chasse aux oiseaux d'eau : 450 entre 7h et 8h30 en 2013, 520 entre 7h et 9h en 2014, 300 entre 7h et 8h en 2015. En 2016, les tirs ont été dénombrés depuis le lac de l'Entonnoir à Bouverans, puisque ce site est classé Espace Naturel Sensible par le département du Doubs : 581 coups de fusil y ont été entendus entre 7h et 8h30. Les années suivantes, ces comptages ont été réalisés pendant le parcours du transect de Sainte-Colombe : 327 coups de fusil en 2017, 365 en 2018, 234 en 2019 et 381 en 2020. La situation de Sainte-Colombe n'est pas un cas isolé pour la vallée du Drugeon. En effet, après avoir communiqué le résultat du comptage effectué le jour de l'ouverture de la chasse aux oiseaux en 2013, d'autres ont été réalisés depuis plusieurs villages en 2014 : 521 coups de fusil ont été comptés entre 7h et 8h30 depuis Chaffois, 413 entre 7h et 9h depuis La Rivière-Drugeon et 336 entre 7h et 9h depuis Frasne. Compte tenu de la distance entre ces villages, il est peu probable que des détonations aient été comptées deux fois.

En dehors des jours d'ouverture, une moyenne de 7,6 coups de fusil ont été entendus lors des transects effectués en période de chasse, de septembre 2012 à fin décembre 2019, avec un minimum de 0 et un maximum de 62.

Discussion

Les recensements menés lors de six automnes le long du Drugeon mettent en évidence que plusieurs espèces d'oiseaux d'eau ont des densités très faibles le long de la rivière et qu'elles trouvent refuge dans les villages ou sur les secteurs non chassables. C'est le cas du Cygne tuberculé, de la Sarcelle d'hiver, du Canard colvert, du Fuligule morillon, du Grèbe castagneux, de la Gallinule poule-d'eau, de la Foulque macroule, mais pas du Héron cendré, de la Grande Aigrette, du Râle d'eau ni du

Martin-pêcheur d'Europe qui ont des effectifs répartis régulièrement le long du cours d'eau.

Les analyses sur les communes de Bannans et de Sainte-Colombe, montrent que :

- les effectifs de plusieurs espèces chassables (Sarcelle d'hiver, Canard colvert, Fuligule morillon, Gallinule-poule-d'eau, Foulque macroule et Bécassine des marais), mais également protégées (Héron cendré, Grèbe castagneux), diminuent après l'ouverture de la chasse, alors qu'ils devraient augmenter en raison de la phénologie de migration de ces espèces ;
- les individus de ces espèces modifient leur distribution spatiale après l'ouverture de la chasse ;
- pendant la première quinzaine de septembre, les effectifs d'oiseaux chassables, mais également de quelques espèces protégées (Grèbe castagneux, Grande Aigrette et Chevalier sylvain) sont significativement plus importants quand la chasse est fermée que quand elle est ouverte.

Ces résultats confirment que la distribution spatiale et les effectifs d'oiseaux d'eau le long du Drugeon subissent l'impact de la chasse, bien au-delà des seuls individus tués, puisque les effectifs augmentent dans les zones non chassées. Par ailleurs, en raison de cette activité, les effectifs globaux sont plus faibles et les oiseaux qui subsistent modifient leur comportement afin d'éviter les secteurs où ils risquent de se faire tuer. Ces deux constats sont des caractéristiques du concept de paysage de la peur (LAMANA & MARTIN 2016).

L'impact de la chasse s'effectue à deux niveaux. D'abord par la mortalité qu'elle provoque, elle diminue la survie des individus. Cette influence est d'autant plus marquée que la pression de chasse est importante (TAMISIER *et al.* 2003). Dans le bassin du Drugeon, la mise en place par la Fédération départementale des chasseurs du Doubs de Prélèvements maximaux autorisés (PMA) pour les Anatidés et la Bécassine des marais est de nature à limiter ce prélèvement, mais des procès-verbaux ont été dressés pour non-respect de cette règle (non-inscription d'oiseaux tués sur le carnet de prélèvement). Pour autant, plus que le nombre d'oiseaux tués, c'est vraisemblablement la fréquence du dérangement qui crée la peur et provoque la fuite des oiseaux. Ensuite, la chasse

est une source de dérangement connue: elle provoque une augmentation de la vigilance à la présence humaine (GAUTHIER-CLERC *et al.* 1998, 2000), de la distance de fuite (MADSEN & FOX 1995), de la fréquence des envols (CASAS *et al.* 2009), une diminution du temps consacré à l'alimentation (BÉLANGER & BÉDARD 1990; TAMISIER & DEHORTER 1999; EVANS & DAY 2002), un départ prématuré des zones chassées (VÄÄNÄNEN 2001) et donc un déplacement des oiseaux vers les sites non chassés (TAMISIER *et al.* 2003). Dans le cadre d'un paysage de la peur, un animal doit consacrer une partie de son énergie pour éviter les situations à haut risque et profiter au maximum des situations à faible risque pour satisfaire toutes ses activités vitales (LIMA & BEDNEKOFF 1999). Les effets de risque peuvent être plus importants que les effets directs et se maintiennent même quand le taux de mortalité est nul (CREEL & CHRISTIANSON 2008). Plusieurs études, citées par TAMISIER *et al.* (2003), mettent en évidence que les oiseaux d'eau diminuent le temps passé sur les sites d'alimentation dans les zones chassées par rapport aux non chassées, induisant presque toujours une diminution des ressources en énergie accessibles. Par conséquent, le dérangement peut affecter la survie et même le succès de reproduction des espèces chassables (TAMISIER *et al.* 2003), mais sans doute aussi de certaines espèces protégées. Nos résultats semblent indiquer que le Martin-pêcheur et les passereaux des milieux humides ne sont pas dérangés pas la chasse. Par contre, ils révèlent que le Cygne tuberculé fréquente préférentiellement les secteurs non chassables le long du cours d'eau, que le Héron cendré voit ses effectifs diminuer sur le transect de Bannans après l'ouverture de la chasse, que le Grèbe castagneux, la Grande Aigrette et le Chevalier sylvain sont plus abondants durant la première quinzaine de septembre quand la chasse est fermée que lorsqu'elle est ouverte, et que le Grèbe castagneux réagit comme plusieurs Anatidés, la Gallinule poule-d'eau, la Foulque macroule et la Bécassine des marais en fréquentant davantage les zones non chassées après l'ouverture de la chasse. Dans leur revue des impacts de la chasse sur les oiseaux d'eau, MADSEN & FOX (1995) citent six études où les espèces protégées subissent également les perturbations causées par la chasse, car

elles sont grégaires et se mêlent souvent aux espèces chassables.

Au premier abord, il peut paraître étonnant qu'une activité pratiquée par un relativement faible nombre de personnes puisse avoir un tel impact, mais le recensement des coups de fusils met en évidence que la pression de tirs est très élevée le matin de l'ouverture de la chasse aux oiseaux. Depuis Sainte-Colombe, selon les années, entre 234 et 520 coups de fusil ont été entendus durant les deux ou trois premières heures de chasse. Les comptages effectués simultanément depuis quatre villages en 2014 et depuis une cinquième commune en 2016 montrent que cette pression doit être considérée comme générale à l'ensemble du bassin du Drugeon. Face à une telle pression de tirs, les oiseaux qui ne sont pas tués n'ont guère d'autres solutions que de se réfugier sur les sites non chassés ou d'émigrer. MADSEN & FOX (1995) citent une étude allemande montrant que 256 Colverts sur les 650 présents ont été tués au cours d'une journée de chasse, mais que seulement 100 ont stationné ensuite sur le plan d'eau – ce qui implique qu'environ 300 individus l'ont quitté (JETTKA 1986). Nos résultats montrent que la fuite ou le report sur les zones refuges s'inscrivent sur le long terme, alors que les tirs sont beaucoup moins nombreux après l'ouverture. TAMISIER *et al.* (2003) précisent que, même à faible intensité, la chasse a un impact important sur les effectifs. Ainsi, au Danemark, il a été montré que la présence d'un seul chasseur sur un kilomètre de côte ou une fréquence inférieure à 50 coups de fusil à l'heure était responsable de l'absence d'oiseaux (FOX & MADSEN 1997 *in* TAMISIER *et al.* 2003).

Dans leur synthèse respective sur les effets du dérangement par la chasse sur les oiseaux d'eau, MADSEN & FOX (1995) et TAMISIER *et al.* (2003) indiquent que les effectifs d'oiseaux d'eau présents sur les sites non chassés sont généralement de 5 à 50 fois supérieurs à ceux des sites chassés. En Franche-Comté, la démonstration en a été apportée lors de la mise en réserve du plan d'eau de Biaufond dans la vallée du Doubs. La création de cette réserve de chasse s'est traduite par une augmentation de la richesse spécifique, de la régularité d'apparition et des effectifs des quatre espèces chassables les plus communes



D. Michelat

Bien que la Grande Aigrette *Ardea alba* soit protégée, ses effectifs sont significativement plus importants durant la première quinzaine de septembre le long du transect de Bannans quand la chasse est fermée que lorsqu'elle est ouverte. Bonnevaux (25), avril 2015.

(Canard colvert, Fuligules milouin et morillon, Foulque macroule) et de l'effectif de l'ensemble du peuplement d'oiseaux d'eau, de sorte qu'il y avait huit fois plus d'oiseaux d'eau sur cette retenue après sa mise en réserve que lorsque la chasse y était ouverte (LONCHAMPT & MICHELAT 2000). Si TAMISIER *et al.* (2003) ne mentionnent aucun contre-exemple à ce cadre général, MADSEN & FOX (1995) citent quatre cas sur les 18 étudiés, où la mise en réserve n'a eu aucun impact sur le peuplement de canards. MADSEN & FOX (1997) considèrent néanmoins que la création de zones sans perturbation se traduit par une augmentation considérable des oiseaux en migration et en hivernage, surtout des espèces chassables mais également les limicoles grégaires. TAMISIER *et al.* (2003) ajoutent que les populations d'oiseaux d'eau diminuent quand la chasse est pratiquée sur un site où elle ne l'était pas.

Nos résultats montrent également que la chasse modifie l'utilisation de l'espace par les

oiseaux. D'autres études vont aussi dans ce sens (EWANS & DAY 2002). La chasse n'affecte pas seulement les oiseaux aquatiques (oies, canards, foulques, rallidés), mais également les autres espèces. CASAS *et al.* (2009) ont montré que le comportement et la répartition des Vanneaux huppés, Pluviers dorés *Pluvialis apricaria* et Outardes canepetières *Tetrax tetrax* sont modifiés par cette activité, puisque la chasse se traduit par une augmentation de la vigilance et des envols au détriment des périodes de repos, mais aussi par une fréquentation accrue des réserves pendant les jours de chasse. Or, dans le bassin du Drugeon comme dans de nombreux départements de France, les oiseaux d'eau peuvent être tués 7 jours sur 7 pendant la saison de chasse, puisque le jour de non-chasse ne concerne pas celle en poste aux oiseaux d'eau et aux migrateurs et qu'elle peut se pratiquer depuis deux heures avant l'heure légale de lever du soleil jusqu'à deux heures après son coucher. La chasse induit donc une



D. Michelat

Le Râle d'eau *Rallus aquaticus* est la seule espèce chassable dont la répartition le long de la rivière ne semble pas affectée par la chasse. Bannans (25), août 2019.

perte pour l'accès à des habitats favorables pendant la journée et une partie de la nuit au moins. Cette situation est certainement très préjudiciable, puisque plusieurs études citées par MADSEN & FOX (1995) indiquent que les accès aux zones de remise et de gagnage en hiver sont des facteurs limitants pour des populations de canards et de limicoles.

De plus, un animal ne quitte le site où il est dérangé que s'il dispose d'un lieu de remplacement. Si ce n'est pas le cas ou si le coût de la fuite est trop important en terme de survie, il peut rester sur place. Ainsi, son séjour en un lieu où il est menacé peut signifier l'absence d'alternative au risque de se faire tuer (GILL *et al.* 2001). Le long du Drugeon, les villages et les plans d'eau non chassables offrent des refuges, mis à profit par des Anatidés, certains Rallidés et même le Grèbe castagneux. Nos résultats montrent qu'ils abandonnent les

zones où ils risquent de se faire tuer. Sur le transect de Bannans, la modification de l'utilisation de l'espace par ces espèces en période de chasse est également une réponse au risque de se faire tuer. Pour autant, rien ne prouve que ces refuges sont des habitats favorables pour ces individus. Le fait qu'une majorité d'oiseaux fréquente les zones chassables avant l'ouverture de la chasse est le signe qu'elles sont favorables et de nature à fournir des ressources correspondant aux besoins vitaux de ces individus. Si on aborde la question par l'angle opposé, les refuges fréquentés par les oiseaux en période de chasse seraient de moins bonne qualité pour répondre à leurs besoins. Ainsi, les oiseaux qui y sont confinés sortiront de la saison de chasse, certes avec plus de chance d'être vivants, mais très probablement en moins bonne condition que s'ils avaient pu exploiter les milieux les plus favorables durant

toute cette période. La Bécassine des marais semble dans cette situation. Pour ce limicole, les villages et les zones refuges le long du Drugeon ne paraissent que très marginalement favorables. Sur le transect de Bannans, les individus fréquentent la petite zone soustraite à la chasse qu'après l'ouverture, ce qui indique qu'elle ne leur est guère favorable mais qu'elle constitue un refuge pour certains individus quand le risque sur les autres secteurs est très important. Cette situation peut avoir des conséquences sur l'état physiologique des oiseaux. À titre d'exemple, HOLM *et al.* (2011) ont montré que, suite à l'ouverture de la chasse, les Foulques avaient déplacé leurs aires d'alimentation préférées vers l'intérieur de la réserve, dans un habitat sous-optimal où la profondeur d'eau était plus importante, induisant des coûts d'alimentation plus élevés. De même, dans la vallée du Saint-Laurent (Canada), BÉCHET *et al.* (2003) ont montré que le dérangement causé par la chasse au printemps contraint les Grandes Oies des neiges *Anser caerulescens* à se nourrir sur les sites moins riches en nourriture, si bien qu'elles quittent les zones de stationnement en moins bonne condition corporelle et se reproduisent moins bien que les individus soustraits aux dérangements.

Le rapport LEFEUVRE (1999) concluait en donnant des pistes sur les mesures à prendre pour limiter les impacts négatifs de la chasse (dont la limitation du dérangement) et protéger la biodiversité. Vingt ans après, elles n'ont presque jamais été mises en œuvre. Il est important de signaler qu'aucune des espèces citées dans ce travail n'atteint des effectifs tels que la question de la limitation des populations se pose (dégâts aux cultures, nuisances, etc.). Au contraire, une étude récente basée sur les statistiques de la chasse sur 82 espèces d'oiseaux chassables de l'annexe II de la directive oiseaux dans les 24 pays de l'Union européenne, de la Suisse et de la Norvège, montre que la chasse peut annuler les efforts de conservation mis en place (HIRSCHFELD *et al.* 2019). La chasse n'est d'ailleurs pas la seule source de dérangement des oiseaux. TAMISIER *et al.* (2003) citent trois études montrant des activités humaines provoquant des dérangements supérieurs à ceux de la chasse: distance de fuite supérieure chez certains oiseaux face à une planche à voile que face à un chasseur, envol d'une proportion plus

grande d'oiseaux au passage d'un avion de transport que suite à un coup de fusil, dérangement plus important aux passages d'un avion ou de promeneurs que suite à des coups de feu. MADSEN & FOX (1995) considèrent cependant que la chasse est plus perturbatrice que les autres activités, comparable uniquement aux effets d'un avion volant à faible altitude. Plus récemment, DOOLEY *et al.* (2010) ont mis en évidence que des Canards colverts exposés à des tirs au fusil avaient une distance d'envol de 17 à 35% supérieure à celle de Colverts dérangés par des promeneurs. La confiance que montre la faune sauvage dans les endroits où elle n'est plus chassée de longue date démontre que c'est bien le risque de se faire tuer qui provoque la crainte: oiseaux en ville comme les oiseaux d'eau dans les villes suisses, Bouquetins des Alpes *Capra ibex* dans les réserves de chasse et les parcs nationaux alpins, grande faune dans les réserves africaines ou d'Amérique du Nord, oiseaux de mer dans les colonies des îles Britanniques, de Scandinavie, limicoles sur les plages nord-américaines, oiseaux et mammifères des Terres australes françaises, etc.

Fort de ces constats, la question du maintien d'un tel type de chasse dans les sites Natura 2000 et Ramsar mérite d'être posée, puisque l'un des objectifs de ces réseaux est justement d'enrayer la perte de biodiversité (Ministère de la Transition écologique: <https://www.ecologie.gouv.fr/reseau-europeen-natura-2000-1> et Convention Ramsar: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan_certified_f.pdf). MADSEN & FOX (1997) estiment que la création de zones sans perturbation est de nature à améliorer la conservation et la biodiversité des zones humides importantes pour les oiseaux d'eau. Les aires protégées, si elles se révèlent moins modifiées que les autres par le réchauffement climatique et donc restent favorables à l'accueil des espèces concernées, sont également une réponse à cette menace. GAGET *et al.* (2020) ont montré que, dans le cas des oiseaux d'eau, les aires protégées de ce type freinent l'extinction locale des espèces vulnérables au réchauffement, qu'elles sont colonisées plus rapidement par celles qui étendent leur aire de répartition, mais en plus que le nombre d'espèces d'oiseaux d'eau augmente plus vite dans les zones protégées qu'en dehors.

Ces mesures de protection seraient également bénéfiques au bien-être humain. METHORST *et al.* (2021) ont montré, à l'échelle de l'Europe, que la diversité en espèces d'oiseaux est liée à la satisfaction de vivre, à un niveau équivalent au revenu financier. Quelques années plus tôt, WHEELER *et al.* (2015) avaient mis en évidence que la santé subjective était également liée à la richesse en oiseaux. Améliorer la diversité des oiseaux serait donc une stratégie double gagnant, les humains et les oiseaux bénéficiant des mesures de protection.

Conclusion

Nos résultats mettent en évidence que la chasse crée un « paysage de la peur » se traduisant par une diminution des effectifs d'espèces chassées, mais également de certaines espèces protégées et un déplacement d'une partie des oiseaux d'eau dans les villages ou dans les secteurs non chassables qui ne constituent pas des milieux optimaux pour ces espèces. Ces constats posent question puisqu'ils concernent une zone humide reconnue par de nombreux classements au titre de la conservation de la biodiversité et dans laquelle d'importants travaux financés par de l'argent public ont été effectués pour restaurer la rivière et les milieux humides et donc la biodiversité liée à ces habitats. Ils montrent également que l'appréciation des effets d'une activité humaine, ici la chasse, doit prendre en compte les changements de distribution spatiale des espèces et leurs effets sur la dynamique des populations.

Remerciements

DM remercie les observateurs qui l'ont régulièrement accompagné lors des comptages le long du Drugeon ou lors des transects de Bannans et de Sainte-Colombe, avec une pensée particulière pour l'ami Jean-Pierre pour sa participation régulière et son aide aux relevés des observations. Merci aussi aux amis qui se sont mobilisés pour compter les coups de fusil entendus depuis leur domicile le 7 septembre 2014, à l'équipe de la réserve nationale naturelle du lac de Remoray pour la mise à disposition des observations de Bécassine des marais, à Camille Barbaz et Geneviève Magnon pour les compléments pour la présentation du bassin du Drugeon et à Michel Gauthier-Clerc, Bertrand Posse et Laurent Vallotton pour leur relecture

critique du manuscrit. Nos remerciements s'adressent également à la Maison des sciences de l'homme et de l'environnement Claude Nicolas Ledoux qui a apporté son assistance technique pour obtenir les données de cartographie de l'Institut Géographique National.

Résumé Chasse aux oiseaux d'eau et « Paysage de la peur » dans un site Ramsar et Natura 2000, le bassin du Drugeon (Doubs, France).

Dans le site Ramsar et Natura 2000 du bassin du Drugeon, la chasse crée les conditions d'un « paysage de la peur » pour les oiseaux d'eau. Des comptages réalisés six années successives le long de la rivière mettent en évidence que plusieurs espèces chassables (Sarcelle d'hiver *Anas crecca*, Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Fuligule morillon *Aythya fuligula*, Gallinule poule-d'eau *Gallinula chloropus* et Foulque macroule *Fulica atra*) et deux espèces protégées (Cygne tuberculé *Cygnus olor* et Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*) ont des densités beaucoup plus importantes dans les villages et les secteurs non chassables que dans les zones où l'activité cynégétique s'exerce. À l'opposé, la répartition le long du cours d'eau de trois espèces protégées (Héron cendré *Ardea cinerea*, Grande Aigrette *Ardea alba* et Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*) et d'une espèce chassable (Râle d'eau *Rallus aquaticus*) n'est pas affectée par la chasse. De manière complémentaire, un suivi pendant 14 ans sur deux transects dans la partie aval de la vallée montre que les effectifs de six espèces chassables (Sarcelle d'hiver, Canard colvert, Fuligule morillon, Gallinule-poule-d'eau, Foulque macroule et Bécassine des marais *Gallinago gallinago*) et de deux espèces protégées (Héron cendré et Grèbe castagneux) diminuent après l'ouverture de la chasse, alors qu'ils devraient augmenter en raison de la phénologie de migration de ces espèces, et que les Sarcelles d'hiver, Canards colverts, Canards souchets *Spatula clypeata*, Fuligules morillons, Grèbes castagneux, Gallinules poule-d'eau, Foulques macroules et Bécassines des marais qui fréquentent ces transects modifient leur occupation de l'espace après l'ouverture de la chasse, de manière à éviter les secteurs où ils risquent de se faire tuer. Durant la première quinzaine de septembre, sur les deux transects, les effectifs d'oiseaux chassables quand la chasse est ouverte sont respectivement de 48% et 31% de ceux observés quand la chasse est fermée. Par contre, durant cette même quinzaine, le nombre d'oiseaux d'eau protégés n'est pas significativement différent en période de chasse de celui en période de non chasse.

Zusammenfassung **Wasservogeljagd und „Landschaft der Angst“ in einem Ramsar- und Natura 2000-Gebiet, dem Drugeon-Becken (Doubs, Frankreich).** Im Ramsar- und Natura 2000-Gebiet des Drugeon-Beckens scheint die Jagd auf Wasservögel eine „Landschaft der Angst“ (engl. ‚landscape of fear‘) zu schaffen. Es wurden in sechs aufeinanderfolgenden Jahren entlang des Flusses Zählungen durchgeführt, welche zeigen, dass mehrere jagdbare Arten (Krickente *Anas crecca*, Stockente *Anas platyrhynchos*, Reiherente *Aythya fuligula*, Teichhuhn *Gallinula chloropus* und Blässhuhn *Fulica atra*) und zwei geschützte Arten (Höckerschwan *Cygnus olor* und Zwergtaucher

Tachybaptus ruficollis) in Dörfern und nicht bejagten Flussabschnitten eine viel höhere Dichte aufweisen als in bejagten Gebieten. Im Gegensatz dazu wird die räumliche Verteilung von drei geschützten Arten (Graureiher *Ardea cinerea*, Silberreiher *Ardea alba* und Eisvogel *Alcedo atthis*) und einer jagdbaren Art (Wasserralle *Rallus aquaticus*) entlang des Flusses nicht durch die Jagd beeinflusst. Ergänzend dazu zeigen Zählungen während 14 Jahren entlang von zwei Transekten im unteren Teil des Tals, dass die Bestände von sechs jagdbaren Arten (Krickente, Stockente, Reiherente, Teichhuhn, Blesshuhn und Bekassine *Gallinago gallinago*) und zwei geschützten Arten (Grau-



D. Michelat

Après l'ouverture de la chasse, les oiseaux d'eau se réfugient majoritairement dans les secteurs non chassables le long du Drugeon, comme ici au barrage de la minoterie. Bannans (25), janvier 2017.

reier und Zwergtaucher) nach Eröffnung der Jagd abnehmen, obwohl sie aufgrund der Zugphänologie dieser Arten eigentlich ansteigen müssten. Ausserdem änderten Krickenten, Stockenten, Löffelenten *Spatula clypeata*, Reiherenten, Zwergtaucher, Teichhühner, Blässhühner und Bekassinen auf diesen Transekten ihre Raumnutzung nach Jagdbeginn und mieden Bereiche, in denen sie Gefahr laufen, abgeschossen zu werden. In der ersten Septemberhälfte betrug die Zahl der bejagdbaren Vögel entlang der beiden Transekten an Tagen mit offener Jagd nur 48% bzw. 31% der Zahl an Tagen, als die Jagd nicht erlaubt war. Im Gegensatz dazu unterschieden sich im selben Zeitraum die Zahlen der geschützten Wasservögel nicht signifikant zwischen Tagen mit offener und mit geschlossener Jagd. (Übersetzung: M. Kéry)

Summary Waterbird hunting and «Landscape of Fear» in a Ramsar and Natura 2000 site, the Drugeon basin (Doubs, France). The Drugeon Basin is a Ramsar and Natura 2000 area (Ramsar and Natura 2000) where hunting generates a "Landscape of Fear" for waterbirds. Bird counts carried out for six successive years along the river show that several game species (Eurasian Teal *Anas crecca*, Mallard *Anas platyrhynchos*, Tufted Duck *Aythya fuligula*, Common Moorhen *Gallinula chloropus* and Eurasian Coot *Fulica atra*) and two protected species (Mute Swan *Cygnus*

olor and Little Grebe *Tachybaptus ruficollis*) have much higher densities in villages and non-hunttable areas than in areas where hunting is allowed. In contrast, the distribution along the watercourse of three protected species (Grey Heron *Ardea cinerea*, Great Egret *Ardea alba* and Common Kingfisher *Alcedo atthis*) and one game species (Water Rail *Rallus aquaticus*) is not impacted by hunting. In addition, monitoring for 14 years on two transects in the downstream part of the valley shows that the numbers of six game species (Eurasian Teal, Mallard, Tufted Duck, Common Moorhen, Eurasian Coot and Common Snipe *Gallinago gallinago*) and two protected species (Grey Heron and Little Grebe) decrease in the hunting season when they are expected to increase due to their migration phenology and that Eurasian Teals, Mallards, Northern Shovelers *Spatula clypeata*, Tufted Ducks, Little Grebes, Common Moorhens, Eurasian Coots and Common Snipe that frequent these transects change their spatial distribution after the opening of the hunt so as to avoid areas where they risk being killed. During the first half of September, on the two transects, the numbers of hunttable birds during the hunting season are respectively 48% and 31% of the numbers observed when the hunt is closed. On the other hand, during this same fortnight, the number of waterbirds protected is not significantly different during the hunting season from that observed during the non-hunting period.

Bibliographie

- ALTENDORF, K. B., J. W. LAUNDRE, C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ & J. S. BROWN (2001): Assessing effects of predation risk on the foraging behavior of mule deer. *J. Mammal.* 82: 430-439.
- BÉCHET, A., J.-F. GIROUX, G. GAUTHIER, J. D. NICHOLS & J. E. HINES (2003): Spring hunting changes the regional movements of migrating greater snow geese. *J. Appl. Ecol.* 40: 553-564. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2003.00812.x>
- BÉLANGER, L. & J. BÉDARD (1990): Energetic cost of main-induced disturbance to staging Snow Geese (*Chen caerulescens atlantica*). *J. Wildl. Manage.* 54: 36-41.
- BLEICHER, S. S. (2017): The landscape of fear conceptual framework: definition and review of current applications and misuses. *PeerJ* 5: e3772. <https://doi.org/10.7717/peerj.3772>
- BOONSTRA, R. (2013): Reality as the leading cause of stress: rethinking the impact of chronic stress in nature. *Funct. Ecol.* 27: 11-23.
- BROWN, J. S., J. W. LAUNDRE & M. GURUNG (1999): The ecology of fear: optimal foraging, game theory, and trophic interactions. *J. Mammal.* 80: 385-399.
- CASAS, F., F. MOUGEOT, J. VINUELA & V. BRETAGNOLLE (2009): Effects of hunting on the behaviour and spatial distribution of farmland birds: importance of hunting-free refuges in agricultural areas. *Anim. Conserv.* 12: 346-354.
- CHAPMAN, L. J., C. A. CHAPMAN & M. CHANDLER (1996): Wetland ecotones as refugia for endangered fishes. *Biol. Conserv.* 78: 263-270.
- CREEL, S. & D. CHRISTIANSON (2008): Relationships between direct predation and risk effects. *Trends Ecol. Evol.* 23: 194-201.
- DOOLEY, J. L., T. A. SANDERS & JR. P. F. DOHERTY (2010): Mallard response to experimental walkin and shooting disturbance. *Wildl. Manage.* 74: 1815-1824. <https://doi.org/10.2193/2009-284>.

- EDWARDS, J. (1983): Diet shifts in moose due to predator avoidance. *Oecologia* 60: 185-189.
- EVANS, D. M. & K. R. DAY (2002): Hunting disturbance on a large shallow lake: the effectiveness of waterfowl refuges. *Ibis* 144: 2-8.
- GAGET, E., D. PAVÓN-JORDÁN, A. JOHNSTON, A. LEHIKONEN, W. M. HOCHACHKA, K. BRETT, B. K. SANDERCOCK, A. ALAAELDIN SOULTAN, H. AZAFZAF, N. BENDJEDDA, T. BINO, L. BOZIC, P. CLAUSEN, M. DAKKI, K. DEVOS, C. DOMSA, V. ENCARNÇÃO, K. ERCIYAS-YAVUZ, S. FARAGÓ, T. FROST, C. GAUDARD, L. GOSZTONYI, F. HAAS, M. HORNMAN, T. LANGENDOEN, C. IERONYMIDOU, V. A. KOSTYUSHIN, L. J. LEWIS, S.-H. LORENTSE, L. LUIUJOE, W. MEISSNER, T. MIKUSKA, B. MOLINA, Z. MUSILOVÁ, V. NATYKANETS, J.-Y. PAQUET, N. PETKOV, D. PORTOLOU, J. RIDZON, S. SAYOUD, M. SCIBAN, L. SNAUKSTA, A. SPINIEC, N. STREBEL, N. TEUFELBAUER, G. TOPIC, D. UZUNOVA, A. VIZI, J. WAHL, M. ZENATELLO & J. E. BROMMER (2020): Benefits of protected areas for non-breeding waterbirds adjusting their distributions under climate warming. *Conserv. Biol.* 35: 834-845. <https://doi.org/10.1111/cobi.13648>.
- GAUTHIER-CLERC, M., A. TAMISIER & F. CÉZILLY (1998): Sleep-vigilance trade-off in Green-winged Teal (*Anas c. crecca*). *Can. J. Zool.* 76: 2214-2218.
- GAUTHIER-CLERC, M., A. TAMISIER & F. CÉZILLY (2000): Sleep-vigilance trade-off in Gadwall during winter period. *Condor* 102: 307-313.
- GAYNOR, K. M., J. S. BROWN, A. D. MIDDLETON, M. E. & J. S. BRASHARES (2019): Landscapes of Fear: Spatial Patterns of Risk Perception and Response. *Trends Ecol. Evol.* 34: 355-368. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.01.004>.
- GILL, J. A., K. NORRIS & W. J. SUTHERLAND (2001): Why behavioural responses may not reflect the population consequence of human disturbance? *Biol. Conserv.* 97: 265-268.
- GUDE, J. A., R. A. GARROTT, J. J. BORKOWSKI & F. KING (2006): Prey risk allocation in a grazing ecosystem. *Ecol. Appl.* 16: 285-298.
- HIRSCHFELD, A., G. ATTARD & L. SCOTT (2019): Bird hunting in Europe: an analysis of bag figures and the potential impact on the conservation of threatened species. *Brit. Birds* 112: 153-166.
- HOLM, E. T., K. LAURSEN & P. CLAUSEN (2011): The feeding ecology and distribution of Common Coots *Fulica atra* are affected by hunting taking place in adjacent areas. *Bird Study* 58: 321-329. doi: 10.1080/00063657.2011.575927
- JETTKA, H. (1986): Jagdstreckenbewertung der Stockenten (*Anas platyrhynchos* L.) in einem Revier des Münsterlandes in Nordrhein-Westfalen. *Z. Jagdwiss.* 32: 90-96.
- LAMANNA, J. A. & T. E. MARTIN (2016): Costs of fear: behavioural and life-history responses to risk and their demographic consequences vary across species. *Ecol. Lett.* 19: 403-413.
- LAUNDRÉ, J. W. & L. HERNÁNDEZ (2003): Winter hunting habitat of pumas *Puma concolor* in northwestern Utah and southern Idaho, USA. *Wildlife Biol.* 9: 123-129.
- LAUNDRÉ, J. W., L. HERNÁNDEZ & K. B. ALTENDORF (2001): Wolves, elk, and bison: reestablishing the «landscape of fear» in Yellowstone National Park, U.S.A. *Can. J. Zool.* 79: 1401-1409.
- LAUNDRÉ, J. W., L. HERNÁNDEZ & W. J. RIPPLE (2010): The Landscape of Fear: Ecological Implications of Being Afraid. *Open Ecol. J.* 3: 1-7.
- LEFEUVRE, J.-C. (1999): *Rapport Scientifique sur les données à prendre en compte pour définir les modalités de l'application des dispositions légales et réglementaires de chasse aux oiseaux d'eau et oiseaux migrateurs en France*. Rapport de mission sur la chasse et les oiseaux migrateurs. La Documentation française, 131 pp.
- LEWIS, D. B. & L. A. EBY (2002): Spatially heterogeneous refugia and predation risk in intertidal salt marshes. *Oikos* 96: 119-129.
- LIMA, S. L. & P. A. BEDNEKOFF (1999): Temporal Variation in Danger Drives Antipredator Behavior: The Predation Risk Allocation Hypothesis. *Am. Nat.* 153: 649-659.
- LIMA, S. L. & L. M. DILL (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation – a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68: 619-640.
- LONCHAMPT, F. & D. MICHELAT (2000): Influence de la chasse sur les stationnements internuptiaux d'oiseaux d'eau sur la retenue de Biaufond (Doubs franco-suisse). *Nos Oiseaux* 47: 1-18.
- LPO FRANCHE-COMTÉ (COLLECTIF) (2018): *Les Oiseaux de Franche-Comté. Répartition, tendances et conservation*. Biotope, Mèze.
- MADSEN, J. & A. D. FOX (1995): Impacts of hunting disturbance on waterbirds – a review. *Wildlife Biol.* 1: 193-207. <https://doi.org/10.2981/wlb.1995.0025>
- MADSEN, J. & A. D. FOX (1997): The impact of hunting disturbance on waterbirds populations. The concept of flyway networks of disturbance-free-areas. *Gibier Faune Sauvage* 14: 201-209.

- MASSARO, M., A. STARLING-WINDHOF, J. V. BRISKIE & T. E. MARTIN (2008): Introduced mammalian predators induce behavioural changes in parental care in an endemic new-zealand bird. *PLoS ONE* 3: e2331. doi:10.1371/journal.pone.0002331.
- MAUMARY, L., L. VALLOTTON & P. KNAUS (2007): *Les oiseaux de Suisse*. Station ornithologique suisse, Sempach, et Nos Oiseaux, Montmollin.
- METHORST, J., K. REHDANZ, T. MUELLER, B. HANSJÜRGENS, A. BONN & K. BÖHNING-GAESE (2021): The importance of species diversity for human well-being in Europe. *Ecol. Econ.* 181: 106917. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106917.
- MICHELAT, D., T. DÉFORÊT, B. FROCHOT, P. GIRAUDOUX, F. RAOUL, J.-N. RESCH, G. MAGNON & M. SAURET (2012): Réhabilitation de la rivière Drugeon et des zones humides limitrophes: impacts sur les oiseaux nicheurs. *Alauda* 80: 101-116.
- NELSON, E. H., C. E. MATTHEWS & J. A. ROSENHEIM (2004): Predator reduce prey population growth by including changes. *Ecology* 85: 1853-1858. https://doi.org/10.1890/03-3109
- NORRDAHL, K. & E. KORPIMÄKI (2000): The impact of predation risk from small mustelids on prey populations. *Mammal Rev.* 30: 147-156.
- NOVOTNY, V., Y. BASSET, J. AUGA, W. BOEN, C. DAL, P. DROZD, M. KASBAL, B. ISUA, R. KUTIL, M. MANUMBOR & K. MOLEM (1999): Predation risk for herbivorous insects on tropical vegetation, a search for enemyfree space and time. *Australian J. Ecol.* 24: 477-483.
- O.N.C.F.S. (2000): Enquête nationale sur les tableaux de chasse à tir. Saison 1998-1999. *Bulletin Technique et Juridique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage* 251: 1-216.
- STEPHENS, P. W. & R. O. PETERSON (1984): Wolf-avoidance strategies of moose. *Holarctic Ecol.* 7: 239-244.
- TAMISIER, A., A. BÉCHET, G. JARRY, J.-C. LEFEUVRE & Y. LE MAHO (2003): Effets du dérangement par la chasse sur les oiseaux d'eau. Revue de littérature. *Terre et Vie* 58: 435-449.
- TAMISIER, A. & O. DEHORTER (1999): *Camargue, canards et foulques: fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver*. Centre ornithologique du Gard, Nîmes.
- VÄÄNÄNEN, V. M. (2001): Hunting disturbance and the timing of autumn distribution in *Anas* species. *Wildlife Biol.* 7: 3-9.
- WHEELER, B. W., R. LOVELL, S. L. HIGGINS, M. P. WHITE, I. ALCOCK, N. J. OSBORNE, K. HUSK, C. E. SABEL, M. H. DEPLEDGE (2015): Beyond greenspace: an ecological study of population general health and indicators of natural environment type and quality. *Int. J. Health Geogr.* 14: 1-17. https://doi.org/10.1186/s12942-015-0009-5.
- WILLEMS, E. P. & R. A. HILL (2009): Predator-specific landscapes of fear and resource distribution: effects on spatial range use. *Ecology* 90: 546-555.
- ZANETTE, L. Y., A. F. WHITE, M. C. ALLEN & M. CLINCHY (2011): Perceived predation risk reduces the number of offspring songbirds produce per year. *Science* 334: 1398-1401.

Dominique Michelat, 4 impasse des jonquilles, FR-25300 Sainte-Colombe
dominique.michelat@wanadoo.fr

Patrick Giraudoux, Chrono-environnement,

Université Bourgogne Franche-Comté – CNRS, 16 route de Gray, FR-25030 Besançon cedex