



La prédation des perdrix grises s'exerce-t-elle sur des oiseaux affaiblis ?

Apports de l'étude PeGASE



Au vu de l'importance de la prédation comme cause de mortalité des perdrix grises, les gestionnaires cynégétiques peuvent se demander si les oiseaux retrouvés consommés par un prédateur n'étaient pas en réalité déjà morts d'une autre cause ou bien affaiblis.

En combinant un radiopistage intensif, des autopsies et des analyses de résidus, l'étude PeGASE apporte quelques éléments de réponse à ces interrogations qui restent difficiles à documenter.

« La prédation » : première cause de mortalité des perdrix grises

Le radiopistage de plus de 1 500 perdrix grises, au cours de deux études de grande ampleur (Reitz *et al.*, 1999 ; Bro & Millot (coord.), 2013), a permis d'estimer que seule la moitié des perdrix grises présentes au début du printemps survit jusqu'à fin août. Dans 75 % des cas, la mortalité a été attribuée à de la prédation d'après les indices

de terrain. La détermination de cette cause de mortalité sur le terrain a fait l'objet d'une attention particulière.

Elle a reposé notamment sur l'observation de plusieurs indices, présents aussi bien sur le cadavre (animal dévoré, traces de crocs, écoulement de sang...) que sur l'environnement autour du lieu de la découverte (traces de sang au milieu d'une plume, indice de présence d'un prédateur, traces de lutte...).

**FLORIAN MILLOT¹,
EMMANUEL GUERY²,
ANOUK DECORS³,
ÉLISABETH BRO¹**

¹ ONCFS, CNERA Petite faune sédentaire de plaine – Saint-Benoist, Auffargis. cnerapfsp@oncfs.gouv.fr

² ADILVA, Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires du Cher – Bourges.

³ ONCFS, Unité sanitaire de la faune – Saint-Benoist, Auffargis.

Le suivi de terrain a été réalisé par les fédérations des chasseurs du collectif PeGASE (14, 27, 28, 41, 45, 51 – Champagne-Ardenne, 59, 61, 76, 77, 78 – Ile-de-France, 80).

Des résultats qui font débat

Toutefois, malgré toutes les précautions prises lors de la pose de ce diagnostic de terrain, ces résultats sont soumis à la critique depuis plusieurs années (voir Bro *et al.*, 2005 par exemple), en particulier sur deux points.

Le premier point repose sur la possible confusion entre prédation (*i.e. ante-mortem*) et nécrophagie, c'est-à-dire la prédation *post mortem*. En effet, une perdrix morte d'une autre cause que par prédation mais dont le cadavre est consommé (entièrement ou partiellement) par un charognard est classée comme morte de prédation. Or de nombreuses espèces de prédateurs ne dédaignent pas une charogne (renard, rapaces, corvidés).

Le second point repose directement sur un débat scientifique concernant les théories mêmes de la prédation. En effet, dans les années 1950-1960, on pensait que les prédateurs consommaient essentiellement des proies affaiblies (maladie, vieillesse, etc.), qui seraient mortes de toute façon, et donc que la prédation n'avait qu'un impact limité sur les populations de proies (Errington,

1946, 1956 et 1963). De nombreux travaux ont été menés depuis lors sur la dynamique des relations prédateurs-proies, révélant leur complexité. Certains travaux ont permis de montrer que les individus « prédatés » pouvaient effectivement présenter des charges parasitaires (e.g. Hudson *et al.*, 1992) ou bactériennes (e.g. Møller *et al.*, 2012) plus importantes que les individus « non prédatés », diminuant potentiellement leur chance de ne pas être capturés par un prédateur.

D'autres études ont en revanche montré que, sous certaines conditions, la prédation pouvait agir comme un facteur limitant voire déstabilisant pour les populations de proies (e.g. Tapper *et al.*, 1996 ; Valkama *et al.*, 2005).

PeGASE, un support de réflexion

Grâce à un suivi intensif de perdrix grises par radiopistage, afin d'obtenir des cadavres frais et permettre une analyse sanitaire détaillée de ces derniers, l'un des objectifs de l'étude PeGASE (voir Bro & Millot (coord.), 2013) était d'apporter des éléments scientifiques complémentaires aux travaux

précédents (cf. Bro, 1998 ; Bro *et al.*, 2001) pour alimenter la réflexion sur ces deux points.

Un suivi télémétrique intensif pour récupérer des cadavres frais

Durant l'étude PeGASE, 529 perdrix grises ont été munies d'un émetteur radio possédant un indicateur de mortalité programmé pour se déclencher au bout de deux heures d'immobilité totale de l'oiseau. La détermination du statut vivant ou mort de chaque perdrix a été réalisée deux fois par jour (matin et après-midi). De cette façon, les cadavres ont pu être collectés dans un délai de 6 à 12 heures dans la majorité des cas, ce qui a permis de limiter autant que possible les phénomènes de nécrophagie et de dégradation du cadavre. Quand leur état le permettait, les cadavres ont été envoyés à un laboratoire départemental d'analyses vétérinaires pour subir une autopsie (protocole SAGIR). Tous les organes disponibles ont systématiquement été envoyés au laboratoire Biolitycs (VetAgroSup, Lyon) pour des recherches complémentaires en toxicologie.

Le choix des familles chimiques à rechercher a été orienté en fonction de l'exposition potentielle aux produits phytopharmaceutiques (PPP) des perdrix durant les dix jours qui ont précédé leur mort (voir Millot *et al.*, 2013).

Des autopsies, pour quoi faire ?

Ces autopsies avaient pour but de confirmer, ou non, les diagnostics de terrain (mortalité par prédation, collision, maladie, intoxication) et de les préciser le cas échéant (nature des pathogènes...). Cela devait permettre d'identifier si des facteurs aggravants (maladie chronique, etc.) auraient pu augmenter la vulnérabilité des perdrix à la prédation. À cette fin, l'état physiologique des perdrix a été apprécié sur la base de l'évaluation des masses musculaires et graisseuses. Tous les organes présents ont fait l'objet d'un examen macroscopique (à l'œil nu), et des analyses complémentaires (bactériologiques, histologiques et parasitologiques) ont été réalisées quand cela semblait nécessaire d'après le tableau lésionnel et les indices de terrain (**encadré**).

Encadré

Déroulement et interprétation d'une autopsie SAGIR

Déroulement

L'autopsie est un examen analytique ayant pour but d'identifier une affection ou une maladie, à partir de la dissection d'un cadavre et de l'examen macroscopique des lésions des organes. Il s'inscrit dans une démarche technique et analytique méthodique *step by step* dont l'objectif est d'aboutir à un diagnostic lésionnel. Une conclusion est émise à partir de ce bilan lésionnel et des commémoratifs de terrains. Certains examens complémentaires peuvent être engagés de manière à approcher un diagnostic étiologique. Le choix de ces examens est raisonné et prend en considération de multiples paramètres : accessibilité technique, économique, besoin...

Interprétation des comptes rendus d'autopsie

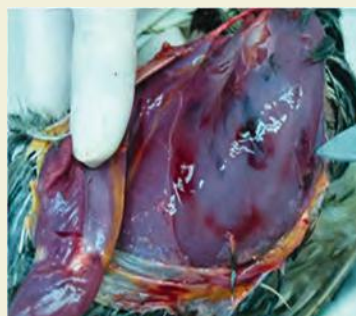
L'interprétation de l'ensemble des informations (bilan lésionnel, résultats d'examens complémentaires, contexte épidémiologique...) est délicate ; parfois plusieurs scénarios possibles sont proposés et hiérarchisés par le spécialiste du diagnostic. Dans la mesure du possible, il doit intégrer des causes mortelles, des causes aggravantes, et des « découvertes d'autopsie » (lésions anciennes ou sans impact sur la santé de l'oiseau). Les résultats des examens complémentaires sont à interpréter avec prudence car il existe peu de référentiel dans la faune sauvage, et l'interprétation de ces résultats fait appel à des connaissances extrapolées des espèces domestiques.

Par exemple, une légère congestion de l'encéphale peut témoigner d'une encéphalite bactérienne débutante, ou résulter de la congélation/décongélation de l'animal, ou encore être

le résultat d'un processus agonique terminal (lésion arrivant lorsque l'organisme lutte pour rester en vie). Autre exemple, l'identification d'un agent biologique ne témoigne pas de son pouvoir pathogène (portage sain), etc.

Diagnostic d'une mort par prédation

Concrètement, sur un compte rendu d'autopsie, le diagnostic d'une mort par prédation se traduit par : la présence d'hémorragies musculaires associées à de la dilacération ; et/ou la présence de lésions cutanées évocatrices telles que des traces de crocs avec la présence de liserés hémorragiques ou d'hématomes ; et/ou la mention de « mort par prédation » dans la conclusion de l'autopsie. En effet, en fonction des contraintes de laboratoires les descriptions lésionnelles sont plus ou moins détaillées. Donc, si la prédation est mentionnée en conclusion comme cause de la mort, c'est que des lésions orientant vers ce diagnostic ont été observées, même si elles ne sont pas décrites dans le compte rendu. Parfois, des modérateurs peuvent être associés à cette conclusion et pondérer la certitude : « possible », « probable », « certaine ».



Présence de deux trous sur les muscles pectoraux de part et d'autre du bréchet entourés d'hématomes, traduisant un cas de mort par prédation.

© LRSFS

Trois cas de mortalité pour une autopsie réalisable

Sur les 261 cas de mortalité recensés au printemps-été, 81 autopsies¹ ont pu être réalisées de façon complète, soit dans un peu moins d'un tiers des cas. Bien souvent, aucun cadavre n'est retrouvé – seule une plumée témoigne de la mort d'une perdrix –, ou alors seulement un squelette soigneusement nettoyé, ou encore seulement une tête (*figure 1A*).

Le taux de cadavres autopsiés a varié selon la cause de mortalité identifiée sur le terrain (*tableau 1*). À titre d'exemple, seuls 21 % environ des cas de prédation recensés ont pu être autopsiés, contre 100 % des cas de maladie ou de mortalité de cause indéterminée. Ce taux variable est à mettre en relation avec l'état dans lequel ont été retrouvés les cadavres : dans la totalité des cas de maladie « présumée », ils ont été retrouvés intacts, contre un peu plus de 12 % pour les cas de prédation.

L'intégrité des cadavres a aussi varié en fonction des prédateurs suspectés (*figures 1B & 1C*). Ainsi, 34 % des cas de prédation par rapaces ont pu être analysés, contre seulement 15 % pour le renard.

Peut-on différencier la prédation de la nécrophagie grâce aux autopsies ?

Qu'entendons-nous par « prédation » ?

Par « prédation », nous entendons ici le fait qu'un prédateur ait mis à mort sa proie, qu'il y ait eu une véritable « action de chasse » par le prédateur (cas de proies en bonne santé), ou non (cas de proies affaiblies). Nous la différencions de la nécrophagie qui correspond à une consommation post mortem par un prédateur (charognard) de cadavres.

¹ À ces 81 autopsies de perdrix mortes durant le suivi du printemps-été 2010 et 2011, nous avons ajouté celles de 7 perdrix radio-pistées mortes à l'automne 2011 (5 par la chasse, 1 par prédation, 1 par collision) et pour lesquels un pointage journalier avait été réalisé.



Seulement un tiers des cas de mortalité recensés a pu être autopsié.

Diagnostic de prédation : pas si facile...

Grâce aux autopsies réalisées, nous avons donc essayé de discriminer « prédation » vs « nécrophagie », afin d'estimer le taux de confusion dans le diagnostic de prédation rendu d'après les indices de terrain.

En théorie, cette distinction est relativement facile à déterminer et repose principalement sur l'observation de lésions de type traumatique compatibles avec une attaque (fractures, lésions cutanées, musculaires...), associées à la présence de foyers d'hémorragies musculaires au niveau des zones consommées (*encadré*). En effet, la diffusion active de sang est stoppée à la mort de l'animal et les lésions infligées en post mortem ne provoquent pas d'hémorragie périlésionnelle significative.

Néanmoins, certaines situations (collision (véhicule ou acte de chasse par certains oiseaux, écorchage sur certains supports) peuvent interférer avec cette classification et c'est la collusion de plusieurs informations – bilan lésionnel et commémoratif de découverte (lieux, indices...) – qui permet alors d'émettre l'hypothèse d'une prédation ou d'une consommation *post mortem*.

En réalité, le diagnostic peut donc être difficile à poser et dépend notamment de l'intégrité du cadavre (gradient de « presque entier » à « presque complètement dévoré »), de sa fraîcheur (frais ou putréfié) et de son mode de conservation (la congélation/décongélation qui peut rendre moins lisibles les traces d'hémorragies au niveau des zones consommées). En outre, tous les signes de prédation ne sont pas forcément visibles sur un animal aussi petit que la perdrix grise, et les commémoratifs de terrain ne sont pas toujours complètement renseignés.

... d'où un degré de certitude associé

Ainsi, afin de prendre en compte ces différentes sources d'incertitude nous avons donc associé au diagnostic global de prédation (diagnostic de terrain et autopsie) un degré de certitude.

Les cas de prédation ont été classés dans quatre groupes (*figure 2*) :

- « **prédation 1** » : prédation fortement validée, les lésions relevées sont caractéristiques d'une prédation qui a conduit à la mort de l'animal ;

Figure 1 Répartition de l'état d'intégrité des cadavres en fonction de la cause de mortalité suspectée sur le terrain.

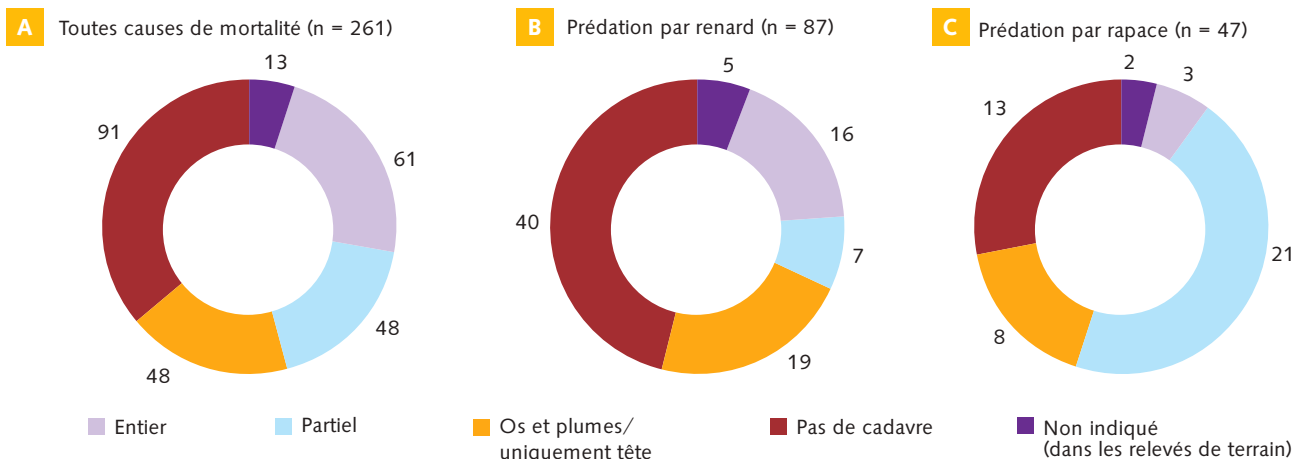
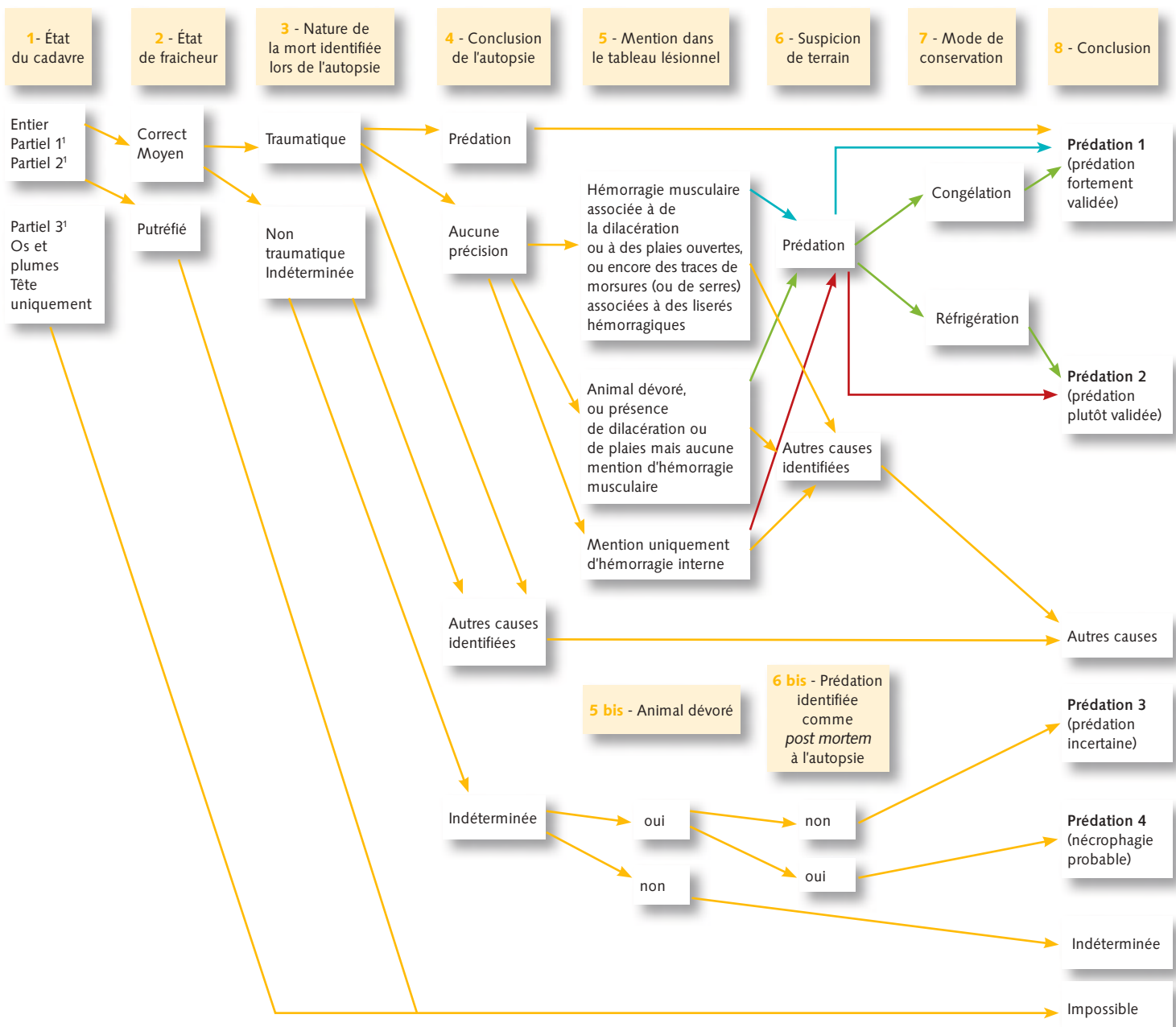


Tableau 1 Caractérisation de « l'état du cadavre », nombre total de cadavres pour chacune des causes de mortalité identifiées d'après les indices de terrain et proportion de cas ayant fait l'objet d'une autopsie.

État du cadavre	Causes de mortalité d'après les indices de terrain													
	Prédation		Autre traumatisme (collision, machinisme agricole, chasse, etc.)		Maladie		Stress émetteur		Divers (noyade, braconnage, blessure attribué à l'émetteur...)		Indéterminée		Total	
	Effectif	% autopsié	Effectif	% autopsié	Effectif	% autopsié	Effectif	% autopsié	Effectif	% autopsié	Effectif	% autopsié	Effectif	% autopsié
Entier	26	88	10	91	14	100	3	100	3	100	4	100	61	93
Partiel	42	48	5	60	0	-	1	100	0	-	0	-	48	50
Os et plumes / uniquement tête	42	-	1	-	0	-	0	-	0	-	5	-	48	-
Pas de cadavre (émetteur retrouvé seul, plumée)	84	-	3	-	0	-	0	-	1	-	3	-	91	-
Non indiqué (dans les relevés de terrain)	11	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	-	13	-
Total	205	21	20	65	14	100	4	100	4	75	14	29	261	31

Figure 2 Diagramme de décision pour le classement du degré de certitude d'une prédation *ante mortem*.

¹ « partiel 1 » : absence d'un organe et/ou de muscles ;
 « partiel 2 » : absence de plusieurs organes et de muscles ;
 « partiel 3 » : absence de beaucoup d'organes empêchant la réalisation d'une autopsie complète.

- « **prédation 2** » : prédation plutôt validée, la mort est due à des lésions traumatiques qui sont compatibles avec la prédation et sur le terrain aucune autre cause n'a été suspectée ;

- « **prédation 3** » : prédation incertaine, seules des lésions de consommation ont été relevées mais aucune lésion ne permet de conclure à une mort d'origine traumatique et les indices de terrain orientent uniquement vers la prédation ;

- « **prédation 4** » : nécrophagie probable, la consommation a clairement été établie comme étant *post mortem*, mais aucune autre cause de mort n'a été identifiée lors de l'autopsie et les indices de terrain orientent uniquement vers la prédation.

Un diagnostic de terrain plutôt fiable...

Au total, 44 perdrix mortes de prédation d'après les indices de terrain ont pu être autopsiées. Aucune autopsie réalisée sur ces cadavres n'a conclu à une autre cause de mortalité. Dans plus de 76 % des cas, la mort par prédation a été validée lors de l'autopsie (« prédation 1 » et « prédation 2 » – *figure 3*). D'autre part, aucune autopsie n'a conclu à une mort par prédation sans que cela n'ait aussi été le diagnostic de terrain.

... mais une fiabilité qui a varié en fonction du prédateur présumé et de l'intégrité du cadavre

Le degré de certitude de la prédation a varié en fonction de la catégorie de prédateurs présumée d'après les indices de terrain (*figure 4*). Ainsi, la quasi-totalité des perdrix autopsiées présumées mortes de prédation par des carnivores a été classée dans les catégories « validée » (« prédation 1 » et « prédation 2 »), alors que seulement 56 % des cas autopsiés présumés morts de prédation par rapaces ont été classés dans l'une ou l'autre de ces deux catégories. Attention toutefois, les effectifs étant faibles (bien que correspondant à un suivi de terrain très conséquent), ces valeurs sont données à titre d'illustration.

Par ailleurs, l'intégrité du cadavre a pu interférer dans les conclusions d'autopsie. En effet, aucun des cadavres entiers n'a été classé en prédation incertaine ou nécrophagie, alors que la moitié des cadavres partiels a été classée dans l'une ou l'autre de ces deux catégories. Or, la quasi-totalité des cadavres autopsiés et supposés morts de prédation par rapaces étaient partiels, contre moins de 14 % des cas autopsiés supposés morts de prédation par carnivores.

Ces perdrix ont fait les frais de prédateurs, certes. Mais était-ce avant ou après la mort ? Impossible d'établir un diagnostic plus précis avec si peu de restes...



© FDC 41



© A. Laurent / FDC 77



© ONCFS

Figure 3 Répartition des différents degrés de certitude de prédation d'après le classement de la figure 2.

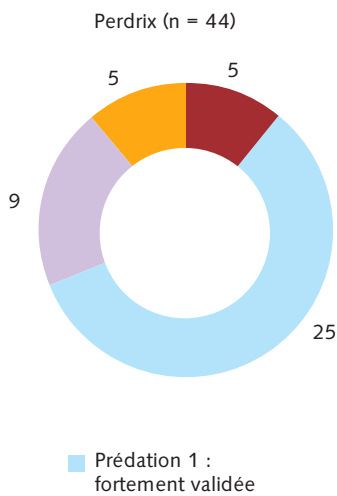
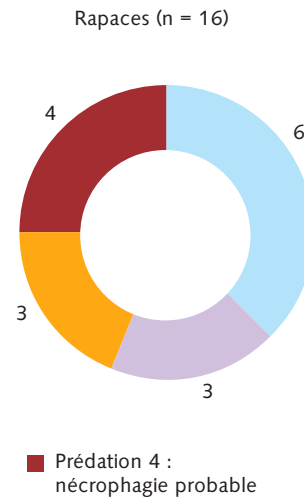
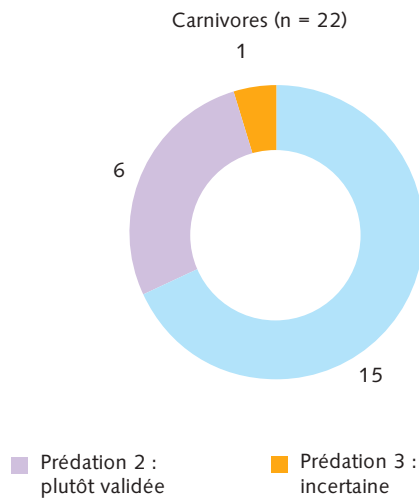


Figure 4 Répartition des différents degrés de certitude de prédation en fonction de la catégorie de prédateurs présumée.



En conclusion : un taux de prédation qui n'a, *a priori*, pas été fortement surestimé ?

Tout d'abord, une nuance non négligeable est à apporter à ces résultats. En effet, moins d'un quart des cas de mortalité attribués à la prédation d'après les signes de terrain a pu être autopsié, et il est impossible de préjuger si les cadavres retrouvés à l'état de squelette ont été ou non uniquement consommés de façon *post mortem*. Cependant, durant la précédente étude nationale de radiopistage, la surveillance diurne et nocturne par affût de 40 cadavres « frais » de perdrix munis d'un émetteur avait montré que seulement 7 cadavres avaient été consommés dans les 24 heures suivant le dépôt, dont 4 par des corneilles – à la signature reconnaissable – et les 3 autres par des rapaces (Bro, 1998).

Au vu de ces différents résultats (autopsie et affût de cadavres), ainsi que du pointage bi-journalier réalisé durant l'étude PeGASE (collecte des cadavres dans un délai de 6 à 12 heures), et sauf à considérer un fort biais au sein des cas qui n'ont pas pu être analysés, il apparaît raisonnable de penser que le taux de prédation n'a pas été fortement surestimé du fait d'une importante nécrophagie. D'autre part, l'incertitude plus importante associée à une partie des cas de prédation par rapace serait davantage à relier avec l'intégrité des cadavres autopsiés, témoignant d'une différence de comportement de chasse et alimentaire, bien que ce point mériterait d'être confirmé.

Les perdrix mortes de prédation étaient-elles affaiblies ?

Dans un second temps, nous avons pu apprécier l'état de santé des perdrix déterminées comme mortes de prédation à l'issue du diagnostic ci-dessus (figure 2), afin d'évaluer si la prédation de ces oiseaux avait pu être facilitée par une cause sous-jacente. Pour cela, nous avons analysé plusieurs paramètres qui pourraient témoigner d'un processus pathologique² (état corporel/lésions d'origine « non traumatique ») et comparé les résultats trouvés à ceux des perdrix mortes d'autres traumatismes (collision, machinisme agricole, chasse, etc.). L'objectif était de regarder si une proportion plus importante d'oiseaux morts de prédation présentait des signes suggérant un état de faiblesse par rapport aux perdrix mortes d'autres traumatismes. Vu les résultats ci-dessus, les cadavres pour lesquels la prédation était incertaine (« prédation 3 et 4 ») n'ont pas été inclus dans cette analyse.

Quel est l'état corporel des perdrix ?

Le premier critère qui pourrait témoigner d'un état de faiblesse de l'animal est son état corporel (embonpoint). Cependant, en l'absence de références établies en nature, l'état des réserves graisseuses a été difficile à qualifier précisément. De plus, celles-ci varient naturellement au cours de l'année en fonction des saisons et du cycle reproducteur (Birkan & Jacob, 1988). Nous avons donc regardé plus qualitativement si les perdrix

autopsiées présentaient un état cachectique, c'est-à-dire un amaigrissement anormalement élevé (fonte de la masse musculaire et graisseuse), témoignant d'une pathologie chronique.

Y a-t-il d'autres lésions que celles d'origine traumatique ?

La mise en évidence d'autres lésions que celles d'origine traumatique est le second critère qui pourrait témoigner d'un processus pathologique. Cette tâche en apparence facile pose cependant plusieurs difficultés. La plus importante est que certaines lésions peuvent résulter aussi bien de pathologies que de diverses autres causes (**encadré 1**).

Ce travail de caractérisation des lésions a donc été réalisé à dire d'expert par un pathologiste spécialiste de la faune sauvage, en se basant sur le tableau lésionnel global et en prenant en compte l'intensité (légère/sévère), l'étendue (focale/multifocale/généralisée) et la vitesse d'évolution des lésions (aiguë/chronique).

² Un processus pathologique est un enchaînement de modifications et d'altérations du fonctionnement normal, entraînant une maladie ou une défaillance de l'état de santé.

Si 34 % des cas de prédation par rapaces ont pu être analysés, le taux n'a été que de 15 % pour les renards en raison de l'état de dégradation trop avancé de la plupart des cadavres.



© T. Quintaine

Une autre difficulté réside dans le fait qu'il est difficile de savoir si un processus pathologique entraîne des effets cliniques, c'est-à-dire un affaiblissement de l'animal. Dans la présente étude, nous avons considéré que tout « processus pathologique » a pu potentiellement favoriser la prédation de l'animal, même si les effets cliniques ont pu être minimes (hypothèse haute).

Presque un quart des perdrix prédatées présentait des signes de processus pathologiques

Parmi les perdrix prédatées autopsiées, 24 % présentaient des lésions autres que celles de prédation (**tableau 2**). Toutefois, ces processus pathologiques n'ont été qualifiés de sévères que pour 3 des 8 cas concernés.

Cette proportion de perdrix prédatées présentant des signes de suspicion d'affaiblissement est relativement importante ; toutefois, elle n'est pas significativement différente des oiseaux morts d'autres traumatismes. En effet, 21 % des oiseaux de ce groupe présentaient aussi des signes similaires (**tableau 2**).

Un cas avéré de perdrix prédatée affaiblie par intoxication

Au moins une molécule de PPP a été détectée dans 52 % des 77 cadavres³ pour lesquels des analyses toxicologiques ont été réalisées (voir Millot *et al.*, 2013). Le taux de détection des différentes familles chimiques n'a pas varié significativement en fonction des causes de mortalité identifiées (**tableau 3**).

Aucune relation n'a été trouvée entre la détection d'une molécule et la présence d'autres lésions que celles de prédation ou d'autres origines traumatiques. Toutefois, certains effets aigus ou suraigus (qui provoquent la mort rapidement) ne laissent pas forcément de lésions visibles macroscopiquement lors de l'autopsie. Ainsi, il a été mis en évidence chez un oiseau mort de prédation (degré de certitude « plutôt validée ») la présence dans le foie de carbofuran, un insecticide fortement toxique, à une concentration (0,4 µg/g) compatible à dire d'expert avec un affaiblissement de l'animal pouvant

³ Les résultats présentés dans cet article sont différents de ceux présentés dans l'article de Millot *et al.* (2013). Certaines perdrix mortes à l'automne ont été ajoutées à l'analyse, tandis que d'autres mortes au printemps dont l'état du cadavre n'avait pas permis une autopsie correcte, mais qui avaient pu faire l'objet d'analyses toxicologiques, ont été retirées.

Tableau 2 Nombre (et %) de perdrix autopsiées mortes de prédation et d'autres traumatismes présentant des signes pouvant témoigner d'un processus pathologique et détails des différentes lésions observées.

Paramètres analysés pouvant témoigner d'un processus pathologique		Causes de mortalité	
		Prédation	Autres traumatismes
Nombre d'oiseaux analysés		34	19
État corporel	Cachexie	1 (3 %)	2 (11 %)
	Non cachexie	33 (97 %)	17 (89 %)
Lésions autres que d'origine traumatique	Lésions sur le foie	2 (6 %)	1 (5 %)
	Lésions sur le foie et un autre organe	5 (15 %)	1 (5 %)
	Lésions uniquement sur un autre organe que le foie	1 (3 %)	1 (5 %)
	Aucune lésion	26 (76 %)	16 (84 %)
Total avec processus pathologique		8 (24 %)	4 (21 %)
Total avec processus pathologique qualifié de sévère		3 (9 %)	3 (16 %)

Tableau 3 Proportion de cadavres de perdrix dans lesquels une substance active de produits phytopharmaceutiques a été détectée en fonction de la famille chimique des molécules recherchées et de la cause de la mort de l'oiseau.

Familles chimiques recherchées	Causes de mortalité	
	Prédation	Autres traumatismes
	% de cas dont la concentration est supérieure à la limite de détection (effectif)	
Pyrethrinoides (insecticide)	36 % (30)	26 % (19)
Triazines (ancien herbicide)	25 % (24)	42 % (19)
Herbicides	17 % (26)	18 % (11)
Divers	4 % (24)	0 % (10)

faciliter sa prédation. À l'autopsie, il n'a pas été trouvé d'autres lésions que celles de prédation, hormis une légère décoloration du foie et des reins mais qui est non caractéristique.

Des cadavres entiers présentant des signes de faiblesse évidents, mais aucune trace de prédation

Parmi les 18 oiseaux déterminés d'après les indices de terrain comme morts de maladie ou morts de causes indéterminées et autopsiés (**tableau 1**), 2 ont été classés comme étant morts d'autres causes traumatiques (collisions). Pour les 16 autres, soit la « maladie » a été confirmée (n = 10), soit l'origine de la mort est restée indéterminée (n = 5) ou bien elle a été déterminée comme étant d'origine toxique (n = 1). Parmi ces derniers, 14 présentaient des signes clairs de faiblesse, 7 étaient cachectiques, mais aucun ne présentait de traces de prédation ou de nécrophagie. Certains oiseaux ont même été observés comme étant clairement affaiblis plusieurs jours avant qu'ils ne

soient retrouvés morts, et pourtant ils n'ont pas été « prédatés ». D'aucun pourrait arguer que ce résultat soit dû à une abondance en prédateurs insuffisante sur certains terrains pour « éliminer rapidement » tous les individus affaiblis. Mais aucune relation claire n'a été trouvée entre l'abondance en prédateurs et la proportion de cadavres autopsiés et ne présentant aucunes traces de consommation.

Ce qu'il faut retenir...

En définitive, il reste difficile de répondre aux questions : « Est-ce que les perdrix retrouvées consommées par un prédateur étaient déjà mortes ? Ou bien étaient-elles affaiblies par une autre cause ? ». En effet, malgré un travail de terrain et d'analyses (autopsies et recherche de résidus) très conséquent et coûteux, 80 % des cadavres « consommés » étaient dans un état ne permettant pas de réelles investigations. Toutefois, les autopsies réalisées sur un échantillon de tout de même 90 perdrix n'ont pas fondamentalement remis en question la détermination des causes de mortalité (prédation et autres)

d'après les indices de terrain, puisque dans 85 % des cas les lésions observées étaient compatibles avec le diagnostic de terrain. Par ailleurs, les autopsies ne semblent pas montrer que le taux important de mortalité des perdrix grises par prédation peut s'expliquer par un important taux de nécrophagie. Elles n'ont pas non plus mis en évidence que les oiseaux morts de prédation semblaient plus affaiblis que ceux morts d'autres traumatismes.

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires, le Laboratoire régional de suivi de la faune sauvage (LRSFS) et le laboratoire Biolytics. Merci aussi à F. Reitz (ONCFS) pour sa relecture constructive. L'étude PeGASE a reçu les soutiens financiers de la FNC, de la MCN, du FEDER, de la FNADT, des Conseils généraux de Haute-Normandie et de Loiret-cher, de Vermillon, de l'ASP Limousin, de la SCIF, du CEB et de l'Etat via le financement de services civiques. ■

Bibliographie

- Birkan, M. & Jacob, M. 1988. La perdrix grise. Hatier, France. 284 p.
- Bro, E. 1998. Corrélat environnementaux du statut démographique de la perdrix grise en France. Thèse Doct., Univ. Paris XI. 267p. + ann.
- Bro, E., Reitz, F., Clobert, J., Migot, P. & Massot, M. 2001. Diagnosing the environmental causes of the decline in Grey Partridge Perdrix survival in France. *Ibis* 143: 120-132.
- Bro, E., Reitz, F., Migot, P. & Arroyo, B. 2005. Conservation de la faune sauvage et conflits sociaux. La perdrix grise et le busard Saint-Martin dans les plaines céréalières du Centre-Nord de la France. *Faune sauvage* n° 268 : 42-56.
- Bro E, F. Millot, R. Delorme, C. Polvé, E. Mangin, A. Godard, F. Tardif, C. Gouache, I. Sion, X. Brault, D. Durlin, D. Gest, T. Moret & R. Tabourel (2013). PeGASE, bilan synthétique d'une étude perdrix grise « population-environnement ». *Faune sauvage* n° 298 : 17-48.
- Errington, P.L. 1946. Predation and vertebrate populations (concluded). *Quarterly Review of Biology* 21: 221-245.
- Errington, P.L. 1956. Factors limiting higher vertebrate populations. *Science* 124: 304-307.
- Errington, P.L. 1963. The phenomenon of predation. *American Scientist* 51: 180-192.
- Hudson, P.J., Dobson, A.P. & Neworn, D. 1992. Do parasites make prey vulnerable to predation ? Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology* 61: 681-692.
- Millot, F., Decors, A., Berny, P. & Bro, E. 2013. Produits phytopharmaceutiques et mortalité des perdrix grises au printemps-été : apports de l'étude PeGASE. *Faune sauvage* n° 299 : 16-22.
- Möller, A.P., Peralta-Sanchez, J.M., Nielsen, J.T., López-Hernández & Soler J.J. 2012. Goshawk prey have more bacteria than non-prey. *Journal of Animal Ecology* 81: 403-410.
- Reitz, F., Bro, E., Mayot, P. & Migot, P. 1999. Influence de l'habitat et de la prédation sur la démographie des perdrix grises. *Bulletin Mensuel ONC* n° 240 : 10-21.
- Tapper, S.C., Potts, G.R. & Brockless, M.H. 1996. The effect of an experimental reduction in predation pressure on the breeding success and population density of grey partridges (*Perdix perdix*). *Journal of Applied Ecology* 33: 965-978.
- Valkama, J., Korpimäki, E., Arroyo, B., Bretagnolle, V., Bro, E., Redpath, S., Mañosa, S., Thirgood, S. & Viñuela, J. 2005. Birds of prey as limiting factors of gamebird populations in Europe: a review. *Biological Reviews* 80 : 171-203.