

L'énigme du déclin cyclique des lemmings



Dix années de recherches au Groenland

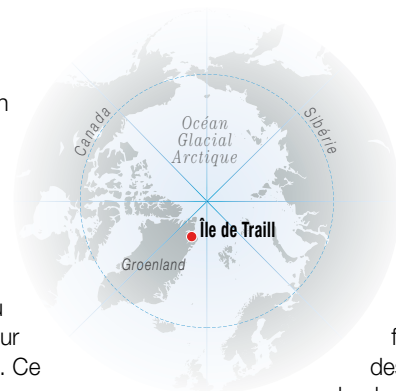
L'énigme du déclin cyclique des lemmings

CLEF DE VOÛTE DES ÉCOSYSTÈMES ARCTIQUES, les populations de ce rongeur connaissent des alternances de pullulation et de déclin restées longtemps inexplicées. La solution était à chercher du côté du rôle des prédateurs.



OLIVIER GILG
Président du Groupe de recherche en écologie arctique (Gréa), ce spécialiste en écologie étudie depuis 1993 les oiseaux et les lemmings de l'Arctique.

Rendu célèbre en 1958 par un documentaire signé Walt Disney primé aux Oscars, le lemming est l'une des clefs de voûte des écosystèmes terrestres de l'Arctique au même titre que le krill pour les écosystèmes marins. Ce petit rongeur boréal dont les populations pullulent régulièrement constitue l'alimentation de base de la plupart des prédateurs terrestres du Grand Nord, loup, hermine, renard arctique, chouette harfang, labbe à longue queue, au point que les variations des effectifs de ces prédateurs suivent à peu près celles du lemming. Si l'on sait depuis plus de trente ans que le mythe du suicide collectif des lemmings popularisé par le documentaire de Walt Disney, n'a aucun fondement scientifique, les processus biologiques qui président à la dynamique de pullulation cyclique des effectifs de ses populations et au comportement migratoire de certaines espèces de lemming soulèvent encore de nombreuses questions. Il est important d'y répondre, tant pour mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes arctiques et évaluer les impacts du réchauffement cli-



matique sur la faune et la flore de ces régions que pour des raisons de santé publique, les lemmings étant vecteurs de maladies transmissibles à l'homme. Le Groupe de recherche en écologie arctique (Gréa France) a mis en place avec les Universités de Fribourg (Allemagne) et d'Helsinki (Finlande) des programmes de suivi comparé à long terme des populations du lemming et de leurs prédateurs sur le terrain (Groenland, Canada et Sibérie), les missions Ecopolaris. Les lemmings sont des petits rongeurs de la famille des muridés (rats, souris, campagnols...) qui vivent dans les régions boréales. Des quatorze espèces existantes, la plus connue est le lemming de Norvège (*Lemmus lemmus*), célèbre pour ses migrations, mais la plus nordique est le lemming à collier (*Dicrostonyx groenlandicus*) que l'on rencontre aux hautes latitudes sur les terres qui bordent l'océan Arctique, au Groenland, en Alaska, au Canada et



J.-L. KLEIN & M.-L. HUBERT

en Sibérie, à l'exception du Spitzberg et de la côte ouest du Groenland (voir carte page 85). Le domaine vital des lemmings est la toundra, zone de végétation rase ne dépassant pas 20 centimètres de haut, située au nord de la limite des arbres. Comme il n'hiverné pas, contrairement à d'autres mammifères arctiques (marmotte, spermophile), il doit affronter un long hiver de neuf mois, la nuit permanente, et des températures minimales pouvant descendre jusqu'à -50 °C à la surface du sol. Le sol de la toundra étant gelé en permanence (pergélisol), il n'est pas possible de creuser des terriers profonds. Le lemming construit donc des nids sous la neige l'hiver et s'abrite dans des excavations creusées dans le sable ou la mince couche de terre dégelée qui affleure de quelques dizaines de centimètres au-dessus du pergélisol en été. Le lemming à collier, le plus petit herbivore de l'Arctique, se nourrit essentiellement de plantes dicotylédones (dryades, saules, silènes, etc.). En hiver, il creuse des galeries dans le manteau

neigeux pour accéder aux plantes congelées qui ont toutefois conservé leur valeur nutritive. Par son comportement, il s'apparente à une petite marmotte ou à un hamster mais sur le plan systématique, il est le cousin de nos campagnols et mulots. Son poids varie de 15-20 g pour les jeunes à plus de 100 g pour les femelles gravides. Sa fourrure gris-marron l'été lui permet de se confondre dans la toundra. Il revêt par une mue automnale un pelage blanc en hiver. Pour survivre à moins de 1 000 km du pôle Nord, et surtout pour faire face à la longue période critique de l'hiver, le lemming à collier a développé de nombreuses stratégies d'adaptation, en particulier une forme trapue, un pelage dense et des oreilles courtes qui lui permettent de limiter ses pertes de chaleur. En hiver, lorsque son pelage vire au blanc, ses griffes s'épaississent et deviennent bifides pour mieux creuser les galeries subnavales où il passe tout l'hiver. Une autre particularité du lemming à collier est qu'il limite sa prise de poids en été, quelles que soient la quantité et

LE LEMMING HEUREUX EN HIVER.

Protégé du froid par l'épaisse couche de neige, ce rongeur s'active et se reproduit tout l'hiver dans ses galeries. À raison d'une portée de 4 petits chaque mois, ses effectifs augmentent très vite. À la fonte des neiges, sa reproduction devient quasi nulle.



AU MENU HIVERNAL : VÉGÉTAUX GELÉS.

Recouverte par la neige durant les huit mois d'hiver, la végétation de la toundra qui a germé durant l'été se conserve tout l'hiver et fournit au lemming l'énergie dont il a besoin pour rester actif et assurer sa reproduction avant l'été.



J.-L. KLEIN & M.-L. HUBERT

la qualité de la nourriture absorbée. L'utilité exacte de cette adaptation physiologique est encore obscure, mais elle intéresse au plus haut point certains spécialistes de l'obésité humaine...

Les lemmings, dont l'espérance de vie ne dépasse que rarement un an, sont la proie privilégiée de nombreux prédateurs. Du nombre de ces petits rongeurs dépendent ainsi le succès de reproduction et les densités de population de nombreuses autres espèces. Cette relation est directe pour les prédateurs qui s'en nourrissent presque exclusivement lorsqu'ils pullulent (chouette harfang, renard polaire, hermine, labbes, etc.), ou indirecte pour d'autres espèces qui deviennent les proies de substitution des prédateurs lorsque les lemmings se font rares (lagopèdes, lièvres arctiques, oiseaux limicoles, oies, eiders, bernaches). Le lemming est ainsi l'espèce déterminante du fonctionnement de l'écosystème de la toundra.

Les effectifs de lemmings varient considérablement d'une année à l'autre, mais ces fluctuations

siècles, les sagas scandinaves en faisaient déjà mention ! Leur périodicité de trois à cinq ans est aujourd'hui assez bien documentée, mais les processus qui les régissent sont restés jusqu'à présent très discutés.

On distingue habituellement quatre phases dans le cycle des lemmings, décrites par le biologiste canadien Charles J. Krebs en 1964 : une phase de croissance, une de forte abondance ou de pic (*peak phase*), une de déclin et une de faible abondance ou de creux (*low phase*). La phase de croissance, très importante, peut être appréhendée à deux échelles temporelles distinctes, annuelle ou saisonnière. Elle s'étend habituellement sur deux années successives. Mais si l'on observe en détail les variations saisonnières des densités de populations du lemming à collier, on constate que la phase de croissance est limitée à la seule période hivernale et qu'elle est systématiquement interrompue en été par une phase de déclin (*lire ci-contre « L'effondrement estival des populations »*). Si l'on admet que toutes les femelles adultes produisent

se répètent de façon cyclique. Les caractéristiques de la dynamique des populations de ce petit rongeur (*lire ci-contre « Qu'est-ce que la dynamique des populations »*) sont connues depuis des

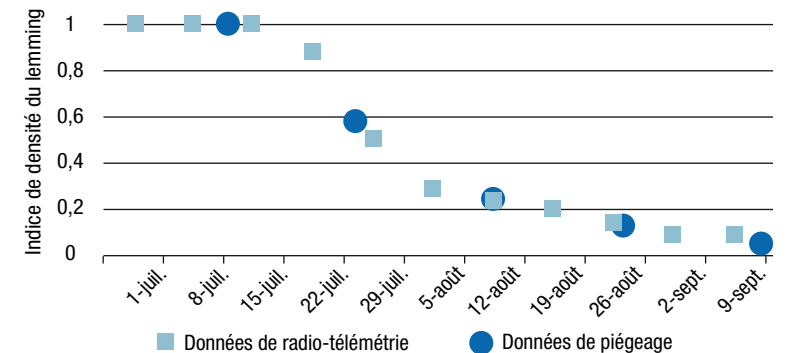
4 jeunes par portée en moyenne, qu'elles mettent bas une fois par mois et que les juvéniles acquièrent leur maturité sexuelle un mois après leur naissance, le taux de croissance quotidien maximal théorique des populations du lemming à collier dépasse légèrement 2 %, c'est-à-dire que la balance entre les naissances et la mortalité des individus est légèrement positive et que la population totale augmente de 2 % par jour. La phase de pic se caractérise par de fortes abondances, où les densités observées sont de 100 à 1 000 fois supérieures à celles mesurées lors de la phase de creux, mais elle ne dure que très peu de temps, quelques semaines ou quelques mois tout au plus.

Une pullulation tous les 4 ans

La phase de déclin peut elle aussi être appréhendée à l'échelle saisonnière ou annuelle. Dans le second cas, on constate que la phase de déclin s'étale sur deux ans, comme la phase de croissance. À l'échelle saisonnière en revanche, on retrouve la même alternance avec des densités qui augmentent en hiver et déclinent en été. La phase de déclin s'observe essentiellement à l'échelle macroscopique, lorsque 2 à 3 années successives se caractérisent par des densités très faibles, inférieures à 1 individu par hectare au Groenland. À l'échelle saisonnière, ces périodes de faible abondance sont caractérisées par un déclin systématique en été suivi en hiver d'un déclin ou d'une croissance limitée.

Au long d'une quête scientifique de plus d'un siècle pour expliquer les cycles des rongeurs et des lemmings, plusieurs dizaines d'hypothèses ont été proposées, fondées sur des facteurs intrinsèques, directement liés à la vie des lemmings, ou extrinsèques, dus à des facteurs

externes (prédateurs, maladies...). Les premières privilégiaient des phénomènes de dispersion différentielle et le stress social qui, lors des phases de forte abondance, altérerait les capacités reproductives des animaux. Mais au fur et à mesure que nos connaissances sur la biologie et l'écologie des lemmings progressaient, elles furent toutes réfutées par des travaux de terrain ou des recherches théoriques, y compris parfois par leurs courageux « inventeurs ». Aucune



de ces hypothèses ne semble plus aujourd'hui pouvoir expliquer, à elles seules, les fluctuations des populations de lemmings observées. Les hypothèses extrinsèques, dont les huit plus sérieuses étaient fondées sur les explosions solaires, les conditions climatiques, la quantité et la qualité de la nourriture disponible, les défenses induites par les plantes en réponse à la consommation par les lemmings, les parasites et maladies, l'hétérogénéité de l'habitat et enfin la prédation, se sont avérées bien plus réalistes. L'influence des prédateurs, débattue depuis plusieurs décennies, s'est peu à peu imposée comme l'hypothèse la plus probable pour expliquer les fluctuations de lemming à collier.

L'EFFONDREMENT ESTIVAL DES POPULATIONS

du lemming résulte d'une prédation intense. L'utilisation de colliers radio émetteurs (carrés) montre que 90 % des rongeurs sont capturés par les prédateurs durant l'été.

Qu'est-ce que la dynamique des populations ?

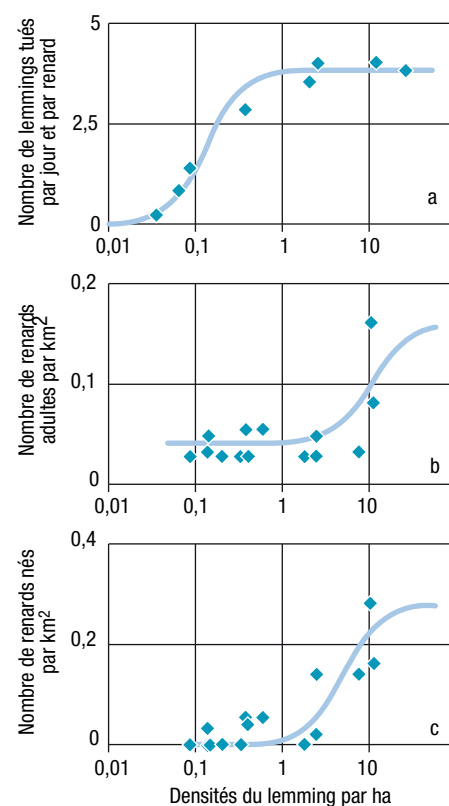
La dynamique des populations s'attache à décrire et expliquer les variations naturelles, dans le temps et l'espace, des effectifs des populations végétales et animales. Selon le biologiste finlandais Esa Ranta, « la science écologique est [même] largement caractérisée par nos tentatives de comprendre les fluctuations d'effectifs des populations dans le temps et l'espace ». L'étude des lemmings a joué un rôle primordial dans le développement de l'écologie moderne et des théories de l'écologie des populations. Sous l'impulsion des travaux fondateurs de l'écologue britannique Charles Elton, les lemmings se sont en effet rapidement imposés comme étant les

espèces cycliques par excellence et nombre de théories et modèles proposés dans le domaine de la dynamique des populations ont été développés sur leur exemple. Rares sont aujourd'hui les ouvrages d'écologie générale qui n'en font pas mention. Malgré cet intérêt de longue date et le nombre important de travaux qui lui ont été consacrés, le puzzle des fluctuations cycliques des lemmings reste encore partiellement inachevé. Or, comme le rappelle le biologiste suédois Nils Christian Stenseth, « nous ne pourrions clamer avoir compris la dynamique des populations [en général] tant que les facteurs responsables de ces fluctuations n'auront été mis au jour ».



LE RENARD VIT AUX DÉPENDS DU LEMMING

Quand sa proie dépasse une densité seuil de 0,1 lemming à l'hectare, il se gave de rongeurs (en haut). Dès que la densité de proie dépasse 1 lemming par hectare (période de pullulation), il produit plus de jeunes (en bas). En dessous de la densité seuil (période de creux), il change de proie et les femelles donnent naissance à peu de petits, voire aucun.



Des écrits du XVI^e siècle consacrés aux lemmings mettaient déjà en avant l'importance supposée de certains prédateurs (belettes et hermines) dans l'explication des cycles du lemming de Norvège. Pourtant la prédation fut longtemps considérée comme n'ayant qu'un impact négligeable dans l'explication des cycles : elle ne concernerait que la partie « en excès » de la population de proies et serait tout au plus capable

d'accentuer ou de prolonger la phase de faible abondance. Cette hypothèse ne fut sérieusement reconsidérée et réévaluée, par l'école fenno-scandinave, qu'à partir des années 1970. En théorie et sur la base des modèles fondateurs d'Alfred Lotka et Vito Volterra, la prédation par des espèces résidentes et spécialisées, par exemple les petits mustélidés comme l'hermine, peut engendrer une dynamique cyclique des espèces proies du fait d'une réponse numérique différée de ces prédateurs dont le taux de croissance des populations est plus faible que celui de leurs proies. Au contraire, l'action des prédateurs généralistes, comme le renard polaire, ou des spécialistes migrants et nomades à réponse numérique rapide, comme la chouette harfang et le labbe à longue queue, tend à synchroniser les fluctuations, à réduire la durée des cycles et leur l'amplitude (*dampening effect*). Grâce aux travaux groenlandais de deux équipes du Gréa, l'hypothèse de la prédation est aujourd'hui considérée comme la plus plausible pour expliquer les cycles du lemming à collier.

Un écosystème simplifié : une proie pour quatre prédateurs

La majorité des missions du Gréa organisées depuis la fin des années 1980 ont eu pour objectif d'observer et de décrire ces fluctuations de populations de lemmings et de leurs prédateurs, phénomène jusqu'alors connu mais très mal compris. C'est ainsi que le Karupelv Valley Project, dirigé par Benoît Sittler (Gréa et Université de Freiburg, Allemagne), a vu le jour en 1988. Depuis, des recensements exhaustifs des nids d'hiver de lemmings et des populations

4 PRÉDATEURS POUR UN LEMMING.

Le renard polaire, le labbe à longue queue, l'hermine et la chouette harfang se nourrissent presque exclusivement de lemmings lorsque le rongeur pullule. Lorsqu'il n'y en a plus le harfang change de territoire, le labbe ne se reproduit pas et l'hermine meurt.



de prédateurs sont effectués chaque année, sur une zone de 15 à 75 km² selon les espèces, dans la vallée de Karupelv sur l'île de Traill au Groenland oriental. Ce suivi est à ce jour le plus long jamais réalisé sur ces espèces avec une telle précision. Dans les années 1990, les missions Ecopolaris que nous avons dirigées pour le Gréa et l'Université d'Helsinki nous ont permis d'accentuer cet effort en réalisant notamment des relevés comparatifs sur d'autres zones d'étude groenlandaises, canadiennes et sibériennes.

L'un des principaux objectifs des missions Ecopolaris fut de confirmer, par une modélisation complète de l'écosystème, le rôle des prédateurs dans l'explication de ces importantes fluctuations de lemmings, hypothèse vers laquelle convergent de plus en plus de scientifiques, notamment en Europe du Nord. De 1998 à 2002,

planète avec seulement 1 proie et 4 prédateurs. Le Gréa a ainsi réussi, pour la première fois, à suivre simultanément toutes les espèces d'une communauté complète de vertébrés terrestres puis à les modéliser. Nous avons fait des émules puisque dès 1995, des travaux similaires ont été engagés par le Centre polaire danois sur le site de Zackenberg, quelque 250 km au nord de notre zone d'étude. Les résultats récemment obtenus par Niels Martin Schmidt et son équipe sur cette seconde zone sont venus confirmer bon nombre des nôtres.

La compréhension de l'écologie estivale de cette communauté arctique repose essentiellement sur des observations directes : suivi des activités quotidiennes des animaux par des méthodes non invasives d'observation à distance ou de suivi téléométrique, sur une zone d'étude s'étendant sur quelques hectares pour les lem-



RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU LEMMING.

Le lemming à collier (*Dicrostonyx groenlandicus*, en bleu) colonise les toundras du Groenland, de l'archipel arctique canadien et de l'Alaska au nord de l'isotherme 10 °C en été. Trois espèces voisines, regroupées sous le même nom vernaculaire, occupent les toundras de Sibérie et du Canada.

L'HERMINE, UN CHASSEUR TRÈS SPÉCIALISÉ.

Le suivi d'hermines équipées de collier émetteur a montré qu'elles passent l'hiver à traquer et manger les lemmings dans leur nid sous la neige (en haut). Au printemps, les nids pillés sont faciles à identifier grâce aux crottes pleines de poils (en bas) qu'elles y ont laissées.



tous nos efforts se sont ainsi focalisés sur le calcul des réponses numériques et fonctionnelles des prédateurs. Pour atteindre cet objectif ambitieux, il nous a fallu développer des protocoles innovants, poser des milliers de pièges à lemmings chaque année (pièges à bascule inoffensifs), procéder à des centaines d'heures d'affût et d'observation des prédateurs, etc. Nous avons choisi la toundra du haut Arctique groenlandais parce qu'elle abrite la communauté de vertébrés terrestres la plus simplifiée de la

minings et jusqu'à 75 km² pour certains prédateurs (chouettes, renards). D'autres méthodes d'étude, indirectes, comme la collecte de pelotes de réjection sur les promontoires qui servent de reposoirs aux oiseaux prédateurs, ou celle de crottes de renard sur leurs terriers, permettent de compléter les observations. L'analyse du contenu de ces déjections nous renseigne sur la nature et la quantité des proies consommées par les prédateurs. Il est aussi possible de distinguer l'âge et le sexe des proies (jeunes lem-

minings, femelles ou mâles adultes) à partir de mesures prises sur les os trouvés dans ces restes (mandibules et os pelviens). Une étude d'une telle ampleur ne peut se faire que par un vrai travail d'équipe, ce qui est aussi l'esprit du Gréa, qui est une association. Raphaël Sané suivait les chouettes, Arnaud Hurstel les labbes à longue queue. Nous nous occupons du piégeage des lemmings et des hermines : plus de 1 000 pièges à bascule posés pour 12 heures presque tous les jours et vérifiés toutes les

2-3 heures. Les lemmings sont piégés à l'entrée de leurs terriers, bouchés pour l'occasion par nos pièges. Cette méthode nous fournit une idée très précise des densités selon que les terriers sont occupés ou non. Certains animaux sont également équipés d'un petit collier émetteur, l'animal étant anesthésié quelques minutes pour limiter le stress lors de la pose du collier. On peut alors les suivre tous les jours avec un récepteur radio pour noter leurs moindres faits et gestes : distance parcourue, terriers utilisés, autres lemmings côtoyés...

C'est ainsi que, après plusieurs semaines voire plusieurs mois de suivi, nous avons constitué une image de plus en plus précise de leur territoire et de leur domaine vital, de leur comportement social et surtout de leur destinée : capturés ou non par un prédateur... Les lemmings mâles ne sont pas territoriaux au sens strict du terme, et leurs très grands territoires se chevauchent souvent. Au contraire, les femelles ont des territoires plus petits qu'elles défendent activement contre les autres femelles. Grâce à sa petite taille et à son extrême agilité, l'hermine est le seul prédateur à accéder aux réseaux de galeries creusés par les lemmings dans la toundra en été puis sous la neige en hiver. Nous avons pu le démontrer en équipant ce petit prédateur d'un collier émetteur, une première dans l'Arctique.

Benoît Sittler, quant à lui, dénombre chaque été depuis 1988 les nids d'hiver de lemmings. À la fonte des neiges, ces nids peuvent facilement être détectés à même le sol de la toundra. Benoît



OBSERVATIONS ET TRAQUES DU LEMMING.

Il faut attendre que la neige commence à fondre pour poser les pièges à l'entrée des terriers de lemmings, puis les relever toutes les deux à trois heures, cet intervalle étant utilisé pour observer et compter renards, harfangs et labbes aux jumelles.

détermine et comptabilise ceux qui ont été visités par l'hermine qui se les approprie après avoir dévoré le lemming qui l'habitait, laissant des amas de poils sur les petits nids d'herbe et des tas de crottes dans un rayon de quelques

mètres. Réalisés dans une toundra sans arbre et sous la lumière permanente, nos travaux bénéficient et maximisent ces conditions uniques et idéales pour suivre les cinq acteurs de cet écosystème quasiment en permanence.

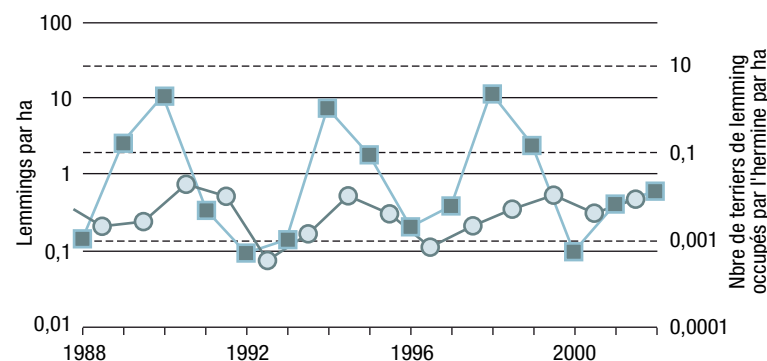
Une population décimée l'été

Nos premiers résultats sur la dynamique des lemmings sont avant tout descriptifs. Chaque été et quelle que soit leur densité initiale, les populations de lemmings chutent dramatiquement. Que leur densité soit de 1 ou 10 lemmings par hectare à la fonte des neiges en juin, invariablement il n'en restera pratiquement aucun à la fin de l'été ! Cet important déclin résulte entièrement de la prédation. Dans ce paysage extrêmement ouvert et constamment ensoleillé, les lemmings n'ont aucun abri, et donc pratiquement aucune chance d'échapper aux renards, chouettes, labbes et hermines. Chaque jour, la population de lemmings peut être réduite de plusieurs pour cent (plus de 2 à 3 % par jour en été lors des phases de forte abondance), alors que leur reproduction, même au niveau optimal théorique de 2 % par jour, ne leur permet guère de compenser plus de la moitié de ces pertes.

Le deuxième type de résultat est plus quantitatif. Les mesures faites pour chaque prédateur montrent que chaque espèce se comporte très différemment, à la fois dans sa réponse numérique (la variation du nombre de prédateurs en fonction de la densité de lemmings) et dans sa réponse fonctionnelle (la variation de la quantité de proies capturées en fonction de la densité de lemmings). Ainsi, les harfangs sont totalement absents lorsqu'il y a moins de 2 lemmings par hectare à la fonte des neiges. Mais lors des années de pic, lorsque les densités atteignent ou dépassent 10 lemmings à l'hectare, ils arrivent

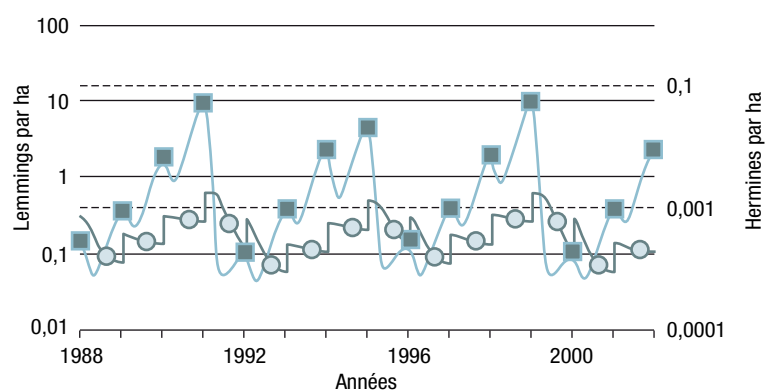
en nombre et s'installent pour produire de grandes couvées dépassant 10 poussins dans certains nids. Un mâle de chouette harfang peut alors capturer plus de 50 lemmings par jour pour nourrir une telle couvée. Les labbes, au contraire, sont territoriaux et reviennent chaque année dans le même secteur pour tenter de se reproduire. Les années où les lemmings sont trop rares, ils ne pondent pas ou finissent par abandonner leurs œufs ou leurs poussins faute de pouvoir les nourrir du fait du manque de ressources. Les années de pic ou à densité de lemmings intermédiaire, ils élèvent 1 ou 2 jeunes tout au plus. Les renards polaires, quant à eux, ont un comportement plus généraliste que les deux prédateurs ailés. Ils se satisfont volontiers d'autres proies (oies, limicoles, jeunes lièvres), voire de cadavres pour survivre en l'absence des lemmings. On en dénombre ainsi toujours quelques-uns, même lors des années de creux. Mais lorsque les lemmings sont trop peu nombreux, ils ne parviennent que très rarement à élever des jeunes jusqu'à leur sevrage (*lire, page 82, « Le*

aux fluctuations des effectifs du lemming. Les autres prédateurs ajustent en temps réel leur densité à celles des lemmings soit en étant nomades, comme la chouette harfang, soit en se maintenant à une densité quasi constante mais avec un succès de reproduction adapté (labbe et renard). Au contraire, la réponse numérique de l'hermine, dont le taux de croissance des effectifs (vitesse de reproduction) est beaucoup plus faible que celui des rongeurs, est toujours retardée par rapport aux fluctuations de densité du lemming. Du coup, lorsque les effectifs des populations de lemming augmentent (phase de croissance), les hermines mettent souvent un an ou plus à réagir numériquement (augmenter leurs effectifs) et profiter de cette ressource. Durant ce laps de temps, les lemmings continuent à croître de façon quasi exponentielle en hiver, limités uniquement en été par les trois autres espèces de prédateurs. Au Groenland, les lemmings à collier se reproduisent exclusivement ou presque en hiver. Après un ou deux hivers de croissance sans entrave, du fait de la faible densité des hermines, les lemmings entrent en phase de pic à la fin de l'hiver. Comme chaque année, leur densité va alors chuter jusqu'en fin d'été sous l'action de l'importante pression de prédation des chouettes, labbes et renards. Mais après une ou deux années de lente croissance, les populations d'hermine ont enfin rattrapé leur retard. La situation est alors inversée par rapport à celle de la phase de croissance : beaucoup d'hermines pour trop peu de lemmings. C'est à ce moment du cycle que s'observe la phase de déclin, phase qui sera suivie encore une année ou deux par une phase de creux lors de laquelle les hermines, trop nombreuses pour la ressource et de plus en plus affamées, périront ou partiront vers d'autres vallées. Ce n'est qu'au terme de cette phase, lorsqu'une nouvelle bascule



UN MODÈLE DE PRÉDATION CONFIRME LES OBSERVATIONS.

Intégrant quinze années de données (en haut) de piégeage (carrés) et de comptage des nids visités par l'hermine (ronds), le modèle de dynamique des populations (en bas) de lemming (carrés) et d'hermine (ronds), fondé sur l'hypothèse d'une régulation des effectifs des proies par ses prédateurs, reproduit les données d'observation et les précise en montrant la chute estivale des effectifs due à la prédation par le renard, le harfang et le labbe, absents en hiver.



L'hermine marque le déclin du lemming

renard vit aux dépens du lemming »).

L'hermine enfin, le plus rare et le plus discret des prédateurs de la toundra, mais sans aucun doute le plus important dans la dynamique des lemmings, se distingue des autres à la fois par son caractère sédentaire – elle est présente même en hiver où elle est la seule à poursuivre les lemmings sous le manteau neigeux –, par son hyperspécialisation envers les lemmings – elle ne dispose d'aucune autre proie en hiver à l'exception peut-être de rares lagopèdes –, et par une réponse différée de sa démographie



À DÉCOUVERT TOUT L'ÉTÉ.

Dès que la neige a fondu, la toundra n'offre guère de refuge au lemming qui sort de son trou. Bien qu'ayant troqué son pelage blanc hivernal pour sa livrée estivale brun-gris lors de la mue de printemps, dans le jour permanent, il n'a presque aucune chance d'échapper à ses prédateurs.

démographique se produira, mais cette fois en sens inverse (ratio hermine-lemming à nouveau favorable aux seconds), que les lemmings pourront augmenter leurs effectifs, initiant ainsi le prochain cycle de pullulation. Comment se comportent les autres prédateurs lorsque les lemmings se raréfient ? S'orientent-ils simplement vers d'autres proies, sont-ils obligés de partir ou vont-ils jusqu'à mourir ? La chouette harfang s'est adaptée à l'imprévisibilité des ressources en adoptant un comportement nomade. En l'absence de lemmings, elle part vers d'autres régions de l'Arctique et peut ainsi nicher une année au Canada et l'année suivante au Groenland. Le labbe à longue queue au contraire survit en mangeant des baies, des insectes ou de petits animaux marins s'il est en bordure de côte. Mais en l'absence de lemmings, il migre plus tôt et quitte la toundra pour rejoindre ses quartiers d'hiver sous les tropiques sans avoir pu se reproduire. Le renard polaire, le plus généraliste de tous les prédateurs de cette communauté, survit quant à lui de baies, d'oiseaux ou de caches de nourriture en été – il enterre souvent une partie de son butin au printemps lorsque les ressources sont plus abondantes – avant de partir en hiver explorer une zone bien plus vaste, soit à terre où il trouve notamment des cadavres de bœufs musqués, soit sur la banquise où il se nourrit des restes de phoques laissés par les ours polaires. La synthèse de toutes ces années de collecte de données a abouti à la réalisation d'un modèle mathématique. L'élaboration d'un modèle permettant de simuler la dynamique des popula-

tions de lemmings et de leurs prédateurs est bien entendu complexe : il est indispensable à la fois de partir des bonnes hypothèses et d'intégrer les bons paramètres pour coller à la réalité au plus près. Depuis plus d'un siècle, des dizaines de scientifiques ont tenté d'élucider le mystère des cycles de lemmings. L'école fenno-scandinave, sous l'impulsion notamment du professeur Ilkka Hanski, de l'Université d'Helsinki, avec qui nous collaborons étroitement, est à la pointe de ces recherches. Ilkka Hanski a proposé plusieurs modèles paramétriques qui prédisaient de façon satisfaisante la dynamique de certains campagnols observée en Finlande. C'est sur la base de ses modèles que nous avons construit et paramétré

Des applications prometteuses

notre « modèle lemmings ». Nous avons intégré tous les paramètres démographiques des cinq espèces (taux de croissance des populations de lemmings, réponses numériques et fonctionnelles des prédateurs), si bien que notre modèle nous permet aujourd'hui de prédire très finement la dynamique observée au Groenland. La comparaison se fait avant tout sur la base de 3 variables : l'amplitude des cycles, c'est-à-dire le rapport entre les densités minimales des années de creux et celles maximales des années de pic, qui sont multipliées par 100 ou 1 000 pour les cycles des lemmings ; la densité maximale lors des pics,



qui est de l'ordre de 10 lemmings à l'hectare au Groenland ; et la durée de ces cycles qui est de quatre ans au Groenland (*lire, page 86, « Un modèle de prédation confirme les observations »*). Le fait que ces trois variables soient très fidèlement estimées par notre modèle est remarquable et permet à l'hypothèse de prédation d'être aujourd'hui la plus solidement étayée pour expliquer la dynamique cyclique des lemmings à collier. Nos travaux sont les premiers à avoir pu modéliser avec succès la dynamique d'une communauté entière de vertébrés terrestres, mais également les premiers à démontrer aussi clairement que la prédation peut être la cause principale voire unique des fluctuations de rongeurs. Il s'agit aujourd'hui de la meilleure clef pour expliquer ces mécanismes et résoudre l'énigme des lemmings. Mais d'autres facteurs pourraient également intervenir de manière plus ou moins importante dans d'autres régions de l'Arctique, ou si les conditions environnementales venaient à changer, notamment sous l'effet du changement climatique...

Bien qu'il s'agisse avant tout de recherche fondamentale, nos résultats ont également une importante portée appliquée. Sur le plan économique par exemple, les rongeurs sont responsables à travers le monde de nombreux dégâts agricoles (par exemple sur des prairies permanentes, dans le Jura) ou forestiers. Dans les forêts boréales de Fenno-Scandinavie en effet, plusieurs équipes universitaires étudient les cycles de rongeurs qui, lorsqu'ils pullulent, peuvent dévorer une fraction très importante des jeunes plants forestiers. Pouvoir anticiper

ces pullulations permettrait d'adapter la gestion sylvicole, en évitant les coupes de régénération avant les pics de pullulation des rongeurs, et de limiter ainsi les dégâts dans des pays comme la Finlande dont l'économie dépend en grande partie de la vente de bois. Certains rongeurs sont aussi responsables de la transmission à l'homme de parasites et maladies infectieuses. Lutter contre les pullulations de rongeurs, ou du moins être en mesure de prédire leur explosion démographique, permettrait donc également d'anticiper d'éventuelles épidémies dans certaines régions du monde. D'un point de vue scientifique enfin, le lemming constitue un sujet de recherche privilégié car sa dynamique très rapide permet aux écologistes de tester sur des périodes très courtes diverses hypothèses, dans des spécialités aussi variées que la dynamique des populations, la génétique, l'éthologie, la parasitologie, la physiologie, etc. ■ *Écrit en collaboration avec Brigitte Sabard, Gréa. Reportage photographique d'Olivier Gilg et Brigitte Sabard, Gréa.*

Pour en savoir plus

- « Groenland - Le plus grand parc naturel au monde • Greenland - The Most Important Natural Park In The World », Gréa (un CD, Frémeaux et Associés, 2008)
- « Cyclic dynamics in a simple vertebrate predator-prey community », d'Olivier Gilg, Ilkka Hanski et Benoît Sittler (in « Science », 302, pp. 866-868, 2003)
- « Functional and Numerical Responses of Four Lemming Predators in High Arctic Greenland », d'Olivier Gilg, Benoît Sittler *et al.* (in « Oikos », 113, pp. 196-213, 2006)
- « The Biology of Lemmings » (édité par N.C. Stenseth & R.A. Ims), pp. 3-34. Academic Press, 1993.)
- Gréa : <http://gearctique.free.fr/>

L'énigme du déclin cyclique des lemmings



www.lecerclepolaire.com

Tiré à part extrait du numéro 2 de la revue Pôles Nord & Sud publiée par Le Cercle Polaire