En partenariat avec la Société française d'écologie

Romain Julliard et Frédéric Jiguet*

Avec le réchauffement du climat, l'avenir de la biodiversité se lit dans le vol des oiseaux

L'impact du changement climatique sur les populations d'oiseaux ne rend pas optimiste. Les évolutions, profondes, annoncent des pertes massives de biodiversité. Au-delà de telle ou telle espèce d'oiseau, c'est bien le fonctionnement même des écosystèmes qui est promis à de profondes modifications.

Dès lors, que faire ? Essayer de stopper ce phénomène à l'image d'un enfant qui tente de protéger son château de sable devant la marée montante ? Ou admettre l'inéluctable et explorer des voies inédites pour tirer malgré tout au mieux son épingle du jeu ? Romain Julliard et Frédéric Jiguet posent la question dans ce texte qui s'inscrit dans le partenariat entre LaRevue-Durable et la Société française d'écologie qui anime la plate-forme de débat Regards[1].

Yves Bas

Gobemouche gris

La planète a subi en un siècle un réchauffement climatique brutal d'une amplitude de 1°C. Un large panel de climatologues attribue ce réchauffement aux activités humaines qui génèrent des gaz à effet de serre. Les modèles climatiques prévoient pour le XXIe siècle une hausse de 2 à 5°C, dont l'ampleur et la rapidité dépendront de la courbe à venir des émissions. Un réchauffement d'au moins 3-4°C pour la fin du prochain siècle semble cependant inévitable et mettra au moins 1000 ans à se résorber.

* Romain Julliard et Frédéric Jiguet sont chercheurs au laboratoire Conservation des espèces, restauration et suivi des populations (CERSP), au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris.

Quels sont les principaux impacts du réchauffement climatique sur les populations d'oiseaux et, à travers eux, la biodiversité ? Les trois phénomènes semble-t-il les plus déstabilisants pour la biodiversité dans les contrées tempérées sont :

- la désynchronisation de la chaîne alimentaire,
- la redistribution spatiale des espèces et
- la multiplication d'événements catastrophiques.

Ensemble, ces trois phénomènes nous font réfléchir, en tant que chercheurs, au rôle de la biologie de la conservation aujourd'hui confrontée aux changements climatiques.

Désynchronisation des chaînes alimentaires

Sous les latitudes tempérées, les changements climatiques modifient la longueur relative des saisons. Or, l'arrivée du printemps rythme le cycle annuel de toute la biodiversité. La remontée printanière des températures accompagne une reprise explosive de la végétation. Les jeunes feuilles fournissent une nourriture de qualité à de multiples invertébrés herbivores, au premier rang desquels les chenilles. Des insectivores invertébrés (coléoptères, araignées) ou vertébrés (batraciens, lézards, oiseaux, petits mammifères) les consomment, puis sont eux-mêmes les proies de carnivores que chassent à leur tour d'autres prédateurs…

Le formidable accroissement de la biomasse végétale permet ainsi à tous ces animaux de se reproduire. Mais de façon éphémère : les jeunes pousses tendres se chargent bien vite de tanin et deviennent indigestes. On assiste ainsi à un pic d'abondance de nourriture et chaque niveau de la chaîne alimentaire tente de se synchroniser sur le pic nourricier dont il dépend.

Il existe bien sûr une variabilité naturelle de la précocité du printemps et toutes les espèces ajustent leur cycle de vie à cette variabilité. Les organismes dont la physiologie dépend directement de la température, comme les plantes ou les invertébrés, s'ajustent de fa-

çon relativement automatique et synchrone. Les autres, par exemple les oiseaux, doivent décider à partir de différents indices, parfois un bon mois avant le pic de chenilles, quand initier la ponte. Mais les conséquences d'un mauvais ajustement sont fatales si les jeunes oiseaux aux nids n'ont pas assez de nourriture pour leur croissance et leur survie.

Le réchauffement climatique multiplie les printemps chauds et amplifie la variabilité naturelle de la précocité des saisons. Les espèces d'oiseaux sont-elles capables de s'adapter ? Il existe deux modalités d'adaptation : la sélection naturelle des individus programmés génétiquement pour se reproduire tôt ; la flexibilité (ou plasticité) individuelle, chaque individu utilisant divers indices pour ajuster le début de sa reproduction aux conditions climatiques.

Nous avons étudié la sensibilité de la date de reproduction à la température chez différentes espèces d'oiseaux et exploré dans quelle mesure cette sensibilité prédit leur tendance globale à augmenter ou à diminuer. Nous avons utilisé pour cela les données issues du programme de Suivi temporel des oiseaux communs par capture-recapture (Stoc-capture). Ce programme s'appuie sur le réseau des bagueurs amateurs qu'anime le Centre de recherches par le baguage des populations d'oiseaux du Muséum.

Chaque printemps, de mai à juillet, des bagueurs suivent les communautés d'oiseaux sur les mêmes sites (par capture dans des filets) afin d'échantillonner les populations d'adultes et de jeunes. Et des techniques statistiques permettent d'évaluer la date moyenne de reproduction pour chaque année et les décalages d'une année à l'autre.

Cette procédure a été répétée de 1989 à 2007 pour les trente espèces les plus souvent capturées. L'analyse des données indique une avancée des dates de reproduction, commune à toutes les espèces considérées, d'environ cinq jours pour cette période (Moussus et coll., 2011). De plus, chaque année, la date de reproduction est fortement corrélée à la température moyenne de février à mai : en cas de températures plus élevées, les oiseaux nichent plus tôt. Cette relation varie toutefois d'une espèce à l'autre : chaque espèce est plus ou moins sensible à la température.

Nous connaissons également la tendance de chaque espèce à augmenter ou à diminuer entre 1990 et 2005 en Europe. Or, elle se révèle fortement corrélée à la sensibilité des espèces à la température printanière : celles dont la date de reproduction est la plus sensible à cette température sont stables ou augmentent ; celles peu ou pas sensibles à ce facteur diminuent (Moussus et coll., 2011).

Frédéric Jiguet

Fauvette des jardins

Cette étude montre ainsi que la succession de printemps chauds depuis vingt ans affecte de manière prononcée les populations d'oiseaux. Cela de façon très inégale, selon la capacité des espèces à ajuster leur date de reproduction aux conditions climatiques changeantes : cet ajustement résulte d'un processus complexe, et certaines espèces s'en révèlent incapables. Soit par contrainte, par exemple les espèces migratrices n'ont souvent pas le temps d'ajuster leur reproduction aux conditions climatiques lorsqu'elles reviennent de migration. Soit par adaptation à des conditions antérieures plus stables lorsqu'il est coûteux de prendre une mauvaise décision.

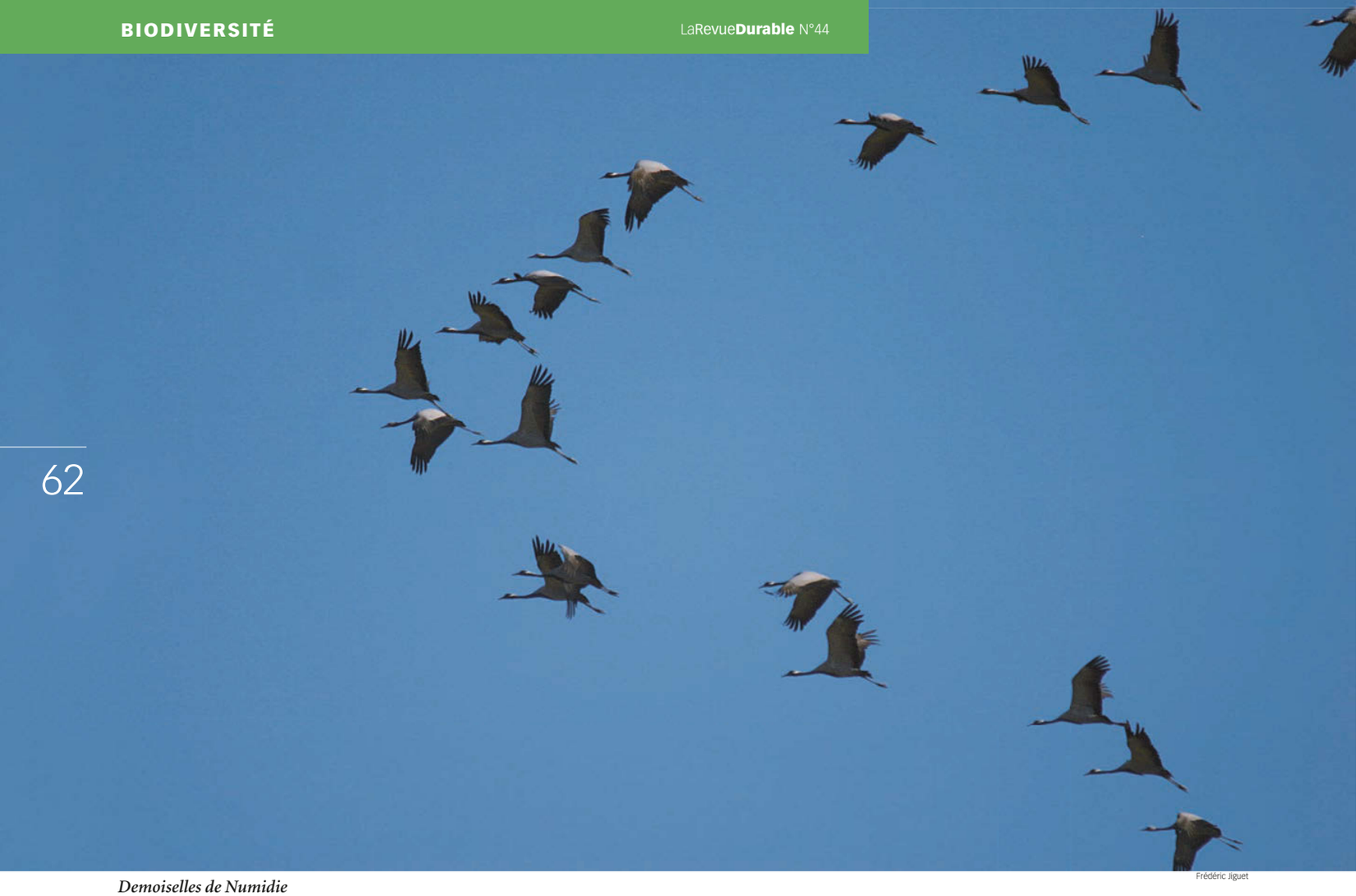
Redistribution spatiale

La distribution géographique actuelle d'une espèce tient à plusieurs facteurs. Elle dépend bien sûr de sa niche écologique, c'est-à-dire de ses exigences physiques, chimiques et biologiques, dont les limites évoluent lentement au fil du temps et imposent des frontières géographiques à sa distribution à un instant donné. Elle résulte aussi de la compétition avec d'autres espèces ayant une partie de leur niche en commun, et de l'histoire qui fait qu'une espèce n'occupe pas toute sa distribution potentielle. Les conditions climatiques dans lesquelles l'espèce peut prospérer déterminent donc une part de la distribution.

Les écologues parlent de « niche climatique » pour désigner l'ensemble des exigences climatiques d'une espèce, c'est-à-dire les conditions de température, d'humidité, etc. nécessaires à sa survie et à sa reproduction.

Sous l'effet des changements climatiques, la distribution géographique de la niche climatique de chaque espèce se déplace, en général vers les pôles et en altitude. Nous avons tenté de mesurer ce phénomène en évaluant les changements de composition des communautés d'oiseaux en France.

Grâce à l'Atlas européen des oiseaux nicheurs et à des atlas climatiques, nous avons calculé pour chaque espèce la température moyenne dans son aire de distribution. Une espèce à distribution méridionale – dite



Demoiselles de Numidie

Frédéric Jiguet

« chaude » – évolue dans des températures moyennes élevées, tandis qu'une espèce septentrionale – dite « froide » – privilégie des températures plus basses. Nous avons ensuite utilisé les données du Stoc-point d'écoute, réseau complémentaire du Stoc-capture (LaRevue**Durable**, 2010). Pour chaque point Stoc et chaque année, nous avons calculé la température moyenne des assemblages d'espèces présentes.

De 1989 à 2006, la température moyenne des communautés a augmenté d'année en année (Devictor et coll., 2008). Cette évolution atteste la recomposition des assemblages locaux en faveur des espèces les plus chaudes au détriment des plus froides. Pour calibrer ce changement, nous avons évalué le gradient nord-sud de la température des communautés en France.

Evidemment, les communautés sont plus « chaudes » au sud qu'au nord. Mais nous avons pu estimer que le changement intervenu de 1989 à 2006 équivaut à celui qu'on observe quand on se déplace de 90 km vers le nord. Autrement dit, en un point donné de France, en 2006, la composition des communautés d'oiseaux en espèces chaudes et froides correspond à ce qu'on observait 90 km plus au sud dix-huit ans plus tôt.

Tout indique que ce changement est lié au réchauffement climatique. Tout se passe comme si les populations d'oiseaux glissaient vers le nord à la vitesse de 5 km par an. Sur la même période, la température printanière a augmenté en tendance de 1°C environ. Le gradient climatique Nord-Sud en France est d'environ 0,4°C/100 km. Le climat s'est donc déplacé de 250 km vers le nord en dix-huit ans. Ce qui semblait rapide pour les oiseaux est en réalité bien lent par rapport à l'évolution du climat…

Ce décalage ne serait sans doute pas trop grave si toutes les espèces se déplaçaient à la même vitesse. Mais cela est peu probable, compte tenu des capacités de déplacement différentes des plantes, des escargots, des oiseaux ou des papillons… Une étude britannique mesure ce phénomène. Depuis vingt-cinq ans, elle compile l'ensemble des atlas successifs pour toutes sortes de groupes d'espèces.

Pour chaque groupe, elle compare le décalage moyen de la limite nord de l'aire de distribution à vingt-cinq ans d'écart. Il en ressort de fortes disparités entre groupes : les plus rapides sont les libellules et les araignées (dont les jeunes se déplacent par le vent accrochées à un fil de soie) qu'on trouve environ 75 km plus au nord. Les papillons suivent (environ 50 km) puis viennent les oiseaux et les mammifères (environ 25 km). Bons derniers, les amphibiens diminuent tellement que la limite nord de leur aire de distribution est maintenant plus au sud qu'il y a vingt-cinq ans !

Ainsi, la plupart des espèces sont capables de se déplacer vers le nord, mais à des vitesses très variables – sans doute en fonction de la mobilité des individus et de leur capacité à coloniser des espaces vides. A noter la singulière différence de vitesse entre les oiseaux britanniques – 1 km par an (25 km en vingt-cinq ans) – mesurée au bord de leur aire de distribution, et les oiseaux français – 5 km par an (90 km en dix-huit ans) – mesurée au centre de leur aire de distribution.

Le réchauffement climatique a ainsi pour effet de redistribuer les espèces dans l'espace, ce qui conduit à des assemblages inédits entre espèces. Guère prévisibles, les conséquences des écarts de distribution qui en résultent entre prédateurs et proies potentiels ou entre compétiteurs habituels pourraient être importantes.

Evénements catastrophiques

Au nord du Royaume-Uni, de vastes colonies d'oiseaux de mer bordent la côte est de l'Ecosse, le long de la mer du Nord. Les ornithologues suivent depuis le début des années 1980 le succès de la reproduction des espèces

qui y nichent, en particulier du guillemot de Troïl. Leurs couples n'élèvent qu'un seul petit par an, avec 80 % de succès.

Le lent déclin de cette proportion (de 80 à 60 %) inquiétait déjà les ornithologues, mais ne les avait pas préparés au cauchemar auquel ils ont assisté en 2004. Cette année-là, beaucoup d'adultes n'ont pas pondu ; les autres ont vu leur jeune mourir de faim dans leur grande majorité, voire dans leur totalité dans certaines colonies comptant pourtant des milliers d'oiseaux.

Les biologistes ont reconstitué ce qui s'est passé : en 2004, les équilles, petits poissons habituellement très abondants en mer du Nord, ont fait défaut (Wanless et coll., 2005). Chaque année, ils produisent un gigantesque « essaim » d'alevins que les courants de la mer du Nord entraînent et qui rencontre une formidable quantité de calamus, petits crustacés planctoniques, dont les alevins se nourrissent – ce qui augmente leur biomasse. Les bancs de jeunes équilles fournissent alors d'énormes ressources à toutes sortes de vertébrés marins, dont les guillemots. En 2004, apparemment à cause de quelques degrés en plus dans l'eau[2], les deux courants se sont croisés sans se mélanger… condamnant les guillemots à la famine.

Comme pour tout épisode catastrophique unique, il est impossible d'attribuer cet événement précis au réchauffement climatique. On peut cependant y voir un scénario susceptible de se reproduire. Les multiples interactions entre tous les éléments qui forment la biodiversité régulent les écosystèmes. Jusqu'à un certain point, ces systèmes font preuve d'une relative résilience aux modifications, puis ils changent brutalement d'état. Il est probable que ces catastrophes sont d'autant plus brutales que ces écosystèmes sont déjà dégradés.

Que faire ?

Le réchauffement climatique met en péril l'existence de nombreuses espèces. L'ours polaire est la plus emblématique : on ne sait pas s'il survivra à la fonte imminente de la banquise arctique. Mais les résultats exposés ici montrent qu'au-delà de telle ou telle espèce, c'est le fonctionnement même des écosystèmes qui est menacé. Dans ce contexte, la biologie de la conservation, sur un plan scientifique comme sur le terrain avec ses gestionnaires, doit trouver les moyens de sauvegarder une biodiversité riche et fonctionnelle.

Il est certes important de continuer à œuvrer pour réduire les émissions de gaz à effet de serre afin de limiter l'ampleur et, surtout, la rapidité du réchauffement. Mais il ne faut pas se leurrer : les scenarii les plus optimistes des climatologues sont politiquement assez improbables et, de toute façon, nous condamnent à un changement durable des conditions climatiques. Il nous faut assumer cette situation et réagir en conséquence.

Force est cependant de constater que nous sommes assez démunis face à ce défi. La biologie de la conservation vise essentiellement à freiner, voire à inverser les changements que l'homme induit sur la biodiversité. Son vocabulaire est assez explicite sur ce plan : conservation, restauration, état de référence… Or, face au réchauffement climatique, c'est précisément l'inverse qu'il faut envisager : accompagner, voire faciliter le changement de la biodiversité. Comment faire ? Nous sommes encore loin d'avoir les solutions, mais il semble urgent d'y réfléchir, en particulier nous les scientifiques. Voici quelques pistes à explorer.

- Comment définir un état de référence à atteindre ? Quelle biodiversité veut-on en 2050 ?
- Que faire avec des espèces que le réchauffement condamne localement ? Jusqu'où retarder l'inéluctable ? Quelle alternative, par exemple déplacer des populations ou des écosystèmes, organiser des colonisations assistées ?
- Quelle place pour les espèces exotiques ? Certaines espèces introduites accidentellement se révèlent et se révéleront plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques que les espèces locales. Est-ce une menace ou, au contraire, une chance ?

Ces questions peuvent sembler sacrilèges. Mais les ignorer serait irresponsable de notre part : personne n'y répondra à notre place. ■

1) *www.sfecologie.org/regards*
2) *C'est-à-dire l'année qui a fait suite à la canicule de 2003.*

BIBLIOGRAPHIE

Devictor V, Julliard R, Couvet D, Jiguet F. *French Birds Lag Behind Climate Warming,* Proc R Soc Lond B 275: 2743-2748, 2008.

LaRevueDurable. *Une recherche participative pour mieux comprendre la dynamique du vivant,* LaRevue**Durable** n° 39, septembre-octobre 2010, pp. 28-30.

Moussus JP, Clavel J, Jiguet F, Julliard R. *Which are the Phenologically Flexible Species?* A Case Study with Common Passerine Birds, Oikos 120:991-998, 2011.

Wanless S, Harris MP, Redman P, Speakman JR. *Low Energy Values of Fish as a Probable Cause of a Major Seabird Breeding Failure in the North Sea.* Mar. Ecol. Prog. Ser. 294: 1-8, 2005.

POUR ALLER PLUS LOIN

http://vigienature.mnhn.fr

Clavel J. *L'homogénéisation biotique, réponse aux changements globaux. Regards et débats sur la biodiversité,* SFE, Regard n°18, mai 2011.

LaRevueDurable. *Changement climatique : objectif 350,* LaRevue**Durable** n° 35, septembre-octobre-novembre 2009, pp. 7-55.

LaRevueDurable. *Eloge de la biodiversité commune,* LaRevue**Durable** n° 39, septembre-octobre 2010, pp. 14-58.

Teyssèdre A, Barbault R. *Les invasions d'espèces : cause ou conséquence de la perturbation des écosystèmes ? Pour la Science n°376, février 2009, pp. 22-25.*