



« Le temps se gâte ! » - L'Orage de Georges Michel (1763-1843) et les personnages de Bugville de Gus Dirks (1879 - 1903).

Par Bruno Didier

Insectes et changements climatiques

Que deviendront nos insectes sous l'influence du réchauffement climatique ? On annonce entre 2 et 4 °C d'augmentation des températures maximales en 2050 si les émissions de gaz à effet de serre ne chutent pas. Élévation des températures, sécheresses ou au contraire intensification des pluies, les changements perturbent déjà les cycles des êtres vivants et les écosystèmes. Les insectes, qui représentent 84 % des espèces animales, sont particulièrement affectés. Ce sont en effet des organismes poïkilothermes, dont la température intérieure égale à peu près celle de l'extérieur. Il est impossible actuellement de prévoir quels en seront les effets sur la biodiversité comme sur la santé ou l'économie humaine. Les études sont encore rares : ce sont des modélisations et quelques analyses de cas déjà avérés de réactions. Voici quelques exemples pris dans les principaux domaines de l'entomologie.

■ LÉPIDOPTÈRES

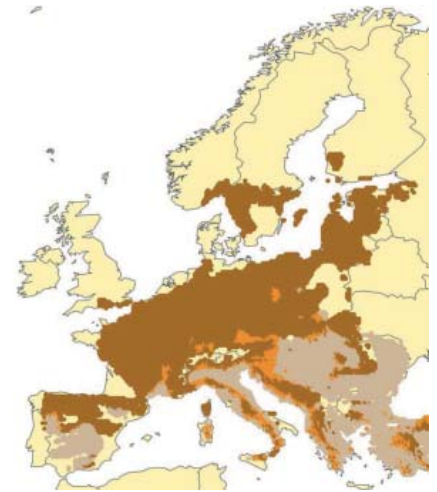
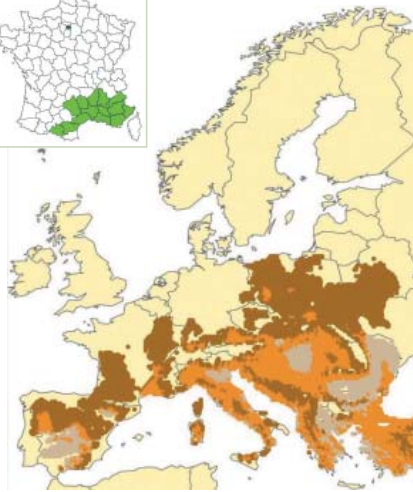
L'élévation de la température permet ou impose des déplacements vers des zones qui possèdent les mêmes conditions climatiques que la zone de départ : généralement vers des latitudes et/ou des

altitudes plus élevées en cas de réchauffement. Cela ne se traduit pas pour autant par une extension de l'aire de répartition de l'espèce car il existe de nombreux autres facteurs indispensables (nourri-

ture convenable disponible au bon moment, habitats spécifiques...) ou au contraire limitants (concurrents, prédateurs et parasites...) à l'implantation d'une population. Le cas de deux de nos papillons pour l'illustrer. La Diane (*Zerynthia polyxena*, Léop. Papilionidé) est un papillon inféodé au Sud-Est de la France qui affectionne des températures chaudes et dont la plante-hôte, une aristoloche, est présente sur la majorité du territoire. Dans la perspective d'une élévation durable des températures, cette espèce pourra sans difficulté conquérir de nouveaux territoires plus au nord puisque sa plante-hôte s'y trouve. Mais à terme, si les températures continuent de s'élever, elle dis-



Ci-dessus, la Diane. - Cliché Wikipédia par Vasekx, licence CC BY-SA 3.0. En médaillon, présence signalée de la Diane dans les départements français depuis 1980. Source : Lepinet.fr. Ci-contre, projections pour 2050 (à gauche) et 2080 (à droite) de la répartition européenne de la Diane. - Source : Climatic risk atlas of european butterflies, Settele et al., 2008.



En haut, adulte d'Apollon sur scabieuse. - Cliché Stéphane Jaulin. - En bas, une chenille se nourrissant sur des sédums. Cliché A. Guegant - J.C. Malausa - OPIE

rées, de chardons, de scabieuses... La chenille se nourrit aux dépens de plantes grasses, principalement des sédums. Elle hiverne sous la couche de neige et redevient active lorsque la neige fond. Sous l'effet du réchauffement et du recul du manteau neigeux, l'altitude minimale de répartition est passée de 600 m à 1 250 m en moins d'un demi-siècle. En l'absence de couverture neigeuse, les épisodes ensoleillés entraînent l'émergence des chenilles trop tôt, avant la pousse des jeunes bourgeons de sédum dont elles dépendent pour leur alimentation. À ces phénomènes s'ajoutent le recul des pratiques pastorales et la reforestation défavorables à la plante hôte. Ces déplacements des populations en altitude créent des discontinuités qui finissent par les isoler et les fragiliser.

Ravageur forestier et cause de nuisances graves, la Processionnaire du pin *Thaumtopoea pityocampa* (Lép. Notodontid) attendue à Paris en 2025, puis en 2020, a déjoué les pronostics des chercheurs et s'y est installée cette année. Originnaire du pourtour méditerranéen, la Processionnaire a déjà progressé vers le nord et en altitude à la faveur du réchauffement. Plusieurs facteurs directs sont impliqués, agissant principalement sur la survie des chenilles pendant l'hiver et l'activité de vol des adultes. Dans le premier

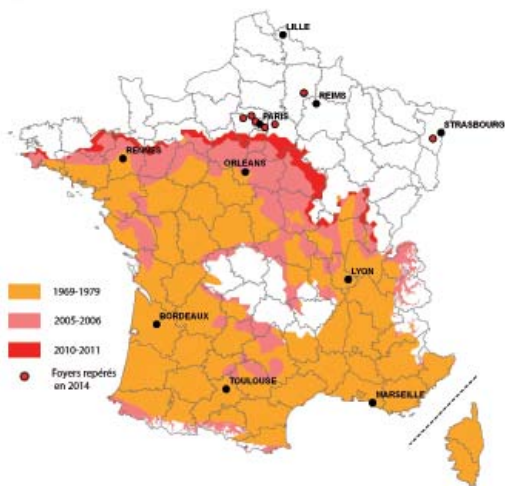
cas, plusieurs seuils – très précisément définis par les entomologistes – sont directement dépendants de la température : une moyenne des minimas supérieure à -4°C , un seuil léthal à -16°C et un seuil d'insolation annuel de 1 800 heures. Pour se nourrir pendant l'hiver, les chenilles doivent voir leur nid se réchauffer au-delà de 9°C dans la journée et ne pas subir de température en dessous de 0°C la nuit suivante. Par ailleurs, des températures estivales et automnales plus élevées permettent aux premiers stades de

paraîtra de sa zone de répartition actuelle. L'Apollon (*Parnassius apollo*, Lép. Papilionidé) est un papillon d'altitude exigeant. Les adultes parcourent les pentes rocailleuses faiblement végétalisées à la recherche du nectar de centau-

« Ainsi, des facteurs de pression comme la modification des habitats (par exemple, la fonte de la banquise pour les espèces polaires), la surexploitation des sols, la pollution de l'air ou de l'eau, ainsi que l'apparition d'espèces invasives, pourraient conduire à l'extinction de nombreuses espèces. Ce risque sera d'autant plus important si ces changements se produisent de manière rapide et brutale. » - 5^e Rapport du GIEC sur les changements climatiques et leurs évolutions futures.



En haut, imago de Processionnaire du pin. Cliché Entomart. - En bas, nid de chenilles. - Cliché John H. Ghent, USDA Forest Service, Bugwood.org, licence CC BY-SA 3.0



Progression du front d'expansion de la Processionnaire du pin en France depuis 1980. - Source Inra d'après J.-F. Abgrall, Irstea Grenoble.

se développer plus vite et de mieux résister à l'hiver. Enfin, au-delà de 30 °C, les chenilles vont chercher à se nymphoser dans le sol : si les fortes chaleurs ont lieu plus tôt, cet enfouissement sera plus précoce et par conséquent l'apparition des adultes et le début d'un nouveau cycle aussi. Concernant la dispersion, le vol des adultes, essentiellement nocturne, est déclenché à partir de 14 °C. Plus ils disposent d'un nombre de nuits favorables, plus ils peuvent se disperser, effet atténué cependant par la capacité de vol limité des femelles (3 km environ). Le front d'expansion de la Processionnaire du pin est donc un bon indicateur du réchauffement, d'autant que sa visibilité – celle des nids de chenilles – est importante. La barrière climatique qu'a constitué la Beauce jusqu'aux années 1990 a donc été dépassée. La progression de l'espèce a, pense-t-on, été favorisée par les plantations de pins le long des autoroutes et dans les jardins des particuliers.

■ PUCERONS

Les pucerons, ravageurs potentiels des grandes et des petites cultures, sont l'objet d'une surveillance particulière, depuis des lustres. On connaît leur biologie et leurs cycles, avec précision pour les principales espèces. Et en particulier leur sen-

sibilité phénologique à la température. Capables de résister aux hivers froids – généralement sous forme de l'« œuf d'hiver » – ils peuvent se multiplier dès 4 °C et leur croissance est accélérée jusqu'à 22 °C. Au-delà, ils ne se reproduisent plus. Le réchauffement leur permet donc de s'approcher plus souvent de cet optimum thermique. Les femelles atteignent la maturité plus vite et on estime qu'une augmentation de 2 °C de la moyenne annuelle des températures leur permet de passer de 18 à 23 générations par an, d'autant que les éclosions ont aussi lieu plus tôt. Les premiers effets de ces modifications sont déjà observés : les premières migrations de printemps du Puceron vert du pêcher *Myzus persicae* ont gagné en moyenne 2,5 semaines en 40 ans d'observation. Pour certaines espèces, c'est 10 semaines d'avance. Comme le réchauffement favorise aussi la proportion des ailés et leur capacité à s'envoler, que les zones géographiques où la température est favorable à leur survie s'étendent, on assiste à un phénomène de dispersion de grande ampleur vers le nord. De plus, en 30 ans en Europe, et compte tenu des introductions, le nombre d'espèces a augmenté de 20 %. Sur le total, près de 10 % sont des espèces exotiques ayant trouvé des conditions favorables.

■ ABEILLES

Les périls qui menacent l'Abeille domestique sont nombreux : parasitisme, maladies, pesticides, prédation, perte de ressources ; les changements climatiques prévus viennent encore noircir le tableau. Dans les zones arides, c'est l'accentuation de la sécheresse qui les privera de la précieuse eau nécessaire pour élever les larves et refroidir le couvain. En zones tempérées, c'est l'abondance des pluies qui les empêchera de sortir récolter nectar et pollen. L'allongement des saisons intermédiaires, avec des hivers peu rigoureux, les amènera à consommer trop tôt leurs



Pucerons verts du pêcher et dégâts. - Clichés Whitney Cranshaw, Colorado State University et Eugene E. Nelson, Bugwood.org, licences CC-BY-SA 3.0

réserves si le froid ne bloque pas leur activité. Or celles-ci pourront être amoindries par le recul des ressources, c'est-à-dire par la raréfaction des plantes à fleurs elle aussi provoquée par le réchauffement. Des printemps précoces déclencheront trop tôt la reprise de la ponte et le développement de la colonie. Si une nouvelle période de froid se produit, la nourriture pourra rapidement manquer et la colonie mourir de faim. Parmi les ressources



Abeille domestique buvant. - Bartosz Kosiorek, licence CC BY-SA 3.0



Le Petit Coléoptère des ruches envahissant un rayon d'Abeille domestique. - Cliché Jessica Louque, Smithers Viscient, à Bugwood.org, licence CC BY 3.0.

des abeilles, comment réagiront aux changements climatiques les insectes producteurs de miellat ? Quant aux parasites et prédateurs, importés ou non, on a vu qu'ils profitent parfois du réchauffement pour étendre leur aire de répartition : le Frelon asiatique, le Petit Coléoptère des ruches *Aethina tumida*, le Guêpier... mais ils profitent aussi pour certains de l'affaiblissement des colonies, comme le Varroa. Les apiculteurs pourront tenter de résoudre certains de ces problèmes en questionnant la diversité génétique et en cherchant à adapter leurs cheptels par des hybridations

ou à les sauver en les déplaçant. Ils risquent aussi d'introduire de nouvelles maladies. Peut-être, au final, des solutions seront-elles à chercher du côté des résistances et des adaptations que mettront en place par elles-mêmes les colonies sauvages d'Abeille domestique, sans l'intervention de l'Homme.

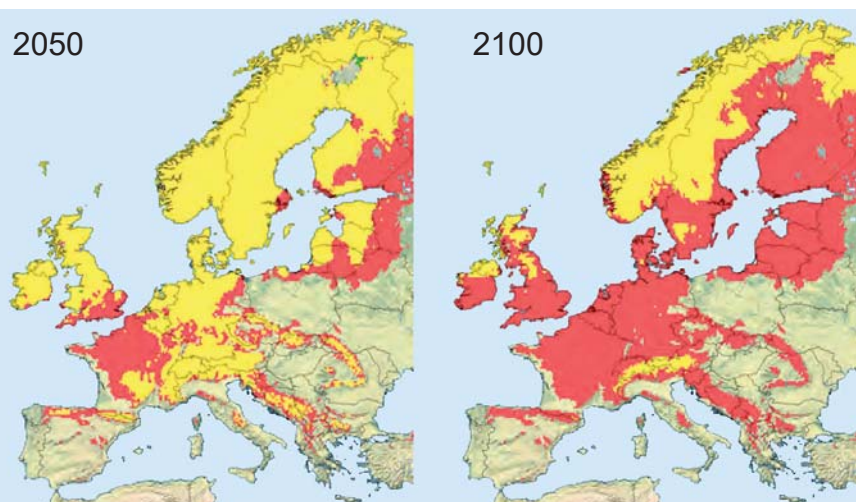
Les abeilles sauvages ne peuvent pas compter sur l'Homme pour les déplacer¹... Et c'est précisément leur problème : selon une étude internationale de grande ampleur ayant porté sur les populations de 67 espèces de bourdons en Europe

et en Amérique du Nord, ceux-ci seraient en forte régression, disparaissant au sud des zones les plus chaudes sans pour autant progresser vers le nord. Ils s'avèrent tout simplement incapables de migrer et le réchauffement est la première cause incriminée dans leur disparition. Sur chacun des 2 continents, les bourdons ont ainsi perdu 300 km sur leurs zones de répartition. En revanche, sur le continent nord-américain, une adaptation à de nouvelles conditions a été mise en évidence. Certaines abeilles sauvages d'altitude à langue longue, ont été confrontées à la raréfaction – sous la pression du réchauffement climatique – des fleurs à corolle profonde sur lesquelles elles étaient spécialisées. En environ 4 décennies, la taille de la langue de deux espèces de bourdons (*Bombus balteatus* et *B. sylvicola*) a ainsi diminué de 24 %, leur permettant progressivement de butiner une plus large variété de fleurs. Mais comment, dorénavant, les fleurs profondes vont-elles être pollinisées ?²

■ FOURMIS

Facilement transportées par l'Homme, les fourmis sont parmi les insectes qui ont profité au mieux de la mondialisation des échanges pour disséminer. On estime que plus de 200 espèces sont déjà établies hors de leur zone

1. Des tentatives limitées ont eu lieu sur de petites échelles. À relire : Réintroduction du bourdon souterrain au Royaume-Uni, par Nikki Gammans, *Insectes* n°169, 2013(2) en ligne à www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i169gammans.pdf
2. Épingle « Vers une langue universelle ». *Insectes* n°179, 2015(4). En ligne à www7.inra.fr/opie-insectes/epingle16.htm#uni



Une espèce de bourdon très commune en Europe, le Bourdon des prés (*Bombus pratorum*). - Cliché Entomart.be. Selon une certaine projection, sa répartition au cours du XXI^e siècle pourrait être drastiquement réduite. En jaune, populations stables ; en rose, zones de recul de l'espèce. - Cartes extraites de : P. Rasmont et al. *Climatic risk and distribution Atlas of european Bumblebees*. Pensoft, 2015.

d'origine. 19 sont envahissantes et considérées par l'UICN comme étant fortement problématiques et 5 sont même dans le top 100 des pires espèces envahissantes. Elles réduisent la biodiversité des fourmis autochtones, des autres arthropodes, de certains vertébrés, de la flore locale ; elles peuvent s'attaquer aux cultures et aux forêts, affecter les infrastructures (équipements électriques) et constituent parfois un risque pour la santé de l'homme et des animaux domestiques. Le principal facteur conditionnant leur implantation étant la température, quel serait l'effet du recul des barrières thermiques dans les zones où elles sont déjà envahissantes ?

Une équipe de chercheurs français a récemment modélisé l'ensemble des données disponibles, à l'échelle de la Planète, pour prévoir les réactions des populations des 19 espèces envahissantes aux horizons 2020, 2050 et 2080. Au final, 4 espèces devraient voir leur zone d'habitabilité réduite et elle ne serait pas modifiée pour 10 autres. Si des explosions de populations sont parfois localement à prévoir, elles sont généralement suivies d'un rapide déclin au même endroit. Ces prévisions amènent par ailleurs à connaître les zones potentielles d'extension des colonies en cas de réchauffement et donc de prévenir les gestionnaires sur les zones à contrôler pour les enrayer le plus rapidement possible. Globalement, les effets d'un réchauffement des températures seraient plutôt négatifs sur les fourmis en affectant leurs comportements avec en premier lieu la recherche de nourriture. Avec là encore des conséquences sur la biodiversité puisqu'elles ne joueraient plus leurs rôles de nettoyeuses, de régulatrices d'autres espèces, de disséminatrices des graines, etc. Reste que certaines espèces particulièrement dommageables pourraient connaître un accroissement aussi considérable que problématique. Originaires d'Amérique du



Ci-dessus, Fourmi de feu importée s'attaquant à des larves de Coléoptères. - Cliché Herbert A. 'Joe' Pase III, Texas A&M Forest Service à Bugwood.org, licence CC BY-NC 3.0. À droite, piqûres infligées par ces fourmis. - Cliché Murray S. Blum, University of Georgia, Bugwood.org Creative Commons Licence CC BY 3.0.

Sud, la Fourmi de feu importée *Solenopsis invicta* a débarqué d'un cargo aux États-Unis (Alabama) au début du XX^e siècle. Depuis elle a envahi tous les États du Sud. En 2001, la voici en Australie et en Nouvelle-Zélande, en 2005 à Hong-Kong, etc. Hors de sa zone d'origine, la Fourmi de feu importée a la particularité de connecter tous ses nids en formant des super-colonies, éliminant ainsi la compétition intra spécifique. Dans le sud de l'Europe, 2 de ces colonies couvrent à elles seules une distance de 6 000 km, de l'Atlantique à l'Italie. C'est une fourmi très agressive, qui possède un aiguillon provoquant des piqûres très douloureuses pouvant entraîner de fortes réactions allergiques, voire la mort par choc anaphylactique. C'est donc une peste en zone urbaine pour les hommes et les animaux domestiques, et elle est préjudiciable à l'agriculture et aux élevages en s'attaquant aux plantes et aux jeunes animaux. Par ailleurs, elle est attirée par les champs électriques et, aux États-Unis, elle provoque chaque année plusieurs centaines de millions de dollars de dégâts aux installations électriques. On estime qu'une colonie ne peut disséminer que si elle produit un minimum de 3 900 individus ailés lors de la première génération. Or on sait, grâce à un modèle prédic-

tif, quelle quantité de ces individus sexués sera émise localement par une colonie en fonction des extrêmes de température. On connaît de même quelle quantité minimum de précipitations est nécessaire à la survie d'une colonie. En superposant une carte des températures minimales et maximales avec une carte des précipitations, on est parvenu à établir la carte des habitats potentiels de la Fourmi de feu importée. Dans les conditions actuelles, de nombreux sites en Europe, Asie, Afrique, Australie et de nombreuses îles pourraient déjà être envahis. En appliquant ce modèle à un scénario de changement climatique, les populations de l'espèce dans l'est des États-Unis pourrait augmenter de 4 % à l'horizon 2050 jusqu'à 21 % d'ici la fin du siècle, en remontant vers le nord. Avec les conséquences qu'on imagine.

■ LIBELLULES

Les libellules sont des sujets de choix pour l'observation des effets des changements climatiques car elles sont particulièrement sensibles à la chaleur. Ces excellents voiliers ont en effet une grande capacité de dispersion – on cite même quelques cas de franchissement d'océans entre Afrique et Amérique du Sud ou entre Amérique du nord et Europe ! Elles sont donc à



Accouplement d'Anax empereur, une espèce qui a beaucoup progressé vers le nord de l'Europe. - Cliché Joël Tribhout

priori susceptibles de progresser vers des stations plus septentrionales à la faveur de l'élévation des températures. Trois conditions sont néanmoins nécessaires à la colonisation de nouveaux territoires par ces insectes aquatiques carnassiers : la présence d'eau ; de la chaleur ; des proies (pour les larves et les adultes). En Europe, ce groupe particulièrement prisé des entomologistes a par ailleurs fourni de nombreux jeux de données qui confirment une évolution à la fois spatiale et temporelle de certaines populations. En Grande-Bretagne, la progression vers le nord a été en moyenne de 2,1 km par an pour l'ensemble des espèces, soit 74 km

entre 1960 et 1995. Certaines espèces ont réalisé de véritables bonds. En Scandinavie, l'Anax empereur (*Anax imperator*) a progressé de 88 km par an au cours des années 2000 ; l'Aeschna mixte (*Aeschna mixta*) de 29 km/an et le Leste brun (*Sympecma fusca*), une petite demoiselle qui a la particularité de passer l'hiver au stade adulte, de 15 km/an. Au sud de l'Europe, un certain nombre d'espèces de libellules africaines, plutôt écologiquement peu spécialisées, ont pris pattes sur le continent et progressent également vers le nord. L'Espagne franchie, elles suivent la façade atlantique française ou les vallées du Rhône et de la Saône. Certaines ont déjà colonisé les îles britanniques. En revanche, si les espèces dites « méridionales » bénéficient de l'augmentation des températures, les « septentrionales », moins nombreuses, adaptées à des climats plus froids et qui vivent à des latitudes ou des altitudes plus élevées, sont menacées à la fois par l'élévation des températures et par la concurrence d'espèces venant du sud. Certaines sont déjà en forte diminution ou ont quasiment disparu d'une partie de leurs territoires. Les observations phénologiques effectuées en Grande-Bretagne, ont montré que le calendrier des libellules printanières a été avancé de

Les couleurs du soleil

En Europe, les chercheurs ont montré que les espèces de libellules (et papillons) vivant plus au nord ont des couleurs plus foncées que les espèces plus méridionales... Une adaptation probable des sudistes au rayonnement solaire, les couleurs claires emmagasinant moins la chaleur que les couleurs foncées. Il fallait s'y attendre : d'après une étude réalisée entre 1988 et 2008, la proportion d'espèces claires a augmenté en même temps que le réchauffement climatique...

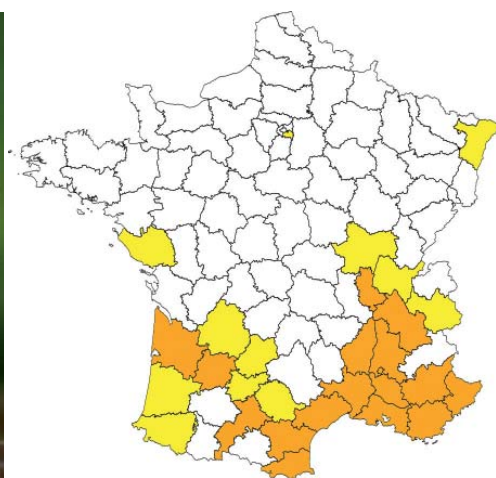
1,5 jours par décennie depuis 1960, soit d'un peu plus de 3 jours par degré d'élévation de la température.

■ TRANSMISSION VECTORIELLE

En ce qui concerne les Arthropodes, un des enjeux majeurs auxquels nous confrontent les changements climatiques est d'ordre sanitaire. C'est le cas par exemple avec les insectes piqueurs (taons, guêpes, fourmis...) ou allergisants (fourmis, processionnaires...) mais aussi et surtout pour ceux qui sont vecteurs d'agents pathogènes. Le Moustique tigre *Aedes albopictus* (Dip. Culicidé), originaire d'Asie du Sud-Est, est arrivé en Europe à la fin des années 1970 par l'Albanie. Il a probablement voyagé dans l'eau stagnante accumulée dans des pneus transportés par bateau. Ses œufs sont résistants à la dessiccation et peuvent rester en dor-



Moustique tigre. - Cliché James Gathany, CDC, domaine public.



Départements dans lesquels des populations de Moustique tigre sont implantées. En orange, implantation entre 2004 et 2014. En jaune, implantations en 2015. D'après l'Institut de veille sanitaire.

mance 6 mois, ce qui lui permet de survivre sous cette forme en région tempérée. Dans les années 1990, il était en Italie et a été signalé dans le Sud de la France pour la première fois en 2004 ; il y est maintenant bien implanté dans de nombreux départements et poursuit depuis son avancée vers le nord. Sa présence a été confirmée depuis 2015 dans 3 départements excentrés : la Vendée, le Val-de-Marne et le Bas-Rhin. Ce moustique peut transmettre à l'homme plus de 22 virus provoquant notamment la dengue, le chikungunya, la fièvre du Nil occidental et le zika. Comme beaucoup d'autres, cette espèce a pu s'installer dans le sud de l'Europe où elle a été introduite involontairement par l'Homme. Elle a trouvé là des conditions de développement qui étaient ou lui sont devenues favorables et le réchauffement favorise petit à petit son extension vers le nord. Le Moustique tigre semble pour l'instant bloqué par les plus basses températures. C'est dans les zones urbaines qu'il trouve les meilleures conditions : températures plus constantes, réservoirs d'eau pour la ponte et bien sûr la femelle trouve du sang humain pour la maturation de ses œufs ; d'agglomération en agglomération, il circule avec les transports.

La Fièvre catarrhale ovine (FCO) est due à un virus (BTV = Blue tongue virus du nom anglais de la maladie dite de la langue bleue)

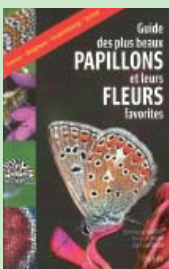
transmis par de petits Diptères Cératopogonidés piqueurs essentiellement nocturnes du genre *Culicoides*. Les petits ruminants sont les principales victimes mais la FCO peut également affecter les bovins et causer la mort de 2 % à 30 % des animaux infectés. Décrite au début du XX^e siècle, elle n'était présente – rarement – que dans l'extrême sud de l'Europe où on trouvait son principal vecteur, *Culicoides imicola*. Depuis 1998 le vecteur et la maladie ont commencé à s'étendre autour du Bassin méditerranéen en progressant vers le nord probablement à la faveur du réchauffement climatique. Apparue en France dans le Var en 2004, la FCO a rapidement explosé avec plus de 27 000 foyers en métropole dès 2008. Les *Culicoides* aiment la chaleur et l'humidité. On estime qu'une augmentation de 1 °C de la température moyenne leur permettrait de progresser de 90 km en latitude et de 150 m en altitude. Mais des vents chauds et humides de 10 à 40 km/h semblent bien plus efficaces pour les transporter sur plusieurs centaines de kilomètres. À partir de 2006, un nouveau foyer épidémique concernant une nouvelle souche du virus (sérotypage BTV-8) s'est répandu en Europe du Nord-Ouest. Celui-ci serait transmis non pas par *C. imicola* mais par des espèces autochtones sans qu'on sache si il était présent auparavant ou si de nouvelles conditions, climatiques ou autres, ont permis son émergence.



Culicoides imicola dont 2 gorgés de sang.
Cliché Alan R. Walker, licence CC BY-SA 3.0

■ Ces quelques exemples ne montrent que des effets assez directs des changements climatiques sur les insectes. Qu'en sera-t-il à l'échelle complexe des zones naturelles, des champs, des vergers, des forêts, du sol, des cours d'eau et des mares, de tous les écosystèmes ? Un recul des libellules laissera-t-il s'implanter de nouveaux moustiques ? Des fourmis élimineront-elles les fourmis autochtones et avec quelles conséquences pour la flore ? Comment « suivront » les insectes parasitoïdes des espèces déplacées ou perturbées ? Pour l'heure, faute de recul, il paraît imprudent de décrire des scénarios et nul ne se risque à préciser les situations d'ensemble. On a de quoi être inquiet et soutenir les efforts en faveur d'une stabilisation du climat. ■

Lu pour vous



■ BELLES AILES, BELLES FEUILLES

Dans la grande famille des guides pour débutants et amateurs de papillons, celui-ci a de quoi séduire. Une fiche d'une page est consacrée à chacune des plus de 300 espèces de papillons, de jour et de nuit, avec des indications multiples et pratiques sur les dates de vol, la taille, les critères d'identification, la répartition et les habitats, la biologie, les plantes nourricières et les espèces ressemblantes. La présentation est soignée et agréable. L'illustration est abondante, les photos (adultes et parfois chenilles) grandes et nettes sont fléchées sur les points à observer particulièrement. Le classement par superfamilles rend cependant malaisée une utilisation rapide pour l'identification sur le terrain, ce que compense en partie la taille des photos pour une recherche rapide : en feuilletant, on tombe vite sur des espèces d'aspect visuellement proche. Par ailleurs, une clé visuelle des plantes-hôtes d'une vingtaine de pages renvoie aux espèces dont les chenilles se nourrissent. Mais les papillons papillonnent... L'ouvrage se conclut par un glossaire, des conseils pratiques et un index des noms communs et scientifiques.

Guide des plus beaux papillons et leurs fleurs favorites, par Dominique Martiré, Franck Merlier et Bernard Turlin, 2016. – 383 p. Belin, 8 rue Férou 75278 Paris cedex 06. – Tél. : 01 55 42 84 00 – Sur Internet à www.editions-belin.com