

trophiques (les réseaux de chaînes alimentaires) en privilégiant des maillons particuliers de ces réseaux. Ainsi, quand une seule espèce végétale est cultivée (monoculture), elle influe sur la faune locale d'insectes, ou entomofaune. Les insectes qui se nourrissent de ce végétal quittent en effet leur habitat initial pour aller vers cette culture où les plantes sont abondantes, en bon état, riches en nutriments et présentes chaque année. Leurs organismes antagonistes (prédateurs, parasites, etc.) mettent du temps à s'apercevoir de leur présence dans cette zone et ne parviennent pas à empêcher leur pullulation, comme ils le faisaient dans la zone d'origine.

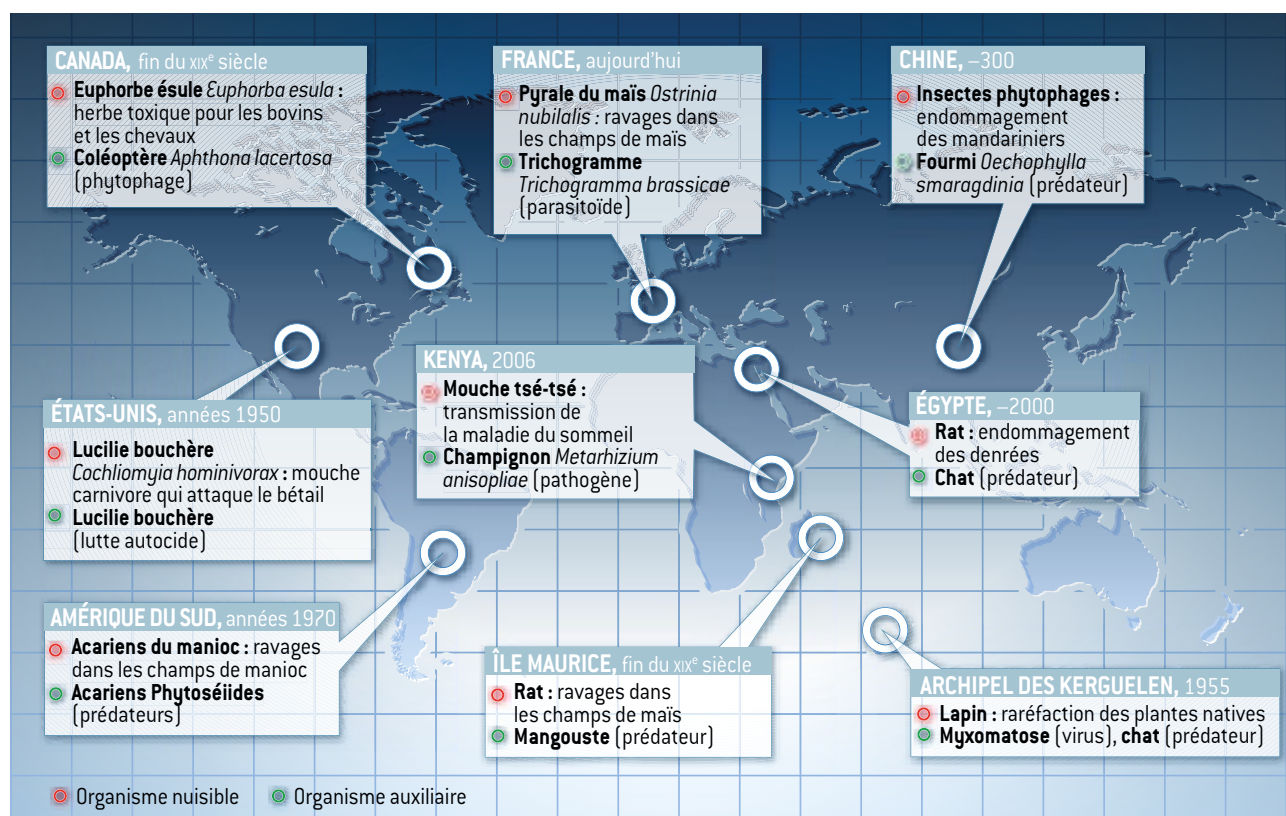
Ce phénomène est accentué lorsque l'insecte phytophage est exotique, c'est-à-dire introduit accidentellement dans une nouvelle zone géographique. Dans ce cas, ses antagonistes sont le plus souvent absents de sa région d'arrivée. Il se crée alors un déséquilibre de la chaîne trophique

plante-insecte phytophage-antagonistes. La lutte biologique vise à rétablir l'équilibre de l'écosystème en introduisant de nombreux organismes antagonistes, en une seule ou plusieurs fois. Cela prend du temps, mais, en contrepartie, cette stratégie peut se révéler efficace à long terme, tout en respectant l'environnement.

Une arrivée tardive en Occident

La lutte biologique ne date pas d'hier. Elle a fait son apparition en Égypte, environ 2000 ans avant notre ère : le chat y a été domestiqué afin de lutter contre les rongeurs, redoutables fléaux pour les denrées stockées. En Asie, elle a aussi été appliquée très tôt : vers 300 avant notre ère, dans la province du Guangdong, au Sud de la Chine, des fermiers effectuaient des lâchers de fourmis *Oecophylla smaragdinia*, prédatrices d'insectes ravageurs des mandariniers.

En Occident, la lutte biologique est arrivée plus tardivement. Du XVI^e siècle jusqu'au début du XVIII^e, divers naturalistes ont étudié des prédateurs et des parasitoïdes d'insectes. En 1740, le physicien et naturaliste français René-Antoine Ferchault de Réaumur a eu l'idée de s'en servir pour lutter contre les organismes nuisibles. En 1760, la lutte biologique a commencé à être utilisée par les Européens, principalement dans leurs possessions insulaires : à l'île Maurice et en Nouvelle-Zélande, le martin triste (*Acridotheres tristis*), un passereau de la taille d'un merle, a été introduit pour lutter contre les insectes ravageurs de canne à sucre ; et dans l'île de Trinidad, des mangoustes, de petits mammifères carnivores, ont été disséminées pour combattre les rats. Ce n'est qu'à partir du XIX^e siècle que la lutte biologique a été utilisée sur les continents, par exemple aux États-Unis et en France, pour lutter contre différents ravageurs,



2. DES PROGRAMMES DE LUTTE BIOLOGIQUE ont été appliqués un peu partout dans le monde. Ils utilisaient le plus souvent des insectes contre d'autres insectes ravageurs de récolte, mais aussi des micro-organismes pathogènes contre des insectes, des mammifères contre des mammifères, des insectes contre des plantes... Dans le cas de la lutte autocide, on se sert de l'organisme nuisible lui-même, en lâchant des mâles préalablement stérilisés qui entrent en compétition avec les mâles sauvages pour les accouplements. Toutes ces opérations ont

permis de limiter la prolifération des organismes nuisibles ciblés, voire de faire chuter drastiquement leurs populations. Ainsi, au Kenya, des chercheurs de l'ICIPE (*International Center of Insect Physiology and Ecology*) ont éliminé grâce à un pathogène 82 pour cent des mouches tsé-tsé peuplant une île du lac Victoria ; ces mouches transmettent à l'homme et au bétail une maladie parasitaire, couramment nommée maladie du sommeil, causant des pertes annuelles de production bovine (viande et lait) estimées à près d'un milliard d'euros pour l'Afrique.

tels le bombyx disparate (un papillon de nuit), le phylloxéra (un puceron) et des cochenilles.

En 1939, les pesticides sont arrivés sur le marché, notamment le dichlorodiphényltrichloréthane, ou DDT. Ils ont concurrencé la lutte biologique, qui a décliné, voire disparu par endroits. Elle est revenue en force à partir des années 1960, lorsque des résistances aux insecticides se sont développées et que l'homme a commencé à prendre conscience des conséquences néfastes de ces produits sur la santé et sur l'environnement. Ce phénomène s'est accéléré récemment.

Même durant sa période creuse, la lutte biologique est restée très utilisée par les pays du Sud, par exemple en Afrique et en Amérique du Sud, où les agriculteurs n'avaient pas les moyens d'acheter des pesticides. De grands centres internationaux, tels le CIAT (*Centro Internacional de Agricultura Tropical*), l'IITA (*International Institute of Tropical Agriculture*) et l'ICIPE (*International Centre of Insect Physiology and Ecology*), les ont aidés par des programmes de grande envergure. D'autres pays, tel Cuba, que l'embargo américain empêchait d'avoir accès aux pesticides, ont été contraints de privilégier la lutte biologique.

Ainsi, la lutte biologique compte nombre d'applications emblématiques un peu partout dans le monde (voir la figure page ci-contre). Dans certains cas, les organismes nuisibles et auxiliaires sont tous deux des vertébrés, les premiers étant par exemple des rats et les seconds des mangoustes. Dans de nombreux autres cas, on fait appel à des insectes (prédateurs et parasitoïdes) contre des insectes ravageurs de culture. En Afrique, l'IITA et l'ICIPE ont utilisé des guêpes parasitoïdes (*Epidonocarsis lopezi* et *Cotesia flavipes*) à partir du milieu des années 1980 pour limiter respectivement les pullulations de cochenilles du manioc (*Phenacoccus manihoti*) et de lépidoptères foreurs des tiges de maïs (*Chilo partellus*), introduits accidentellement sur le continent.

On combat aussi fréquemment les insectes ravageurs de cultures en pulvérisant des micro-organismes pathogènes. Ces derniers rendent malades les insectes, qui contaminent leurs congénères et finissent par mourir. Parmi les plus utilisés, on trouve : les champignons des genres *Beauveria* et *Metarhizium* ; la bactérie *Bacillus thuringiensis*, employée contre les insectes ravageurs de culture, les larves de moustiques et de simules (des moucheron) ; des virus par-

L'autodissémination, une épidémie bénéfique

L'autodissémination est une contamination en cascade des insectes ravageurs. Des études sont en cours pour l'appliquer à *Busseola fusca*, un petit papillon de nuit qui est un important ravageur du maïs en Afrique subsaharienne. Il provoque jusqu'à 70 pour cent de pertes de récolte. La méthode de lutte proposée combine des pièges à phéromones et des spores de champignons entomopathogènes : un mélange de phéromones particulièrement attractif pour les mâles de *B. fusca* est disposé dans des bouteilles tapissées de spores de *Beauveria bassiana*, un champignon très pathogène pour ce papillon.

Les mâles de *B. fusca* pénètrent dans le piège, attirés par les phéromones, et entrent en contact avec des spores du champignon en explorant l'intérieur du dispositif. Ils en ressortent couverts de spores, notamment au niveau des parties génitales. Ils s'accouplent ensuite avec des femelles, qui se trouvent elles-mêmes contaminées par des spores du champignon. Elles les déposeront sur la plante où elles pondront, et ces spores s'attacheront aux jeunes larves qui éclore.

Les spores adhèrent à la cuticule des insectes (au stade adulte ou larvaire), puis germent. Elles forment ainsi des

filaments nommés mycélium et synthétisent des chitinasés et des prothéases, enzymes qui inhibent la formation de la cuticule, voire la détruisent. Dès lors, le mycélium pénètre dans le corps de l'insecte et atteint l'hémolymphe (le « sang » de l'insecte), où il libère des toxines qui tuent l'animal.

La cascade de contamination provoquée par le piège entraîne donc non seulement la mort des mâles et des femelles, mais aussi celle des larves. Cette technique permet de réduire de près de 75 pour cent les dégâts sur des plantations en laboratoire. Elle doit maintenant être testée dans des champs cultivés.

ticuliers, les baculovirus, pathogènes seulement pour les invertébrés ; des nématodes (de petits vers) des genres *Steinernema* et *Heterorhabditis*, qui parasitent les larves d'insectes ravageurs dans le sol.

Quant à la lutte contre les mauvaises herbes, elle mobilise essentiellement des insectes, et parfois des pathogènes. Ainsi, on cherche à mettre en place un programme de lutte biologique contre l'ambrosie, ou ambrosie à feuilles d'armoise, qui s'est récemment propagée en France et en Europe. Cette mauvaise herbe venue d'Amérique du Nord a un pollen allergisant et envahit tous les sols nus, empêchant leur colonisation par des plantes indigènes.

Divers auxiliaires (insectes ou champignons phytopathogènes) sont actuellement testés.

Notons qu'un même organisme peut être utile dans certaines circonstances, nuisible dans d'autres. Ainsi, le virus de la myxomatose a été employé pour endiguer les pullulations de lapins (notamment en Australie, où ils ont été introduits par un chasseur en 1959), mais il est également nuisible pour les animaux d'élevage. Pour s'en prémunir, le Laboratoire français Bio Espace a développé une méthode de vaccination originale : des puces aux pièces buccales chargées de vaccin antimyxomatose ont été lâchées dans la nature ; lorsqu'elles sucent le sang des lapins, elles les vaccinent, ce qui permet d'éviter la propagation de la maladie.

LA LUTTE BIOLOGIQUE EST APPARUE en Égypte, environ 2000 ans avant notre ère : le chat y a été domestiqué pour lutter contre les rongeurs.